UNIVERSITE MOULOUD MAMMERI DE TIZI-OUZOU

FACULTE DES SCIENCES ECONOMIQUES, COMMERCIALES ET DES SCIENCES DE GESTION

DEPARTEMENT DES SCIENCES ECONOMIQUES

THESE DE DOCTORAT

En vue de l'obtention du diplôme de

DOCTORAT 3ème CYCLE (LMD) EN SCIENCES ECONOMIQUES

Spécialité : Economie Financière et Bancaire

Thème

Mesure du degré d'efficience informationnelle des marchés financiers : Une modélisation économétrique sur les bourses européennes, américaines et maghrébines.

Présenté par :
Mlle FERHATI Naima

Sous la direction de :
Pr. AMIAR Lila
Pr. GILLET Philippe

Devant le jury composé de :

Mme. AKNINE Rosa	**Professeur**	**UMMTO**	**Présidente**
Mme. AMIAR Lila	**Professeur**	**UMMTO**	**Rapporteur**
M. GILLET Philippe	**Professeur**	**Université Paris Saclay**	**Co-rapporteur**
M. HAMIDI Khaled	**Professeur**	**ENSSEA EL KOLEA**	**Examinateur**
M. MOKRANE Ali	**M.C.A**	**UMMTO**	**Examinateur**
M. KARA Rabah	**M.C.A**	**UMMTO**	**Examinateur**

UNIVERSITE MOULOUD MAMMERI DE TIZI-OUZOU

FACULTE DES SCIENCES ECONOMIQUES, COMMERCIALES ET DES SCIENCES GESTION

DEPARTEMENT DES SCIENCES ECONOMIQUES

THESE DE DOCTORAT

En vue de l'obtention du diplôme de

DOCTORAT 3ème CYCLE (LMD) EN SCIENCES ECONOMIQUES

Spécialité : Economie Financière et Bancaire

Thème

Mesure du degré d'efficience informationnelle des marchés financiers : Une modélisation économétrique sur les bourses européennes, américaines et maghrébines.

Présenté par :
Mlle FERHATI Naima

Sous la direction de :
Pr. AMIAR Lila
Pr. GILLET Philippe

Devant le jury composé de :

Mme. AKNINE Rosa	**Professeur**	**UMMTO**	**Présidente**
Mme. AMIAR Lila	**Professeur**	**UMMTO**	**Rapporteur**
M. GILLET Philippe	**Professeur**	**Université Paris Saclay**	**Co-rapporteur**
M. HAMIDI Khaled	**Professeur**	**ENSSEA EL KOLEA**	**Examinateur**
M. MOKRANE Ali	**M.C.A**	**UMMTO**	**Examinateur**
M. KARA Rabah	**M.C.A**	**UMMTO**	**Examinateur**

Laboratoire de Recherche en Management des Organisations (LAREMO)
Université Mouloud MAMMERI de Tizi-Ouzou
Université Mouloud MAMMERI, B.P. 17 RP, 15 000 Tizi-Ouzou, Algérie

Laboratoire d'accueil : Réseaux – Innovation – Territoires – Mondialisation (RITM)
Université Paris Saclay, Faculté Jean Monnet
54 boulevard Desgranges, 92 330 Sceaux

Thèse partiellement réalisée sous le programme de coopération algéro-français PROFAS B+

L’Université Mouloud MAMMERI de Tizi-Ouzou n’entend donner aucune approbation ou improbation aux opinions émises dans cette thèse. Ces opinions sont propres à l’auteur.

« À vaincre sans péril, on triomphe sans gloire »

Pierre Corneille

Le Cid, In : Théâtre Complet, p.207.

Remerciements

À l'issue de ces quatre années de thèse, je suis convaincue qu'elle est de loin un travail personnel. Cependant, je souhaite ici rendre hommage et exprimer ma profonde gratitude à tous ceux qui, de près ou de loin, ont contribué à sa réalisation et à son aboutissement.

Mes remerciements s'adressent tout d'abord à M^me^ AMIAR Lila, Maitre de Conférences habilité à diriger les recherches à l'Université Mouloud MAMMERI de Tizi-Ouzou. Je la remercie pour toute la confiance qu'elle m'a accordée tout au long de ce travail doctoral. Ses encouragements permanents dans mes démarches depuis le master m'ont été des plus précieux dans la conduite de mes recherches.

Je remercie ensuite M. GILLET Philippe, Professeur à l'Université Paris Saclay, d'avoir accepté de co-diriger cette thèse et de m'avoir accueilli dans son équipe de recherche. Son exigence et ses critiques, sa rigueur et son ouverture scientifiques ainsi que ses encouragements et son enthousiasme très communicatif m'ont poussé à aller au-delà de mes limites. Son engagement avec moi, sa disponibilité permanente, son encadrement solide et tout ce qu'il a fait pour me soutenir et m'encourager me marquera à jamais.

Mes sincères remerciements à Mme. AKNINE Rosa pour avoir accepté de présider mon jury de thèse ainsi qu'à M. HAMIDI Khaled, M. MOKRANE Ali et M. KARA Rabah pour avoir bien voulu me faire l'honneur de participer à mon jury de thèse et d'évaluer mon travail de recherche.

Je remercie également, M^me^ Corrynne JAFFEUX, Professeur à l'Université de Bordeaux pour les rigueurs scientifique et littéraire qu'elle a témoignées lors de mon entretien pour accéder au programme de coopération PROFAS B+. Ses remarques très enrichissantes m'ont aidé à affiner ma problématique et mes hypothèses de recherche.

Je tiens aussi à remercier M. DJAWADI Fredj, Professeur à l'Université de Lille, M. BERNARD Phillipe, Professeur à l'Université Paris Dauphine ainsi que M. DUBOIS Emmanuel, Professeur à l'Université Paris Saclay dont les remarques et discussions m'ont permis de clarifier certaines parties techniques et aspects économétriques « obscures » de ma thèse.

De même, j'adresse mes remerciements à toute l'équipe finance du laboratoire RITM de Paris Saclay notamment les Professeurs MSELMI Nada et JEDIDI Imen ainsi que mes amis les doctorants GIACOBBI Vincent, DEB Dipanita, NGUYEN Giang et plus particulièrement NGUYEN Phuong. Les remarques très constructives et les nombreuses conversations qu'on a échangées m'ont été d'une très grande aide.

Tous mes sincères remerciements à M^{me} ROSINE Marielle, coordinatrice administrative au laboratoire RITM de Paris Saclay, pour toute son aide dans mes démarches administratives.

Il m'est également impossible d'oublier M. DAHMANI Mohamed, Professeur à l'Université Mouloud MAMMERI de Tizi-Ouzou et M. AIT AIDER Hacène pour leurs encouragements et leur soutien inconditionnel. Mes remerciements s'adressent également à mes amis les doctorants du laboratoire LAREMO de l'UMMTO notamment KARA Souad, BENALLAK Ameziane et HASSAINE Hafidh.

Je terminerai par un petit clin d'œil à mes parents et à ma famille pour leur soutien indéfectible, leur compréhension et leur patience tout au long de cette période, ainsi qu'à toutes les autres personnes dont les noms ne sont pas cités ici, mais qui se reconnaitrons en ces quelques lignes, pour avoir fait de ces quatre années de thèse une grande aventure humaine enrichissante.

Que ce modeste travail témoigne de ma reconnaissance envers tous ceux qui ont, de près ou de loin, contribué à sa réalisation.

SOMMAIRE

Sommaire

Introduction générale 1

Chapitre I : Cadre théorique et conceptuel : De la théorie financière moderne à l'efficience des marchés financiers

Introduction au premier chapitre ……... 12
Section 1 : La théorie financière moderne : Une revue de littérature …… 14
Section 2 : La théorie de l'efficience des marchés financiers …….. 37
Section 3 : Les fondements de la théorie de l'efficience informationnelle des marchés financiers 61
Conclusion au premier chapitre …… 82

Chapitre II : Évolution de la théorie de l'efficience informationnelle des marchés financiers et émergence de la finance comportementale

Introduction au deuxième chapitre ……... 85
Section 1 : Les formes de l'efficience informationnelle et ses tests empiriques ……... 87
Section 2 : L'efficience informationnelle face à la détection d'anomalies …… 114
Section 3 : Émergence de la finance comportementale en réponse à la persistance des anomalies de l'efficience informationnelle …… 136
Conclusion au deuxième chapitre ……. 160

Chapitre III : Efficience informationnelle, volatilité et notion de volatilité normale

Introduction au troisième chapitre …… 163
Section 1 : Le concept de volatilité boursière ……... 165
Section 2 : Volatilité, rentabilité et risque : Formalisation …… 188
Section 3 : Valeur fondamentale ou notion de volatilité normale …… 212
Conclusion au troisième chapitre …….. 239

Chapitre IV : Étude empirique et résultats de la recherche

Introduction au quatrième chapitre ……... 242
Section 1 : Étude préliminaire des séries des rentabilités boursières ……... 244
Section 2 : Démarche de modélisation et résultats empiriques …… 267
Section 3 : Mesure de l'efficience informationnelle : Modélisation et interprétation des résultats 294
Section 4 : Commentaires : Originalité de la démarche et apports de la recherche …….. 323
Conclusion au quatrième chapitre ……. 333
Conclusion générale …….. 335
Bibliographie …… 345
Annexes …… 390
Liste des figures et tableaux …….. 429
Table des matières …… 432
Résumé …….. 441

INTRODUCTION GENERALE

Introduction générale

La théorie financière moderne s'est construite à partir de la seconde moitié du vingtième siècle lorsque les théoriciens ont manifesté leur insatisfaction face au manque de scientificité des modèles macroéconomiques qui « représentait de simples systèmes d'équations liant des variables agrégées » (Kirman, 2012). Dès lors, la théorie financière moderne s'est mathématisée et touche à des axes aussi variés que divergents, que ce soit en termes des ambitions théoriques de nature aussi bien normative qu'explicatives, ou en termes des problématiques examinées telles que la gestion de portefeuille, le fonctionnement des marchés financiers, l'évaluation des actifs qui y sont cotés et des firmes, ainsi que l'appréciation des décisions d'investissement et de financement.

Au cours de sa construction, la théorie financière moderne a été fortement influencée par l'apport des travaux de Bachelier (1900) et de Fisher (1930). En tant qu'antique précurseur, Bachelier fut le premier à mettre en place un prototype mathématique permettant d'apprécier et d'évaluer le prix des actifs financiers en mobilisant une hypothèse utilisée en physique et qui suppose que les mouvements des cours boursiers, dont la représentation est continue dans le temps, suivent un processus aléatoire. Fisher, quant à lui, a proposé une théorie de l'intérêt en ayant comme point de départ des principes basiques tels que le besoin de consommation instantanée et la règle d'investissement opportun. D'autres contributions fondamentales ont pris part à l'édification du cadre théorique de la finance moderne notamment, la théorie des marchés contingents (Arrow, 1953., Debreu, 1959), issue du développement du modèle classique d'équilibre microéconomique. La théorie du portefeuille (Markowitz, 1952), fondée sur les notions de risque, de diversification et de portefeuille optimal. Le modèle d'équilibre des actifs financiers (Sharpe, 1964., Lintner, 1965), permettant de quantifier et d'ajuster le risque. Le modèle d'évaluation par arbitrage (Ross, 1976), selon lequel il est impossible de générer des profits d'arbitrage sans une prise de risque sur le marché. La théorie de l'efficience informationnelle des marchés (Fama, 1965), qui analyse le comportement des cours à travers le temps et les informations disponibles. Le théorème de Modigliani & Miller (1958) relatif à la finance de l'entreprise et dont le but est d'estimer le taux d'actualisation permettant d'évaluer la rentabilité des investissements à travers le calcul du coût du capital. La théorie de l'agence (Jensen, Meckling, 1976) qui, par opposition à la conception de Modigliani & Miller, étend le champ d'études de la finance à des problématiques de nature organisationnelle, démontre

l'existence d'interactions entre les décisions de financement et d'investissement et pose la question du choix des objectifs au sein d'une entreprise. La théorie de la signalisation (Ross, 1977), qui intègre les problèmes engendrés par l'asymétrie d'information dans l'étude des rapports entre investisseurs et dirigeants sur le marché financier. Le modèle de Black & Scholes (1973) relatif à l'évaluation des options, selon lequel ces dernières sont appréciées en fonction de leur prix d'exercice, de leur taux d'intérêt sans risque, de la volatilité et du cours de l'actif sous-jacent, ainsi que de la durée de vie restante de l'option.

Le domaine d'étude de la théorie financière moderne, dont le champ d'investigation couvre la finance d'entreprise, le rôle et le fonctionnement des marchés financiers ainsi que l'évaluation des actifs, s'est formé à travers l'adhésion des multiples modèles précités admis dans un même corpus théorique édifié autour des mêmes modes d'appréhension et de modélisation des phénomènes financiers. L'analyse des prototypes utilisés en théorie financière met en relief l'existence d'un certain consensus quant aux méthodes utilisées. En effet, la plupart des travaux qui s'inscrivent dans le domaine d'étude de la théorie financière moderne traitent, d'une manière ou d'une autre, les processus aléatoires pour expliquer les variations des cours boursiers, l'incertitude matérialisée par les probabilités subjectives ainsi que les hypothèses d'anticipations rationnelles et d'efficience informationnelle des marchés financiers.

D'un point de vue méthodologique, les études et les tests ayant eu pour objet l'examen et la vérification empiriques des multiples propositions et modèles constitutifs de la théorie financière moderne, ont tous adopté une démarche hypothético-déductive, sous l'influence de Popper et Friedman (Charreaux, 2006). Cette approche tend à confirmer la véracité des conclusions indépendamment des hypothèses élémentaires sur lesquelles est bâtie la théorie. De ce fait, l'examen de la performativité de certains modèles fait ressortir un nombre important de critiques d'ordre méthodologique et économétrique. La complexité des phénomènes financiers en général, et des phénomènes boursiers en particulier, accentue les difficultés relatives à la formalisation de théories axiomatiques, fondées sur des hypothèses non restrictives, assez représentatives de la réalité des marchés financiers et évaluables sans ambiguïté. En ce sens, l'hypothèse d'efficience informationnelle des marchés financiers se présente comme étant l'une des propositions les plus contestables et controversées.

Hypothèse fondamentale de la théorie financière moderne, l'efficience informationnelle des marchés financiers est un concept plurivoque dont l'absence d'un consensus a suscité de nombreuses controverses qui ont fait de la théorie une notion

vigoureusement documentée et instrumentée à des aboutissements paradoxaux. Née des travaux de Markowitz (1952), Friedman (1953), Roberts (1959) et Samuelson (1965) et attribués à Fama (1965) dont la définition initiale spécifie l'efficience comme étant un marché sur lequel « le prix actuel d'un titre est une bonne estimation de sa valeur intrinsèque » (Fama, 1965b). Cette hypothèse constitue le soubassement essentiel des travaux orthodoxes qui se sont intéressés à la question de l'allocation des risques sur le marché financier.

Dans la littérature financière, trois acceptations de l'efficience sont identifiées : l'efficience informationnelle, l'efficience fonctionnelle et le comportement rationnel des agents. Cependant, l'ambiguïté conceptuelle qui domine le cadre théorique de l'efficience (Bankoti, 2017) prête à confusion et est à l'origine de la divergence des opinions quant à sa validation empirique. Pour combler cette insuffisance théorique, Fama a amendé et complété sa définition initiale et en a établi une classification graduelle relative à la qualité de l'information disponible, avec à chaque forme le test correspondant. À partir de ce cadre d'analyse, un important corpus théorique formalisé s'est graduellement édifié autour de la question de l'efficience informationnelle en agrégeant les notions de rationalité des investisseurs et l'utilité espérée, qui en sont les principales hypothèses.

La prédominance du paradigme de l'efficience informationnelle a été altérée par la persistance d'anomalies (Al-Khazali, Mirzaei, 2017., Garay Alvarado, Demmler, 2019., Haj, 2020., Karacaer, et al., 2010., Shahid, Sattar, 2017) conjuguée à son incapacité à fournir des explications pertinentes quant à l'évidente volatilité excessive des cours boursiers (Andersen, et al., 2011., Cont, 2005., Crouhy, Rockinger, 1997., Daal, et al., 2007., Davanne, 2004., Tseng, Li, 2012., Xue, Gençay, 2012), et ce en dépit des frictions introduites dans certains modèles pour tenter de les justifier. Outre ces deux dysfonctionnements, d'autres études ont mis en évidence l'aspect insoutenable que renferme la notion de rationalité[1] appréhendée de façon normative dans la théorie financière moderne, via un choix optimal de titres élaboré sur la base d'un comportement spéculatif « logique » qui donne lieu à des prix efficients.

À présent, les multiples krachs boursiers et l'approche *'behaviouriste'* développée en finance mettent à rude épreuve les résultats antérieurs de l'efficience informationnelle, ce qui laisse certains économistes supposer que le glas de cette hypothèse, pourtant indispensable à l'édifice de la théorie financière moderne, aurait dû être sonné. Pour autant, l'évolution de la

[1] Selon Charreaux (2006), en dressant un lien entre la raison et l'action, l'hypothèse de rationalité individuelle a pour objet la création d'une théorie du comportement individuel. De ce fait, il affirme à la suite de Popper (1963) que le recours à l'hypothèse de rationalité individuel peut être justifié par une contrainte d'ordre méthodologique.

littérature et les abondantes études menées autour de la question de l'efficience informationnelle ont abouti à des résultats contradictoires au sein de ce même paradigme. Il semble que sans doute les résultats des tests empiriques et des modèles théoriques relatifs à la question de l'efficience informationnelle dépendent des choix méthodologiques et du positionnement épistémologique du chercheur.

Problématique et hypothèses de la recherche

Les tests visant à examiner l'efficience informationnelle des marchés financiers selon les trois formes définies par Fama (1970) ne sont plus d'actualité, de nos jours. En effet, les marchés financiers ont un certain degré d'efficience qui varie en fonction du marché et qui fluctue probablement au cours du temps, ou selon les événements que le marché subit. L'idée que nous défendons et que nous tentons de modéliser dans cette thèse, en l'occurrence notre problématique est : **peut-on mesurer le degré d'efficience informationnelle d'un marché lors de l'apparition d'un événement non anticipé ?**

Cette question centrale nous pousse à soulever un tas d'autres interrogations. En effet, plusieurs études ont tenté de valider d'hypothèse d'efficience informationnelle sur les marchés financiers des pays développés. Dans la majeure partie des cas, celles-ci se sont avérées plutôt satisfaisantes. Cependant, il serait intéressant, après avoir mis en place un modèle permettant de mesurer le degré d'efficience informationnelle d'un marché, de réaliser une étude comparative portant sur différents marchés ayant des structures organisationnelles et des modes de fonctionnement différents, pour savoir : dans quelle mesure ces facteurs influent-ils sur le degré d'efficience d'un marché ? Existe-t-il une structure organisationnelle qui optimiserait l'efficience d'un marché en ajustant les prix instantanément ? Dans quel niveau d'efficience se trouvent les marchés financiers des pays maghrébins ? Le degré de corrélation entre les marchés a-t-il un impact sur la durée de réaction de ces derniers à des événements non anticipés ou encore à leur rapidité d'absorption d'un choc ?

Pour tenter de répondre à la problématique principale de la recherche, nous avons formulé trois hypothèses :

- **Hypothèse N°1 :** le degré d'efficience informationnelle d'un marché financier peut être mesuré à la suite de la définition d'une **valeur fondamentale**, à partir de laquelle seront calculés les écarts entre ladite valeur fondamentale et les prix observés sur le marché.

- **Hypothèse N°2 :** le degré d'efficience informationnelle peut être mesuré en se référant à la volatilité, moyennant le calcul des écarts entre la **volatilité anormale** atteinte lors des changements de régime et une **volatilité normale** reflétant une situation plus ou moins stable du marché.
- **Hypothèse N°3 :** il est possible de mettre en place un **ratio** permettant d'apprécier l'efficience informationnelle en mesurant, lors de l'apparition d'un événement non anticipé le retour de la variance vers une **situation d'équilibre** observée avant l'occurrence dudit événement.

Objectifs et intérêt de la recherche

L'objectif ultime de cette thèse est de mettre en place un modèle permettant de mesurer l'efficience informationnelle d'un marché financier, lors de l'occurrence d'un événement non anticipé. À noter que ce travail consiste beaucoup plus à étudier et à modéliser l'évolution de la volatilité des titres, que de vérifier l'hypothèse d'efficience informationnelle à travers sa déclinaison en trois formes graduelles. Toutefois, d'autres objectifs sont visés par la recherche, notamment :

- L'étude des prémices de la théorie de l'efficience informationnelle des marchés financiers, ainsi que ses anomalies ayant conduit à l'apparition du courant comportementaliste ;
- L'analyse de la microstructure et des spécificités organisationnelles des marchés financiers américains, européens et maghrébins ;
- L'étude de la corrélation des rentabilités, et par conséquent de la volatilité, observées sur les marchés américains, européens et maghrébins ;
- L'examen de la réactivité des différents marchés précités, à l'occasion de l'apparition d'un nouvel événement ;
- La mise en place d'une échelle numérique permettant de classer les marchés en fonction de leur degré d'efficience informationnelle ainsi calculé[2].

L'intérêt de la recherche est double. Sur le plan théorique, la thèse tend à réaliser une revue de littérature aussi profonde que détaillée relative à l'hypothèse de l'efficience informationnelle, et ce depuis ses premiers jalons, qui s'enracinent dans les fondements de la théorie financière moderne. En ce sens, nous avons procédé à une analyse approfondie de la

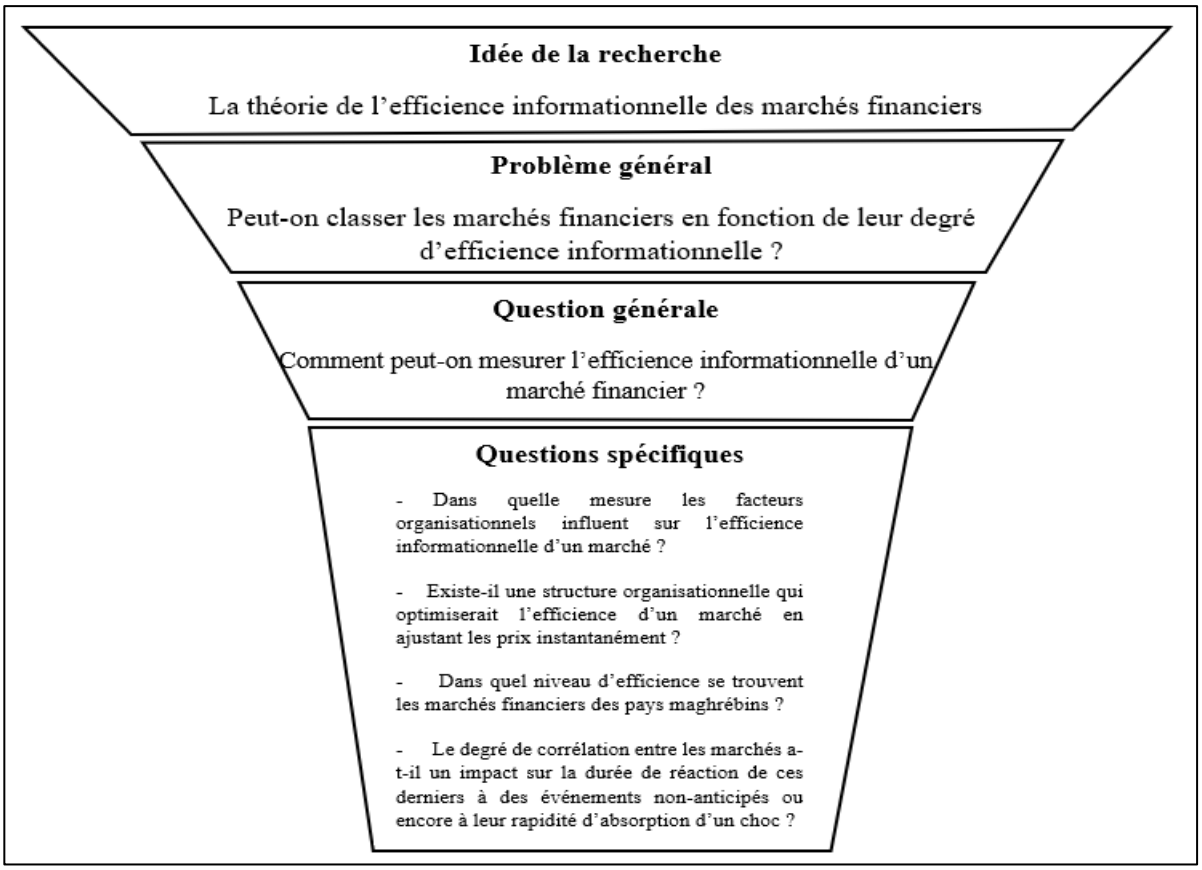
[2] À noter que certains marchés sont plus efficients à certaines périodes et d'autres non. D'où la nécessité de raisonner en termes de couple (marché, période) et pas uniquement en termes de marché.

littérature ayant traité l'efficience informationnelle sous ses différents aspects. Sur le plan empirique et méthodologique, l'intérêt de la thèse se trouve dans l'originalité de la démarche que nous proposons pour étudier la question tant controversée de l'efficience informationnelle. En effet, contrairement à la plupart des études qui se limitent à dire si oui ou non les marchés sont informationnellement efficients à travers le test de cette hypothèse via ses trois formes, notre thèse propose de mesurer à quel degré les marchés peuvent être considérés comme efficients.

Méthodologie de la recherche

D'un point de vue méthodologique, la thèse s'inscrit dans une approche hypothético-déductive, dont la structure conceptuelle nous a permis de procéder à la vérification de nos hypothèses de recherche à travers la détermination d'une théorie de portée générale. Ainsi, la première étape de notre processus de recherche consistait à formuler notre problématique en faisant ressortir un problème général de la recherche, une question générale et des questions spécifiques à celle-ci. La formulation de notre problématique s'apparente, par conséquent, à une forme d'entonnoir comme illustré dans la Figure ci-après.

Fig. Int. Entonnoir de la problématique de recherche



Source : Réalisé par nous-mêmes.

Selon l'approche hypothético-déductive, les résultats des recherches antérieurs nous ont permis de constituer un important soubassement théorique qui nous a permis de faire le pont entre le cadre théorique, la problématique, les hypothèses et la dimension empirique de la thèse. La démarche adoptée dans notre thèse, qui se situe dans un paradigme pragmatique, nous a permis de tester les hypothèses que nous avons émises en faisant appel à une modélisation axée sur des statistiques descriptives, dans un premier temps, puis une modélisation économétrique via un logiciel, dans un second temps.

- Les études statistiques que nous avons effectuées au départ avaient pour objet d'analyser la réactivité de notre échantillon d'indices boursiers face à des tests qui déterminent les caractéristiques des séries temporelles financières. Ce qui nous a permis de réduire notre échantillon en ne sélectionnant que les indices les plus susceptibles de faire l'objet d'une étude plus pointilleuse ;
- La modélisation économétrique, appliquée aux indices dont les résultats des tests des statistiques descriptives se sont avérés concluants, nous a conduits à étayer notre choix conceptuel et à mettre en place une méthode précise qui nous a permis de calculer avec

exactitude le temps que met un marché financier à absorber un choc, d'une part, ainsi qu'un ratio d'efficience informationnelle permettant la mesure de celle-ci, d'autre part.

Motifs du choix du sujet

Au-delà de l'intérêt personnel que nous portons pour les marchés boursiers, en général et la problématique de leur efficience, plus particulièrement, l'une des principales raisons qui a motivé le choix de notre thème est la place prépondérante qu'occupent les marchés financiers dans les systèmes financiers contemporains. La fonction principale que doivent remplir ces derniers est l'orientation de l'épargne vers des investissements productifs[3], afin d'assurer la croissance économique des pays. Mais cela suppose qu'ils fonctionnent de façon efficiente.

La théorie de l'efficience des marchés financiers se trouve, donc, au cœur des théories modernes de la finance. Malgré l'absence d'un consensus sur sa validité, elle reste « l'une des propositions les plus controversées et étudiées dans les sciences sociales » (Lo, 1997). En effet, les recherches sur l'efficience continuent de fasciner les économistes financiers et les universitaires, et ce, en dépit de la difficulté que représente ce domaine d'étude. Ce dernier, étant à cheval entre l'économie et la finance, nécessite d'une part la connaissance des outils théoriques et la maitrise de la technicité des modèles économétriques (en termes d'analyse empirique), d'autre part.

La raison principale qui nous a motivées à focaliser notre recherche sur l'efficience informationnelle est le rôle primordial que joue l'information dans l'élaboration des décisions de placement. Outre la spéculation et l'arbitrage, la cause sous-jacente qui nourrit les marchés financiers est l'information, d'où l'importance de la théorie de l'efficience informationnelle. En effet, les marchés financiers consomment toute information susceptible de les concerner et de les orienter. Celle-ci émane de nombreuses sources et peut être véhiculée par divers canaux de transmissions. Sa diffusion et son acheminement peuvent être influencés par divers paramètres.

[3] Toutes les actions ne sont cependant pas toutes cotées que le marché financier. En effet, de nos jours plusieurs entreprises ne sont pas cotées sur les marchés financiers en dépit de la fragmentation de leur capital. C'est ce que l'on caractérise sous le nom de *'private equity'* ou capital-investissement, qui consiste à investir dans des entreprises non cotées et à divers stades de développement dans le souci de la valeur ajoutée. Par la suite, ces investissements seront cédés afin de réaliser des gains en capital.

Toutes ces raisons, conjuguées à l'absence d'une étude relative à la mesure de l'efficience informationnelle sur les bourses américaines, européennes et maghrébines, ont stimulé notre motivation pour apporter notre réflexion sur ce sujet.

Plan de la recherche

La thèse comprend quatre chapitres.

Le premier chapitre mettra en évidence le cadre théorique et conceptuel, à travers une revue de littérature qui reprendra l'histoire de la théorie financière moderne, depuis les travaux de Bachelier jusqu'à la formulation de la théorie de l'efficience informationnelle des marchés financiers par Eugène Fama.

Le deuxième chapitre analyse en profondeur l'évolution de l'hypothèse d'efficience informationnelle, ses formes et ses différents tests. Nous tenterons également d'analyser les limites ou les anomalies que présente la théorie. Ceci nous amènera à étudier l'émergence de la finance comportementale qui est venue en réponse aux insuffisances de l'efficience.

Le troisième chapitre portera sur la justification des choix conceptuels que nous avons opérés afin de tester nos hypothèses de recherche. De ce fait, des notions intimement liées à l'efficience informationnelle telles que la volatilité, la valeur fondamentale, le risque, l'incertitude, la rentabilité, ainsi que la volatilité normale seront vigoureusement documentées et détaillées.

Le quatrième chapitre sera exclusivement réservé à notre étude empirique et aux résultats de la recherche. À ce titre, le choix de notre échantillon d'étude sera motivé avant de procéder à un examen préliminaire de nos séries financières, qui seront par suite utilisées dans l'élaboration d'un modèle, d'un ratio et d'une échelle numérique permettant la mesure de l'efficience informationnelle des différents marchés ainsi étudiés.

Les conclusions de cette thèse devraient nous permettre d'apporter une réponse à notre problématique en testant nos hypothèses de recherche.

Chapitre I

Cadre théorique et conceptuel : De la théorie financière moderne à l'efficience des marchés financiers

« In an efficient market, at any point in time, the actual price of a security will be a good estimation of its intrinsic value »

Eugène Fama, Journal of Business, 1965, p. 90.

« In an efficient market, however, the actions of the many competing participants should cause the actual price of a security to wander randomly about its intrinsic value »

Eugène Fama, Financial Analysts Journal, 1965.

Introduction au premier chapitre

La théorie financière moderne s'est, formellement, construite à partir de la seconde moitié du vingtième siècle, sur la base d'une multitude de travaux répondant à des ambitions aussi bien théoriques qu'empiriques. La théorie financière touche à diverses réflexions fondamentales concernant notamment, le fonctionnement des marchés financiers et l'évaluation des actifs qui y sont cotés. Elle demeure intimement liée à l'économie d'où elle emprunte ses raisonnements formalisés ainsi que ses mécanismes d'optimisation. En ce sens, elle constitue une sous-discipline de la science économique.

Même si le début de la finance moderne autant que domaine d'étude et de recherche ne date que des années 1950-1960, son émergence remonte à plus loin grâce aux travaux de précurseurs tels que Jules Regnault et Louis Bachelier. Ainsi, l'objectif de ce premier chapitre est triple. En premier lieu nous présenterons une revue de la littérature relative à l'émergence de la théorie financière moderne. Après avoir exposé successivement l'apport des précurseurs Bachelier et Fisher, les modèles des pionniers Markowitz et Sharpe seront étudiés afin de dégager l'apport du recours à l'utilisation des mathématiques et de la modélisation à la scientificité de l'économie en général, et à la finance autant que sous-discipline.

En second lieu, la théorie de l'efficience des marchés financiers, considérée comme l'épine dorsale de toute la théorie financière moderne, sera étudiée. Plus précisément, il s'agit de partir des premiers jalons de cette théorie pour arriver à sa définition initiale énoncée par son fondateur Eugène Fama (1965a-b), ainsi que ses conditions, ses implications et ses différentes dimensions. Par la suite, la contestation de la théorie de l'efficience informationnelle des marchés financiers sera étudiée à travers l'examen des contributions de certains chercheurs, à l'image de Jensen et Malkiel, à une définition moins rigide du concept de l'efficience.

En troisième et dernier lieu, l'accent sera mis sur les fondements de la théorie de l'efficience informationnelle. Ainsi, une attention particulière sera portée à la notion de rationalité des investisseurs, que ce soit au niveau du comportement ou des anticipations. Par la suite, la notion d'information sera examinée à travers les renseignements qu'elle jalonne, son traitement, sa diffusion, ainsi que les problèmes d'asymétrie d'information. Et au finale, une description du processus de formation des prix sur les marchés financiers sera faite, telle que conçue par la théorie de l'efficience informationnelle.

Pour atteindre ce triple objectif, le chapitre sera subdivisé en trois sections traitant les trois axes énoncés :

- **Section 1 :** La théorie financière moderne : une revue de la littérature
- **Section 2 :** La théorie de l'efficience des marchés financiers
- **Section 3 :** Les fondements de la théorie de l'efficience informationnelle

Section 1 :

La théorie financière moderne : une revue de littérature

Avant d'exposer la théorie de l'efficience des marchés financiers, une analyse historique portant sur l'émergence de la théorie financière moderne s'impose. Ce corpus théorique permet de parcourir les travaux les plus marquants de l'histoire de la finance moderne.

Dans un premier temps, il convient de présenter les principaux apports des précurseurs de la théorie financière moderne. Il y aura lieu, ensuite, d'évoquer les travaux des fondateurs de cette théorie, à l'image de Markowitz et Sharpe. Il conviendra, enfin, de présenter les apports de la modélisation au développement de la finance moderne[4].

1-1- Les précurseurs de la théorie financière moderne

Même si la finance n'a pu se constituer comme discipline autonome qu'à partir des années 1950-1960 durant lesquelles elle a pu se désencastrer définitivement de l'économie, les éléments basiques de la théorie financière ont vu le jour bien avant. En effet, la théorie financière s'est construite, peu à peu, au travers de multiples travaux touchant à diverses réflexions relatives au fonctionnement des marchés financiers.

1-1-1- Jules Regnault : émergence de l'idée de marche aléatoire

En 1863, l'économiste français Regnault proposa, pour la première fois, une représentation des variations boursières par un modèle de marche aléatoire de court terme dans un ouvrage intitulé *« Calcul des chances et philosophie de la bourse »*. Cette étude, qui se situe dans un contexte caractérisé par la remise en cause du statut de la bourse et des opérations de spéculations, avait un double enjeu. D'une part, l'agent de change Regnault voulait mettre en avant l'importance du marché financier à travers son rôle de financement de l'économie. Et mettre en garde sur les dangers qui peuvent découler de *« l'agiotage »*[5], d'autre part.

[4] L'ordre dans lequel sont présentés les auteurs ne préjuge, en aucun cas, l'importance de leurs travaux. La classification est établie en fonction de l'ordre historique de la contribution des auteurs au développement de la théorie financière moderne.

[5] Par cette notion, Regnault fait référence à *« la mauvaise spéculation »* considérée, à l'époque, comme étant à l'origine des diverses crises qui ont suivi la chute du système de Law (1724).

L'ensemble de ces considérations morales et éthiques à l'encontre de la « mauvaise spéculation » conduisent Regnault à distinguer une spéculation *« normale »* d'une spéculation *« excessive »* jointe à *« un préjugé moral qui pointe des dysfonctionnements […] assimilés au caractère mimétique d'opérations irresponsables »* (Walter, 2013., p. 05) qui ne traduisent une situation économique réelle.

a)- La marche aléatoire chez Jules Regnault

Pour étudier le caractère aléatoire des cours boursiers, Regnault les compare à un jeu de pile ou face tout en s'appuyant sur deux hypothèses. La première suppose qu'il y'a absence des opportunités d'arbitrage *« Dans tous les jeux de hasard qui comprennent deux chances contraires, l'égalité relative résulte précisément de la faculté pour le joueur de choisir l'une ou l'autre chance à volonté : […] si l'une des deux chances offrait un peu plus d'avantages que l'autre, c'est celle-là que l'on choisirait à tout coup »* (Regnault, 1863., p. 41). La seconde hypothèse suppose l'indépendance des cours boursiers : *« Il est certain que quand je joue à pile ou face, chaque coup est complètement indépendant des précédents, ou du moins n'a pas de dépendance appréciable […] »* (Regnault, 1863., p. 38). Après l'étude de la fluctuation des prix des actifs financiers dans le temps, Regnault conclut qu'il *« existe […] une loi mathématique qui règle les variations et l'écart moyen des cours de la Bourse »* (Regnault, 1863., p. 50).

Jovanovic (2009) propose de modéliser mathématiquement le modèle suggéré par Regnault et qui suppose que les cours des obligations fluctuent en fonction d'un modèle de marché aléatoire qui a la particularité de revenir à la moyenne :

$$P_{t+1} = \acute{P} + \varepsilon_{t+1}$$

Avec : (ε) bruit blanc, sachant que $\varepsilon = \{\varepsilon_t, t \in N\}$;

Et : $(\acute{P})$ Valeur moyenne d'une obligation.

De ce fait, l'espérance de gain, pour un opérateur sur le marché financier, entre la période (t) et $(t+1)$ sera nulle : $E(P_{t+1} - P_t) = 0$.

En adoptant cette démarche, Regnault assimile les variations successives des cours boursiers à une marche aléatoire élucidée dans une gaussienne[6]. Pour parvenir à cette dernière,

[6] Ce terme fait référence à un phénomène aléatoire dont les variables sont distribuées au hasard. Cette notion, qui traduit également une loi normale, est apparue au XIX[e] siècle grâce au mathématicien allemand Carl Friedrich

il adopta un raisonnement qui part du modèle du joueur auquel il associa l'indépendance des variations des cours boursiers (en les assimilant à un jeu de pile ou face) dont les causes sont interprétées par le type d'informations utilisé. Il indique ensuite qu'une fois tous ces éléments pris en compte, l'espérance de gain d'un joueur est nulle.

b)- L'apport de Jules Regnault

Dans le souci d'élucider statistiquement les lois qui régissent les variations des cours boursiers, Regnault met en place un modèle de *« Jeu »*, dans lequel il analyse des cours de la rente d'État (3%) sur une période allant de mai 1825 jusqu'à octobre 1962. Ainsi, à travers la distinction entre la spéculation de court terme et de long terme, Regnault arrive à mettre en place deux types distincts de modélisation dépourvue de toute formalisation mathématique. Il désigne le premier modèle sous l'appellation *« modèle du joueur »*, et le second *« véritable spéculation »*.

Dans le *« modèle du joueur »*, Regnault étudie les spéculations de court terme qui peuvent, selon lui, s'avérer particulièrement dangereuses pour les spéculateurs (ou joueurs). Pour se faire, il pose trois hypothèses qui considèrent l'indépendance des fluctuations des cours, leur distribution selon une loi normale, et leur dépendance des interprétations subjectives des joueurs ou de l'arrivée de nouvelles informations. En effet, leur nature court-termiste, qui ne dépasse pas la durée d'un mois, induit des frais de courtage supérieurs aux éventuelles plus-values que les joueurs peuvent dégager. Ce qui mènera ces derniers à la ruine, avec l'accumulation des pertes et des frais de courtage[7]. Ce postulat revendique le danger que peut véhiculer une spéculation individuelle de court terme, qui consiste à jouer sur des écarts, et qui viole les principes imposés par les lois de la nature.

En revanche, dans le modèle de la *« véritable spéculation »*, qui correspond à des spéculations de long terme, Regnault fait ressortir les avantages qu'elle engendre sur le plan individuel et social, dans la mesure où elle soutient le développement économique. Ces conséquences positives découlent du fait que la spéculation de long terme répond aux lois de la nature. De ce fait, les spéculateurs à travers la perception de coupons concourent à la réalisation

Gauss qui créa la loi statistique de Laplace-Gauss. Cette dernière est couramment utilisée dans le calcul de probabilités.

[7] À ce propos, Regnault avance que *« La morale, sous toutes ses formes n'a pas manqué, jusqu'à présent, pour attaquer les abus de la spéculation et essayer de les corriger… [il vaudrait] mieux démontrer aux joueurs comment le cours actuel des choses veut qu'il soit inévitablement ruiné à tel jour donné, que de lui faire sentir que s'il s'enrichit, ce ne peut être qu'en dépouillant son semblable ? Or cette vérité peut lui être prouvée, parce qu'elle peut être prévue »* (Regnault, 1863., pp. 1-2).

de l'harmonie sociale requise par la loi de la nature. Ces coupons représentent la seule source de gain éventuel pour les spéculateurs.

Pour donner plus de robustesse à son raisonnement, Regnault examine les opérations de spéculation en termes de loi normale[8] et adopte une approche probabiliste qui repose sur une démarche binominale. De ce fait, il considère qu'il y'a égalité entre la probabilité de baisse et de hausse des cours par rapport à leur valeur moyenne. Cette démarche, dans le cadre de l'assimilation des fluctuations boursières à un jeu de pile ou face, mène Regnault à tirer deux conclusions fondamentales. La première témoigne de l'impossibilité, pour les joueurs, de dégager des gains. Ce qui se justifie par l'approche binominale adoptée par Regnault, et qui ramène toujours la probabilité de réaliser une perte ou un gain à ½. La seconde conclusion a trait aux informations publiques, et stipule que celles-ci sont pleinement reflétées dans les cours (Regnault, 1863., pp. 29-30).

1-1-2- Louis Bachelier : précurseur de la Théorie Moderne des Probabilités

Grâce à sa thèse intitulée *« Théorie de la spéculation »*, soutenue le 29 mars 1900 à la Sorbonne (en France)[9], le mathématicien français Louis Bachelier fut le premier à introduire l'utilisation du mouvement brownien[10] en finance.

De son travail, qui avait pour objet l'application des probabilités aux opérations boursières, découlait une modélisation, unique en son genre à cette époque, permettant de spéculer sur le commerce des emprunts de la Bourse de Paris à travers l'anticipation de l'évolution de certains cours (Bachelier, 1900).

a)- Modélisation de la marche aléatoire[11] chez Bachelier

[8] Même si Regnault n'évoque jamais cette loi dans son ouvrage, *« ses représentations graphiques […] et de nombreux passages la décrivent et laissent supposer qu'il raisonne, effectivement, dans le cadre de cette loi »* (Jovanovic, 2000b., p. 405). En effet, dans son ouvrage, Regnault que même si les évaluations subjectives des joueurs, établies à partir d'un ensemble d'informations publiques communes, sont sujettes à des erreurs, elles suivent tout de même une loi bien déterminée. En d'autres termes, les appréciations subjectives des spéculateurs répondent à une loi normale.

[9] La thèse de Bachelier a été dirigée par le grand mathématicien Henri Poincaré et éditée dans les « Annales scientifiques de l'École Normale Supérieure ». Lors de sa soutenance, cette thèse n'a pas eu de succès auprès des membres de jury. Bachelier fut, donc, déconsidéré dans un premier temps et n'obtient que la mention « honorable ».

[10] Appelé également « processus de Wiener », le mouvement brownien est une description mathématique mise en place en 1827 par le botaniste Robert Brown, qui décrit mathématiquement un processus désordonné et aléatoire d'une particule immergée dans un fluide ou un gaz, et qui interagit avec d'autres molécules de fluide ou de gaz.

[11] La marche aléatoire (au hasard), ou *« Randon Walk »* en anglais, est la modélisation mathématique d'un système ayant une dynamique discrète constituée d'une succession de pas effectués de façon aléatoire ou, au hasard.

Grâce à l'utilisation d'une terminologie moderne, Bachelier a modélisé les mouvements de cours qui *« forment une séquence de variables aléatoires indépendantes et identiquement distribuées »* par un *« pile ou face »* (Bachelier, 1900). Cette modélisation simplifiée de la marche aléatoire à travers l'utilisation conjointe des probabilités en temps continu et en temps discret a donné lieu à la formulation de l'équation suivante[12] :

$$P_{Z,\,t_1+t_2}dz = \int_{-\infty}^{+\infty} P_{x,t_1}\,P_{z-x,t_2}\,dx\,dz \qquad (1)$$

Où ($P_{Z,\,t_1+t_2}$) désigne la probabilité pour le cours (z) d'être coté au moment (t_1+t_2) sachant que le cours (x) a déjà fait l'objet de cotation au moment (t_1).

Bachelier utilise, par la suite, un mouvement brownien (W_t) multiplié par l'écart type(δ). Sachant que : $\delta\, W_t = \sqrt{2\pi}k$

Il obtient alors l'équation suivante[13] :

$$p = \frac{1}{2\pi k\sqrt{t}}e^{-\frac{x^2}{4\pi k^2 t}} \qquad (2)$$

Sachant que le temps est représenté par la lettre (t). La lettre (k) est une constante, et (x) fait référence au cours du titre.

La subtilité de cette modélisation réside dans la multiplication de l'écart type par le mouvement brownien. Cette formulation a permis à Bachelier d'obtenir un coefficient représentatif de la volatilité des titres qu'il nomme *« coefficient d'instabilité ou de nervosité de la valeur »* (Bachelier,1900., p. 53). La tension de ce coefficient mesure l'état statique de la valeur et indique une situation de calme lorsqu'il est faible et un état d'inquiétude dans le cas inverse (Bachelier, 1900).

Par ailleurs, Bachelier propose une solution au double problème de la théorie de spéculation. D'une part, il a réussi à établir la probabilité d'exercice d'une option européenne en établissant la probabilité d'atteinte ou de dépassement d'un cours un l'instant (t). Il s'est également intéressé à l'étude de la probabilité d'atteinte ou de dépassement d'un cours avant

[12] De nos jours l'équation (1) est appelée *« équation de Chapman-Kolmogorov-Smoluchowski »*. Elle s'écrit comme suit : $p\,(z,t) = \int_{-\infty}^{+\infty} p\,(x,t_1)\,p\,(z-x,t_2)dx$, sachant que ($t = t_1$+$t_2$).

[13] De nos jours, l'équation (2) prend la forme suivante : $p\,(x,t) = \frac{1}{2\pi K\sqrt{t}}e^{-\frac{x^2}{4\pi k^2 t}}$.

une échéance donnée. Ce qui revient, concrètement, à la détermination de la probabilité d'exercice une option américaine[14] (Bachelier, 1900., p. 81).

Malgré l'apport et l'originalité de la thèse de Bachelier, celle-ci a été très peu lue, car elle s'était très vite heurtée au scepticisme de ses contemporains. On peut expliquer ce mépris par deux raisons principales. La première réside dans la place qu'occupaient la spéculation et la vente à découvert lors de la publication des travaux de Bachelier. À cette époque, la spéculation avait encore mauvaise réputation, car elle permettait un enrichissement sans production au détriment de l'économie réelle. Par conséquent, cette pratique fut bannie par certaines religions. La seconde raison concerne le domaine de la finance en soi, qui n'avait même pas la reconnaissance d'une discipline académique autonome du fait qu'elle puisait l'essentiel de ses outils des sciences économiques.

b)- L'apport des travaux de Bachelier

Étant le point de jonction entre les mathématiques et les comportements tacites des spéculateurs, les travaux du précurseur Bachelier constituent une véritable assise pour la théorie financière moderne, du fait de la valeur de ses idées fondée sur une démarche probabiliste qui consiste à raisonner en temps continu.

D'un point de vue mathématique, la thèse de Bachelier est le point de départ des mathématiques financières. Grâce à ses travaux, une multitude d'outils mathématiques a été introduite dans l'étude des fluctuations boursières, contribuant ainsi à la richesse des modèles financiers actuels (Jovanovic, 2009., p. 59). Il démontre que les résultats de deux raisonnements effectués sur la base de probabilité en temps continu et discret avec un passage à la limite sont identiques. À la suite de cette démonstration, Bachelier réussit à résoudre les problèmes de *« La théorie mathématique du jeu »*[15]. En 1906, il réalise une autre étude, *« Théorie des probabilités continues »*, dans laquelle il développe les équations différentielles stochastiques apportant ainsi une véritable contribution aux processus aléatoires. En 1912, Bachelier publie un traité de *« Calcul des probabilités »* dans lequel il reprend deux concepts novateurs de

[14] Il y'a lieu de préciser qu'à l'époque de Bachelier les options américaines n'étaient pas encore présentes sur le marché financier français. À cet effet, son étude correspond à une simple étude de cas mathématique.
[15] La théorie des jeux étudie les interactions des décisions prises par des individus (appelés joueurs) parfaitement conscients des résultats des choix et de l'existence de ces interactions. En 1901, Louis Bachelier publie un article intitulé *« La théorie mathématique du jeu »* dans lequel il applique une démarche en temps continu pour généraliser les résultats obtenus précédemment dans sa thèse.

l'estimation statistique qu'il a lui-même mise en place, à savoir *« la probabilité inverse »* et *« la probabilité des causes »*.

Ces apports mathématiques ne sont pas sans conséquence sur le plan économique. L'utilisation du modèle de marche aléatoire et des mathématiques probabilistes a donné lieu à une formalisation de *« l'évolution théorique des cours de la rente »* (Jovanovic, 2009., p. 58) que Bachelier désigne sous le nom des *« cours vrais »*, et qui correspondent à l'évolution logique de la rente dans le cas où les prix tiennent uniquement compte des coupons et des reports. À noter que Bachelier considère que les dividendes sont capitalisés par la rente (Bachelier, 1900., p. 25).

En dépit de la pertinence de ses raisonnements en finance, force est de constater que la théorie financière n'est finalement qu'un support pour l'analyse mathématique de Bachelier (Jancovich, Le Gall, 2002., p. 06). En réalité, Bachelier a construit un appui qui démontre mathématiquement le modèle de Jules Regnault et dans lequel il postule que les variations suivent une marche aléatoire. Ce qui revient à dire que l'étude du marché financier n'est pas un but en soi. Le souci de Bachelier était la mise en place d'une théorie générale de calcul des probabilités, d'où la généralisation de ses résultats et leur application aux probabilités dynamiques, géométriques, cinématiques, etc.

À travers sa thèse et ses publications postérieures, Bachelier a créé les mathématiques financières et a profondément influencé le développement du calcul stochastique dans son ensemble. Cependant, il est important de signaler que la reconnaissance des œuvres de Bachelier ne fut déclenchée que durant les années 30, lorsque Kolmogorov[16] le cita dans ses travaux, reconnaissante ainsi la pertinence et la profondeur de ses résultats. Vingt ans plus tard, durant les années 50, « une nouvelle architecture intellectuelle et scientifique de la finance » (Bernstein, 2008) a été construite sur la base de travaux étrangers au monde de la finance qui s'inscrivent pour la plupart dans le même cadre que ceux de Bachelier.

c)- Le krach boursier de 1929 et la marche aléatoire

À la suite de l'effondrement brutal des cours boursiers et des valeurs du Dow Jones en 1929, le gouvernement américain a fait appel au monde de la recherche afin de mettre en place des modèles mathématiques probabilistes permettant l'anticiper l'évolution des cours

[16]Kolmogorov est un mathématicien russe, qui a réalisé d'importants travaux dans les domaines des probabilités, des théories algorithmiques de l'information, des systèmes dynamiques et de la topologie.

boursiers. Chose à laquelle aucun intellectuel ne s'était intéressé auparavant. C'est à partir de cette période que la communauté scientifique commença à manifester de l'intérêt pour les travaux de Bachelier. Toutefois, aux États-Unis, c'est l'une des victimes du krach de 1929 qui lança le débat sur les capacités de prédiction des sociétés de gestion de portefeuille, et la qualité des services financiers qu'ils conseillent aux investisseurs.

En effet, indépendamment des travaux de Regnault et de Bachelier, Cowles créa en 1932, la *'Cowles Commission for Research in Economics'* dans le souci d'étudier la contribution des fonds d'investissement et la mesure de leur performance à travers l'estimation de leur valeur ajoutée. Une année plus tard (1933), il publie un article fondamental dans lequel il illustre la marche aléatoire que suivent les cours boursiers. Ce postulat explique, pour la première fois aux États-Unis, la non-prédictibilité des cours boursiers à travers l'examen de l'activité de vingt-quatre professionnels du marché, qui émettent des conseils et vendent des prévisions aux investisseurs. Les résultats de son étude mettent en lumière l'échec des professionnels, qui connaissent pourtant bien le marché, dans la prévision de l'évolution future des cours boursiers (Cowles, 1933., p. 318).

Concernant les travaux des Français Bachelier et Regnault, ils ne furent connus aux États-Unis qu'à partir des années 50-60, durant lesquelles la thèse de Bachelier fut relue pas Samuelson à l'époque en phase de préparation de sa thèse de doctorat (Walter, 2013., pp. 12-13). À partir de ce moment, la *« Théorie de la spéculation »* traduite alors en anglais, a fait l'objet de plusieurs lectures approfondies et a influencé pas mal de chercheurs dans le milieu académique. Car pour mettre en place un modèle mathématique capable de détecter les retournements systémiques et d'anticiper l'évolution future des cours boursiers, les économistes se sont fortement inspirés de la thèse de Bachelier, pour défendre le caractère aléatoire de ces cours qui à l'origine de la non-anticipation du krach de 1929.

1-2- Les pionniers de la Théorie Financière Moderne

La théorie financière, telle que nous la connaissons aujourd'hui, s'est construite sur la base de nombreux travaux qui relèvent aussi bien de la finance de marché que de celle de la

firme[17]. En effet, le champ d'études de la théorie financière ne se limite pas uniquement à l'étude des marchés financiers, mais il s'étend jusqu'aux décisions financières des entreprises et aux comportements des investisseurs.

Dans ce qui suit, nous présenterons les principaux apports de ceux qui correspondent à notre objet d'étude, en l'occurrence Markowitz et Sharpe[18] qui ont fortement contribué à poser les bases d'une théorie financière moderne.

1-2-1- Le Modèle d'Équilibre des Actifs Financiers (MEDAF) de Markowitz

La théorie moderne du portefeuille, qui constitue le point de départ de plusieurs modèles répondant à la problématique de choix et de sélection des portefeuilles[19], a vu le jour durant les 1950 grâce aux travaux de l'économiste américain Markowitz.

En 1959, le spécialiste américain de la recherche opérationnelle publia un ouvrage dans lequel il donna le coup d'envoi de la quantification de la théorie financière à travers le Modèle d'Équilibre des Actifs Financiers (MEDAF ou *« Capital Asset Pricing Model »*, CAPM).

À travers sa théorie, Markowitz étudie la composition des portefeuilles en s'intéressant au processus de sélection des titres. Cette théorie fut nommée par la suite la *« Théorie des choix de portefeuille »*.

a)- Principes du MEDAF

Le concept du MEDAF consiste à mettre en place le modèle qui permettra de combiner plusieurs titres afin de constituer le portefeuille qui assure une rentabilité maximale pour un niveau de risque minimum[20]. Pour y parvenir, Markowtiz utilise l'écart type des rentabilités attendues (et/ou la variance) pour estimer la rentabilité attendue d'un placement ainsi que le risque qu'il présente (le couple risque/rendement).

---

[17] La frontière qui sépare la finance de marché de la finance d'entreprise est très fine. De ce fait, on dénombre neuf théories constitutives de la théorie financière moderne, à savoir : le modèle d'évaluation des actifs financiers, le modèle de l'évaluation par arbitrage, la théorie des options, la théorie de l'agence, la théorie de la signalisation, la théorie du portefeuille, la relation entre la structure de financement et la valeur de la firme, et l'efficience informationnelle (qui sera étudiée en profondeur dans les pages qui suivront).

[18] Le choix de ces deux auteurs se justifie par le fait que leurs travaux s'inscrivent dans notre champ de recherche. Nous avons délibérément choisi d'écarter certains auteurs à l'exemple de Miller et Myers, dont les contributions sont beaucoup plus axées sur la finance d'entreprise.

[19] La gestion de portefeuille étudie la manière dont les agents doivent affecter la richesse limitée dont il dispose dans l'acquisition de différents actifs financiers.

[20] À ce sujet, Markowitz dira : *« évidemment, les gens agissent en se fondant sur l'idée d'associer la rentabilité au risque »* (Markowitz, 1952., p. 13).

L'autre idée sous-jacente du MEDAF, est la diversification. Markowitz, pars du postulat que la sélection des titres d'un portefeuille doit s'effectuer en fonction de la corrélation de leurs variations. Par conséquent, le risque[21] d'un portefeuille peut être réduit en incluant des actifs peu corrélés à rendement constant (L'Hoir, 2008., p. 136). Ce mode de choix de portefeuille permet d'optimiser le couple risque/rendement.

La construction de portefeuilles optimaux, désignés sous le nom de *« portefeuilles efficients »* (Albouy et al., 2003., p. 10), nécessite de prévoir le prix des actifs financiers qui composent le portefeuille en fonction de l'espérance et de la covariance de leurs rendements aléatoires (Demange, Rochet, 2005., p. 24).

Pour quantifier de façon précise la relation existante entre le risque et le rendement des actifs financiers, Markowitz pose des conditions de travail idéales. D'une part, il suppose que les investisseurs sont averses au risque, et agissent de manière rationnelle en cherchant à maximiser leur utilité espérée. Et considère, d'autre part, que le marché est efficient. Ces hypothèses sont reprises comme suit :

- **Hypothèse 01 :**

Les investisseurs manifestent de l'aversion au risque. Cette dernière est mesurée par l'écart type de la distribution des probabilités des rendements. Ils cherchent à maximiser leur utilité espérée[22], et prennent leurs décisions sur la base du rendement espéré et de l'écart type.

- **Hypothèse 02 :**

L'horizon de décision, qui comporte une seule période, est le même pour tous les investisseurs.

- **Hypothèse 03 :**

Le marché financier est efficient, c'est-à-dire que les prix des actifs reflètent objectivement toutes les informations disponibles, les concernant.

[21] Ce risque est mesuré par la volatilité du rendement que procure le portefeuille. Par définition, le risque désigne l'incertitude qui existe quant à la valeur future d'un actif financier. Il se mesure par la probabilité de réaliser une perte en capital.

[22] Mathématiquement, la théorie de l'utilité s'écrit comme suit : $[dU(F)/dF] > 0$. Cette théorie repose sur deux hypothèses fondamentales. D'abord, l'utilité marginale de la fortune est une fonction croissante du niveau de la fortune (par conséquent, elle est toujours positive). Ensuite, lors de la prise de décision, les agents économiques préfèrent une utilité supérieure à une utilité moindre (c'est la rationalité). De façon générale, la fonction d'utilité de la fortune d'un agent économique est déterminée par son attitude envers le risque.

Si toutes ces hypothèses sont observées simultanément, les seuls paramètres à considérer sont le risque et le rendement.

b)- Modélisation mathématique du MEDAF

Pour modéliser, Markowitz suit le raisonnement suivant : le rendement de tout portefeuille*(R)* composé de (*n*) titres est la somme des rendements de tous les titres.

Soit : $R_p = \sum_{i=1}^{n} X_i R_i$

L'espérance mathématique du portefeuille s'écrira comme suit :

$$E(R_P) = E(\sum_{i=1}^{n} X_i R_i) = \sum_{i=1}^{n} X_i \, E(R_i)$$

Sachant que la volatilité d'un portefeuille est mesurée par son écart-type ($\sigma_{p)}$, et que le risque est défini par cette même volatilité :

$$\sigma_p = \sqrt{\sigma_p^2}$$

Pour calculer la variance d'un portefeuille composé de deux actifs (*i* et *j*) :

$$V(R_P) = \sigma_p^2 = \sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{n} X_i X_j \, cov(X_i, X_j)$$

Selon le MEDAF, le choix d'un portefeuille optimal revient à maximiser l'espérance de son rendement $E(R_p)$ et à minimiser son risque $V(R_P)$ sous la contrainte de : $\sum_{i=1}^{n} X_i = 1$.

Supposons, maintenant, que le degré d'aversion au risque des investisseurs est représenté par le symbole (ϕ). La fonction économique à maximiser (*Z*), s'écrira de la sorte :

$Z = \phi \, \mathrm{E}(R_p) - V(R_p)$ Sous contrainte : $\sum_{i=1}^{n} X_i = 1$.

Après reformulation de la fonction selon l'équation de Lagrange[23] :

$$Z = \phi \sum_{i=1}^{n} X_i \, E(R_i) - \sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{n} X_i \, X_j \, cov(R_i, R_j) + \lambda(1 - \sum_{i=1}^{n} X_i)$$

La fonction initiale de (*n*) variable, devient une fonction de (*n+1*) variables, à savoir : ($X_1, X_2, X_3, X_4, \ldots, \lambda$). Pour maximiser cette fonction, il faut que sa dérivée partielle soit nulle par rapport à toutes les variables (*n+1*). Soit :

[23] L'équation de Lagrange va permettre dans ce cas de résoudre le problème de maximisation sous contrainte.

$$\frac{\partial Z}{\partial X_1} = \phi\, E(R_1) - 2X_1 cov\,(R_1, R_1) - 2X_2 cov\,(R_1, R_2) - \cdots - 2X_n cov\,(R_1, R_n) - \lambda = 0$$

$$\frac{\partial Z}{\partial X_2} = \phi\, E(R_2) - 2X_2 cov\,(R_2, R_1) - 2X_2 cov\,(R_2, R_2) - \cdots - 2X_n cov\,(R_2, R_n) - \lambda = 0$$

……..

$$\frac{\partial Z}{\partial X_n} = \phi\, E(R_n) - 2X_n cov\,(R_2, R_1) - 2X_2 cov\,(R_2, R_2) - \cdots - 2X_n cov\,(R_n, R_n) - \lambda = 0$$

$$\frac{\partial Z}{\partial \lambda} = 1 - X_1 - X_2 - \cdots - X_n = 0$$

Soit : $cov(R_i, R_j) = \sigma_{ij}$

Nous aurons alors :

$$2X_1\sigma_{11} + 2X_2\sigma_{12} + \cdots + 2X_n\sigma_{1n} + \lambda = \phi\, E(R_1)$$

$$2X_1\sigma_{21} + 2X_2\sigma_{22} + \cdots + 2X_n\sigma_{2n} + \lambda = \phi\, E(R_2)$$

…….

$$2X_1\sigma_{n1} + 2X_2\sigma_{n2} + \cdots + 2X_n\sigma_{nn} + \lambda = \phi\, E(R_n)$$

$$X_1 + X_2 + \cdots + X_n = 1$$

Ce qui va donner sous forme de matrice :

$$\begin{pmatrix} 2\sigma_{11} & 2\sigma_{12} & \dots & 2\sigma_{1n} & 1 \\ 2\sigma_{21} & 2\sigma_{22} & \dots & 2\sigma_{2n} & 1 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 2\sigma_{n1} & 2\sigma_{n2} & \dots & 2\sigma_{nn} & 1 \\ 1 & 1 & \dots & 1 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} X_1 \\ X_2 \\ \dots \\ X_n \\ \lambda \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \phi E(R_1) \\ \phi E(R_2) \\ \dots \\ \phi E(R_n) \\ 1 \end{pmatrix}$$

Si nous remplaçons chaque matrice par (*A*), (*B*), (*X*) respectivement, cela va donner :

$$A = \begin{pmatrix} 2\sigma_{11} & 2\sigma_{12} & \dots & 2\sigma_{1n} & 1 \\ 2\sigma_{21} & 2\sigma_{22} & \dots & 2\sigma_{2n} & 1 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 2\sigma_{n1} & 2\sigma_{n2} & \dots & 2\sigma_{nn} & 1 \\ 1 & 1 & \dots & 1 & 0 \end{pmatrix} B = \begin{pmatrix} \phi E(R_1) \\ \phi E(R_2) \\ \dots \\ \phi E(R_n) \\ 1 \end{pmatrix} \quad X = \begin{pmatrix} X_1 \\ X_2 \\ \dots \\ X_n \\ \lambda \end{pmatrix}$$

La résolution de ce système d'équation revient à résoudre la fonction : $A \times X = B$

D'où : $X = A^{-1} \times B$

Pour calculer le poids de chacun des actifs qui constituent le portefeuille (et qui sont au nombre de *n*), il faut procéder par l'inversion d'une matrice composée de (*n+1*) colonnes et de (*n+1*) lignes. C'est un travail difficile à effectuer, surtout lorsque les portefeuilles sont composés de plusieurs actifs[24].

c)- Les concepts de la Théorie Moderne du Portefeuille de chez Markowitz

Dans sa Théorie Moderne de Portefeuille, Markowitz défend deux idées-forces. La première concerne la notion de frontière efficiente. La seconde quant à elle porte sur la notion d'actif sans risque.

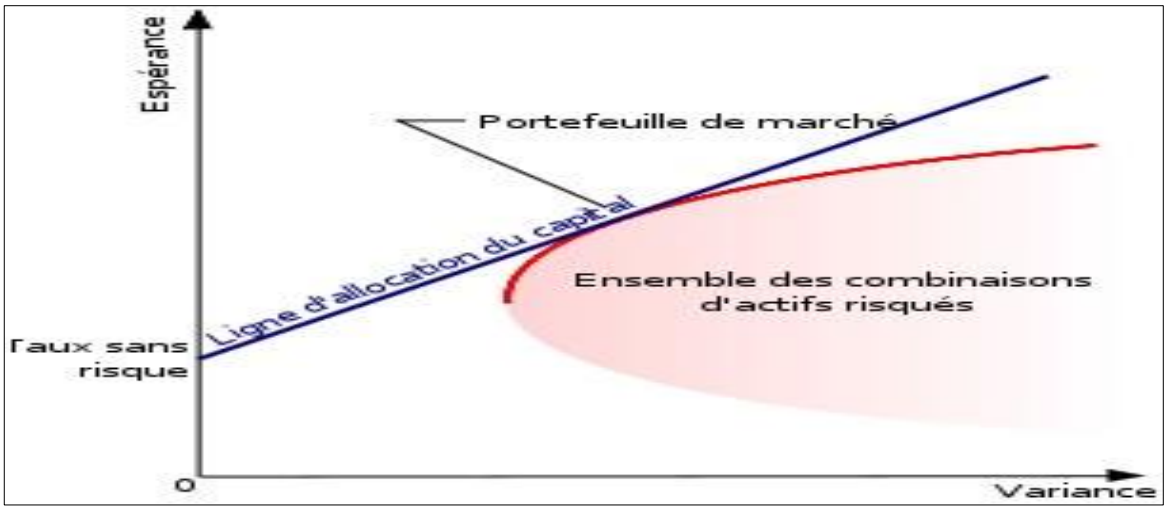
La frontière efficiente de Markowitz

La frontière efficiente est la représentation graphique de la ligne d'action optimale sur laquelle se situe l'ensemble des portefeuilles présentant la meilleure combinaison du couple risque/rendement.

Pour tracer la frontière efficiente, il y'a lieu de représenter graphiquement le couple risque/rendement de chaque actif financier. Sur la Figure I.1, qui représente la frontière efficiente, l'ensemble des portefeuilles qui se situent en dessous de la courbe maximisent le rendement pour un niveau de risque donné, et inversement (c'est-à-dire qu'ils procurent un risque minimum pour un niveau de rentabilité donnée). Ainsi, Markowitz estime que les portefeuilles qui se situent sous la courbe ne doivent pas intéresser les investisseurs, contrairement à ceux qui se situent sur la courbe.

[24] Le modèle de Sharpe, qui sera présenté par la suite, est venu pour alléger la lourdeur des calculs nécessaires à l'inversion de la matrice.

Fig. I.1. La frontière efficiente chez Markowitz



Source : Établie selon le modèle de Markowitz, 1959.

La notion d'actif sans risque chez Markowitz

Selon Markowitz, le portefeuille peut être constitué d'actifs sans risque. Ces derniers sont assimilés aux obligations de l'État, dont l'échéance est de cout terme et les rendements connus d'avance. Partant du principe que la variance des emprunts d'État est nulle, les investisseurs peuvent leur agréger d'autres actifs, en fonction du degré de leur aversion au risque.

Sur la Figure I.1, l'actif sans risque dans le portefeuille du marché est représenté par une demi-droite tangente à l'hyperbole formée par la frontière efficiente. Sur le point de tangence, le portefeuille optimal ne contient que des actifs risqués.

Ceci étant, la Théorie Moderne du Portefeuille élaborée par Markowitz lui a valu le prix Nobel d'Economie, en 1990. Par ailleurs, les hypothèses, quelque peu parfaites, dans lesquelles il situe sa théorie ont soulevé de nombreuses critiques qui se résument en trois points. Primo, la corrélation entre les différents actifs évolue dans le temps. Elle n'est pas constante comme le mentionne Markowitz. Secondo, la courbe de distribution des rendements ne prend pas en compte les événements improbables, telle que les krachs boursiers, car elle est gaussienne. Tertio, les investisseurs ne sont pas toujours parfaitement rationnels.

L'autre problème que soulevait l'utilisation du modèle de Markowtiz se posait lors de son application à un grand nombre de valeurs. Ce qui nécessitait la mobilisation d'une puissante calculatrice du fait de l'ampleur des matrices des covariances. La procédure à suivre pour

estimer les corrélations des rendements pour chacune des valeurs constitutives d'un portefeuille[25] était très lourde et entrainait une perte dans la rigueur de la méthode (Cobbaut, 1997., pp. 155-156).

En réponse aux limites que présente le MEDAF, plusieurs travaux proposent de résoudre le problème, soit en faisant intervenir les contraintes linéaires sur les pondérations des actifs, ou bien en recourant à une méthode simple qui s'inscrit dans le cadre du modèle proposé par Sharpe.

1-2-2- William Sharpe et le Modèle de Marché

Pour pallier les insuffisances d'ordre pratique du MEDAF, l'économiste américain William Sharpe, propose en 1963 une méthode simplifiée de sélection des portefeuilles efficients appelés *« Modèle de Marché »*. En 1964, il publie un autre travail dans lequel il définit les conditions d'équilibre d'un marché efficient, où les investisseurs sont rationnels en se conformant aux principes de diversification efficiente dans leur choix de portefeuille (Cobbaut, Gillet, Hubner, 2015., p. 16).

Pour déterminer un portefeuille efficient, Markowitz propose trois étapes : tout d'abord, il calcule les probabilités des rendements futurs de chaque titre contenu dans le portefeuille. Ensuite, il détermine un ensemble de portefeuilles efficaces à travers l'analyse de ces estimations. Et enfin, il sélectionne parmi l'ensemble des portefeuilles efficients ceux qui optimisent les préférences des investisseurs (Albouy, et al., 2003., p. 34). L'apport de Sharpe à la gestion de portefeuille se situe au niveau de la deuxième étape du processus de Markowitz.

Sharpe propose de passer de l'équilibre partiel à l'équilibre général du marché. Il postule que les niveaux de rentabilités des actifs d'un portefeuille résultent d'un facteur de base commun à tous les actifs. Ce qui s'explique par la rentabilité du marché dans son ensemble, et d'une composante relative à chaque titre.

a)- La modélisation mathématique du Modèle de Marché

[25] Selon le MEDAF, pour un portefeuille de 100 valeurs, il faut calculer 4 950 estimations de corrélation des rendements (Cobbaut, 1997., p. 155).

Étant donné que Sharpe stipule, dans son hypothèse[26], que les variations des rentabilités des titres d'un portefeuille dépendent linéairement de facteurs spécifiques aux entreprises émettrices, conjugués à des facteurs communs à tout le marché, la représentation mathématique de Modèle de Marché prendra la forme d'une régression linéaire, comme suit :

$$Rit = \alpha i + \beta i\, RMt + \varepsilon it$$

Avec :

Rit : La rentabilité du titre (*i*) à la période (*t*), c'est une variable indépendante ;

RMt : Rentabilité de l'indice de marché ou d'un indicateur économique donné (indice des prix, indice du produit national brute, etc.), à la période (*t*) ;

αi et βi : Ce sont des coefficients non biaisés des paramètres propres au titre (*i*). Ils s'obtiennent par la régression linéaire des rendements du marché sur les rendements d'un actif pour une même période : $\beta i = \frac{cov(Rit,RMt)}{var(RMt)}$.(α)désigne l'intersection de la droite de régression avec l'axe des ordonnées. Autrement dit (α) désigne la rentabilité du titre lorsque la rentabilité du marché est nulle ;

εit : Une variable aléatoire qui désigne le rendement résiduel à la période (*t*), c'est la marge d'erreur. Cette variable possède les propriétés suivantes : $E(\varepsilon it) = 0$, $cov(\varepsilon it, \varepsilon jt) = 0$, $cov(\varepsilon it, RMt) = 0$.

Dans ce modèle de Sharpe, les rendements résiduels (εit) ne sont pas corrélés avec la rentabilité du marché. Par conséquent, le risque total d'un actif se décompose en deux : le risque systématique[27] (attribuable à l'ensemble du marché et non diversifiable), et le risque non systématique[28] (spécifique au titre) qui est diversifiable.

Sachant que la variance permet d'identifier le risque, le modèle de marché s'écrira :

[26] Contrairement au MEDAF, l'hypothèse de Sharpe n'a pas de fondement théorique. C'est un modèle unifactoriel (modèle à un indice) purement empirique, représenté par une régression linéaire simple. L'avantage de ce modèle réside dans sa simplicité, mais surtout dans le fait qu'il tienne compte d'un grand nombre de possibilités d'interrelations entre titres.

[27] Le risque systématique est attribué aux mouvements généraux du marché et de l'économie. Il peut être influencé par plusieurs paramètres tels que l'inflation, les crises, la récession, etc. Le risque systémique ne peut être éliminé par le biais de la diversification.

[28] Le risque non systémique est attribuable à des facteurs dont l'influence se fait sur une firme (ou un ensemble de firmes). Ce sont des facteurs conjoncturels à l'exemple des grèves. Ces derniers sont aléatoires et le risque qu'ils engendrent, peut-être annuler en détenant un portefeuille largement diversifié.

$$var(Rit) = var(\alpha i) + var(\beta itRMt) + var(\varepsilon it)$$

Puisque (αi) est une constante : $var(\alpha i) = 0$

Et : $var(\beta itRMt) = \beta i^2 var(RMt)$

Donc :

$$var(Rit) = \beta i^2 var(RMt) + var(R\varepsilon it)$$

Avec : $\beta i^2 var(RMt)$: Risque systématique non diversifiable ;

$var(R\varepsilon it)$: Risque non systématique diversifiable.

Le rôle du coefficient (β)

Le coefficient (β) permet de mesurer le risque systématique d'un titre. Plus ce dernier est élevé, plus le titre en question comporte un risque systématique important.

L'interprétation du (βi) est la suivante :

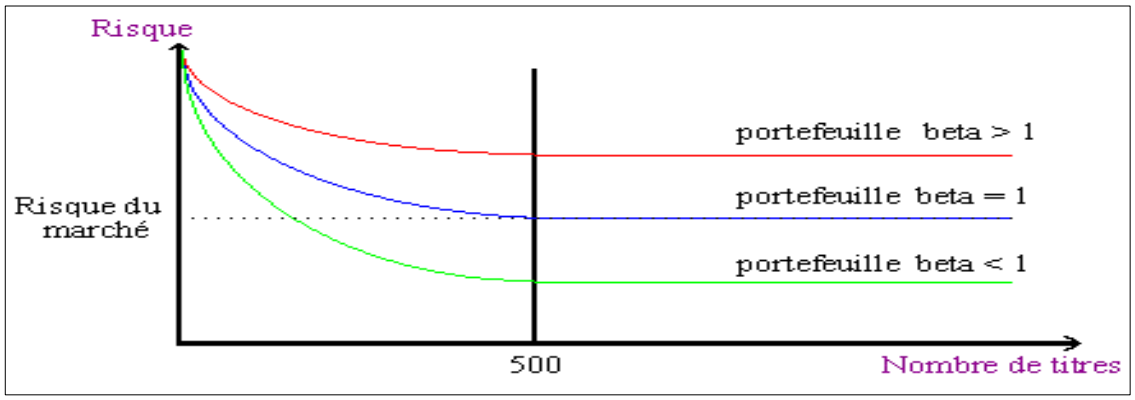
$\beta i = 1$: l'investissement présente le même risque que le marché. Ça indique le portefeuille qui contient tous les titres du marché. Il devrait par conséquent, être parfaitement diversifié ;

$\beta i > 1$: le portefeuille amplifie les mouvements du marché ;

$\beta i < 1$: le portefeuille amoindrit les mouvements du marché.

La Figure I.2 illustre, à travers le coefficient (β), le rôle de la diversification dans la réduction du risque d'un portefeuille. Nous constatons que, pour trois portefeuilles de coefficient (β) différent, le risque diminue quand le nombre des titres augmente.

Fig. I.2. Illustration du rôle de la diversification dans la réduction du risque d'un portefeuille, à travers le coefficient (β)



Source : Établie selon le modèle de Sharpe. 1963-1970.

b)- La droite de marché de Sharpe *« Capital Market Liner »* (CML)

La droite de marché, proposée par Sharpe, est *« fondée sur l'hypothèse que tout investisseur a la possibilité de prêter ou d'emprunter au taux sans risque »* (Albouy, et al., 2003., p. 39).

La droite CML, qui a pour origine le taux sans risque, est tangente à la frontière efficiente de Markowitz. Sur la Figure I.3, le portefeuille (*m*), qui est le point de rencontre entre la droite dont le point de départ correspond à la rentabilité (*rf*), au risque zéro et qui touche la frontière efficiente, est un portefeuille qui procure à son détenteur une rentabilité supérieure par rapport au taux sans risque. Cette rentabilité supérieure se justifie par le risque supplémentaire supporté par l'investisseur.

Dans une hypothèse où les investisseurs choisissent des portefeuilles situés sur la CML, qui sont des portefeuilles parfaitement diversifiés où le risque non systémique est nul, l'équation de la CML s'écrira comme suit :

$$E(P) = rs + [E(Rm) - rs]\beta_p$$

$$E(P) = rs + \lambda\beta_p$$

Avec :

$E(P)$: Espérance de rendement d'un portefeuille parfaitement ou imparfaitement diversifié ;

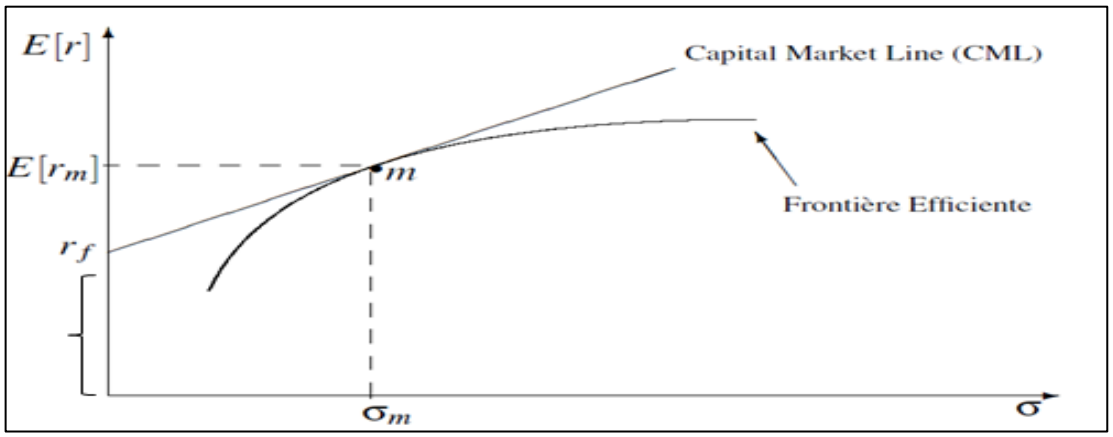
rs : Taux de rendement d'un portefeuille sans risque ;

β_p : Le coefficient (β) du portefeuille $\left[\beta_p = \frac{cov(R_p,R_m)}{\delta^2(R_m)}\right]$;

λ : La prime de risque par unité $[\lambda = E(R_m) - rs]$;

$\lambda\beta_p$: La prime de risque exigée sur un portefeuille.

Fig. I.3. Représentation graphique de la droite de marché (CPL)



Source : Établie selon le modèle de Sharpe. 1963-1970.

Dans son analyse de portefeuille, Sharpe divise le prix de chaque actif financier en deux : *« le prix du temps, qui est le taux sans risque, et le prix du risque, qui est l'excédent de rentabilité attendue par unité de risque supplémentaire, et qui correspond à la pente de la droite de marché. Les portefeuilles situés sur cette droite dominent ceux situés sur la frontière efficiente de Markowitz. »* (Albouy, et al., 2003., p. 40).

I-3- La mathématisation de la finance et l'univers de Von Neumann & Morgenstern

En finance, la mise en place de modèles économétriques composés de plusieurs variables mathématiques reliées entre elles par des relations algébriques, permet d'établir des

scénarii et des modèles donnant lieu à l'élaboration de projections de l'objet étudié[29], ainsi qu'une meilleure visibilité dont le rôle est prépondérant dans le processus de pris de décision.

Utilisée dans l'industrie financière, la modélisation joue un triple rôle. Tout d'abord, elle permet d'estimer, avec plus ou moins d'exactitude, la valeur d'un placement. Ensuite, elle permet de prévoir les gains attendus de ce placement. Et finalement, la modélisation est un outil indispensable pour mesurer et chiffrer le risque.

En matière de gestion de portefeuille, le recours à la modélisation remplit une double fonction. D'une part, c'est un outil de quantification qui représente et explique la réalité du marché. D'autre part, la modélisation sert à établir et à prévoir les évolutions futures du couple risque/rendement. Dans un contexte d'incertitude, les relations algébriques entre variables font intervenir les deux paramètres, à savoir le temps et le risque.

I-3-1- Emergence de l'économétrie et mathématisation de la finance

Par définition, le terme économétrie[30] désigne l'étude quantitative des différentes corrélations qui existent entre les phénomènes économiques, à travers leur description par des observations statistique, permettant ainsi la construction de modèles.

En tant que discipline rattachée à la science économique, l'économétrie a émergé dans un contexte où dominait le recours aux instruments statistiques, combinés aux propositions théoriques. Ainsi, les modèles économétriques dont la résolution fait appel à des équations plus ou moins complexes sont étroitement liés à une théorie.

L'apparition des premiers travaux ayant recouru à la modélisation remonte au XX^{e} siècle. Cependant, la contribution la plus fondamentale en économétrie n'est apparue qu'en 1973, avec la publication des travaux de Black & Scholes qui servent à prévoir le prix des options. Toutefois, la thèse de Bachelier comportait déjà une pertinente utilisation des modèles mathématiques.

[29] L'objet étudié peut concerner l'évolution d'un actif financier en bourse, la décision d'achat ou de vente d'un titre en fonction de la situation financière de l'entreprise émettrice, l'estimation de la rentabilité d'un projet en fonction des hypothèses de réussite et d'échec, ou l'étude de la pertinence d'une opération de fusion et/ou d'acquisition d'un concurrent.

[30] Le mot « économétrie » a vu le jour durant les années 1930, lorsqu'une société d'économétrie fut créée par Fisher & Frisch, suivie par la création de la revue Econométrica en 1933. Cela dit, les pratiques économétriques ne datent pas des années 1930. Les travaux de Bachelier et de Regnault (son prédécesseur) contenaient des études économétriques.

Dans sa thèse de doctorat en 1900, Bachelier a fortement contribué à l'émergence de l'économétrie du fait que son travail portait sur une technique novatrice. Cette dernière consiste en la confrontation de la théorie à des observations réelles, dans le souci d'effectuer une comparaison. En ce sens, les observations empiriques représentaient pour Bachelier *« des applications »* (Bachelier, 1900., p. 75) permettant de tester la validité des relations énoncées dans la théorie. D'un point de vue strictement économique, la démarche entreprise par le mathématicien Bachelier est d'une originalité particulière. Ce qui se justifie par la rareté de la modélisation des phénomènes économiques, à son époque. Toutefois, *« la démarche de Bachelier semble s'inscrire dans une voie partiellement tracée par Regnault »*[31] (Jancovich., Le Gall., 2002, p. 19).

Aux États-Unis, la mathématisation de la finance a vu le jour à la suite des pertes engendrées par le krach boursier de 1929, lorsque Cowles publie une étude en 1933 dans laquelle il plaide le caractère aléatoire que suivent les variations boursières. C'est ainsi que fut lancée une série de travaux en économétrie portant sur l'étude du caractère aléatoire et imprévisible des cours boursiers indépendamment des travaux de Bachelier (Jovanovic, 2009), qui n'étaient pas connus aux États-Unis à cette époque. L'idée de départ des travaux en économétrie était de tester la prévisibilité des cours à travers le choix d'un certain nombre d'outils quantitatifs de gestion de portefeuille.

Cependant, du fait de la particularité de la science économique qui s'intéresse aux comportements humains et sociaux, le recours à la modélisation nécessite une approche spécifique, car l'être humain se caractérise par sa liberté. Dès lors, les hypothèses sur lesquelles est construit le modèle peuvent très vite tourner en sa défaveur, et constituer l'élément de sa remise en cause. Car il suffit de modifier une hypothèse pour fausser les conclusions de tout un modèle. Pour aspirer vers le réalisme des hypothèses[32], il est important de ne pas limiter son raisonnement à l'échelle individuelle, mais d'avoir une vision beaucoup plus large englobant l'ensemble de la société. Cette vision doit être aussi simple que possible, pour traduire les motivations qui guident les comportements humains. En ce sens, la mathématisation de la

[31] Les travaux de modélisation des variations des cours boursiers effectués par Louis Bachelier représentent une continuation de ceux entamés par Regnault dans le *« Calcul des chances et philosophie de la Bourse »* (1863).
[32] Certains économistes, à l'image de Milton Friedman, estiment que le réalisme des hypothèses peut être négligé, si ce dernier remplit pleinement ces trois rôles (permettre de comprendre le fonctionnement de la société, faire des prévisions, informer les responsables sur les conséquences de leurs décisions et de la politique économique). Néanmoins, pour assurer l'efficacité du modèle et sa capacité à décrire la réalité, il serait plus judicieux de formuler les hypothèses qui se rapprochent le mieux de cette réalité.

finance a été partiellement remise en cause à partir des années 80 notamment, à la suite de la publication des travaux de Kanheman & Tversky (Gillet, 2013).

I-3-2- Bref aperçu sur l'univers de Von Neumann & Morgenstern

L'économie néoclassique a été révolutionnée par la publication de l'ouvrage intitulé *'Theory of Games and Economic Behavior'* par le mathématicien Von Neumann et l'économiste Morgenstern. Dans ce livre, les deux auteurs posent les fondements d'un cadre théorique robuste bâti autour d'hypothèses pertinentes qui supposent la rationalité absolue des investisseurs, ainsi que leur obstination à maximiser l'espérance de leur gain sous contrainte de risque et d'absence d'opportunité d'arbitrage. Les deux auteurs définissent ainsi un univers normé avec des axiomes standards de prise de décision rationnelle. Le théorème de Von Neumann & Morgenstern décrit le processus de prise de décision en se basant sur une méthode rationnelle, formulée dans un univers ou deux agents appelés « adversaires » (entreprises concurrentes, États en guerre ou encore des investisseurs), qui doivent prendre leurs décisions de manière simultanée, s'affronteraient sachant que tout gain de l'un signifierait la perte de l'autre. La fonction des agents étant de faire des choix dans un environnement imprévisible et aléatoire, le théorème de Von Neumann et Morgenstern identifie les probabilités qu'il serait pertinent d'attribuer à chaque stratégie possible.

Toutefois, ce modèle a été remis en cause du fait de l'inadéquation de ces hypothèses à la réalité, d'une part, et des critiques formulées à l'encontre de la théorie sous-jacente de l'utilité émise par les deux auteurs pour justifier la mesure du gain en situation d'incertitude, d'autre part. De même, nous verrons dans les prochaines sections que les heuristiques comportementales apparaissent souvent comme une solution de repli lorsque les axiomes standards de Von Neumann & Morgenstern de prise de décision rationnelle ne décrivent pas les choix des investisseurs (Forbes, et al., 2015).

Finalement, nous retiendrons que la théorie financière moderne s'est construite, depuis les travaux des précurseurs Regnault et Bachelier jusqu'aux pionniers Markowitz et Sharpe, et continue à se performer. Fondée sur des ambitions théoriques et empiriques, la théorie financière touche à des réflexions fondamentales, et essaye de comprendre, d'expliquer et de modéliser le fonctionnement des marchés financiers, mais aussi l'évaluation des actifs financiers.

Dans le souci de formaliser l'organisation et le fonctionnement des marchés financiers et l'ensemble des produits qui y sont traités, la théorie financière tend à établir une comparaison entre le risque réel d'un actif et sa volatilité passée. La plupart de ces théories sont construites sous l'hypothèse d'efficience des marchés financiers qui sera développée dans la section suivante.

Section 2 :

La théorie de l'efficience des marchés financiers

La théorie financière moderne est constituée de plusieurs théories portant sur le MEDAF, l'évaluation par arbitrage (MEA *« Modèle d'Évaluation des Actifs »*), la théorie de portion, de signalisation, d'agence, de portefeuille, des marchés contingents, ainsi que l'efficience informationnelle des marchés financiers. Cette dernière est l'épine dorsale de toute la théorie financière.

En effet, l'hypothèse sous-jacente à toute la théorie financière moderne et celle de l'efficience des marchés financiers, qui suppose entre autres qu'aucun investisseur ne peut « battre le marché ». Cette section a pour objet d'examiner la revue de la littérature qui a été faite à ce sujet à travers trois points. Dans le premier, nous nous attacherons à développer l'apport du pionnier Eugène Fama à cette théorie. Le second point sera consacré aux différentes dimensions d'efficience ainsi qu'aux hypothèses sur lesquelles elle repose. Le troisième et dernier point consistera à exposer les deux dimensions fondamentales de l'efficience, à savoir la rationalité et l'information.

2-1- Eugène Fama : le pionnier de la théorie de l'efficience des marchés financiers

La théorie de l'efficience des marchés financiers suppose que les cours des actifs évoluent en fonction du flux d'informations intégré dans les prix, de telle sorte à ce qu'ils s'ajustent immédiatement à l'arrivée de toute nouvelle information pertinente. En ce sens, les prix des actifs suivent une marche aléatoire dans leur évolution, et il est quasiment impossible de prévoir les prix futurs.

2-1-1- Les premiers jalons de l'efficience des marchés financiers

Nonobstant que la plupart des modèles de la théorie financière moderne furent construits sous l'hypothèse de marchés efficients, la théorie de l'efficience n'a émergé autant que telle que durant les années 1960 grâce à Eugène Fama. Cependant, une revue de la littérature

s'impose pour comprendre le passage du modèle de marché aléatoire à la théorie de l'efficience des marchés financiers.

a)- Du modèle de marche aléatoire à l'efficience des marchés

Les premières bases de la théorie de l'efficience[33] des marchés financiers furent posées au début du XX^{ème} siècle, lorsque Louis Bachelier (1900) démontra dans sa thèse que les cours boursiers suivent une marche aléatoire. Par la suite, deux contributions sont venues tester l'application du modèle de marche aléatoire aux variations boursières : Working (1934) apporte une réflexion dans laquelle il utilise des graphiques de simulation des fluctuations de cours réels, pour démontrer que même les fluctuations artificielles des cours suivent des trends apparents. Trois ans plus tard, Cowles et Jones (1937) défendaient dans leurs travaux l'idée selon laquelle les cours des actions obéissaient à des mouvements prédictibles[34] (Ferhati, Amiar., 2020).

Par ailleurs, les contributions les plus pertinentes restent celles de Kendall (1953), qui affirma l'indépendance des variations des cours boursiers par rapport aux données passées, et conforta ainsi l'impossibilité de prédiction des fluctuations futures. En plus de la contribution de Roberts (1959), qui constata une certaine correspondance entre des données générées au hasard et des données réelles observées sur le marché. Ces études, apparues après le krach boursier de 1929, postulent que les variations des cours sont imprévisibles, étant donné que la crise ne fut pas anticipée. Ce postulat, par opposition aux analyses chartistes[35], recourt à la marche aléatoire dans le souci de modéliser l'imprévisibilité des variations des cours.

Dans ce même sillage, Osborne (1959) soutient le modèle de marche aléatoire en avançant la possibilité de représentation des variations des cours boursiers sous forme logarithmique.

---

[33] Le terme *« efficience »* d'origine anglaise signifie *« efficace »*. Il renvoie à la capacité d'un élément ou d'un agent à remplir sa fonction et à obtenir l'effet ou le résultat escompté. Selon le paradigme néo-classique, un système de transaction est qualifié d'efficient s'il s'avère capable de produire des allocations Pareto efficientes (Cobbaut, 1997., p. 290).

[34] En 1960, Clows remet en cause ses résultats dans un article, où il postule que l'utilisation des variations des cours mensuelles ne permet pas d'anticiper les variations futures des prix.

[35] L'analyse chartiste désigne l'analyse graphique. Par définition, cette analyse consiste en un système de prise de décision basé sur une méthode d'évaluation, qui consiste à étudier les évolutions historiques des cours contenus dans les graphiques, pour pouvoir anticiper l'évolution des actifs sous-jacents en identifiant les signes de retournement de tendances. Autrement dit, c'est un système de prise de décisions fondée sur la recherche de configurations graphiques contenant des données historiques.

Ce n'est que près d'un demi-siècle après les travaux de Bachelier, que Samuelson (1965) commence à formaliser la théorie de l'efficience des marchés financiers dans un article où il affirme la fluctuation aléatoire de prix correctement anticipés. De ce fait, dans le cas où les marchés intégreraient l'ensemble de l'information disponible, la variation des cours de façon aléatoire ne peut être que le résultat de nouvelles informations non connues et non anticipées. Pour fournir une formalisation mathématique à son explication, Samuelson assimile les variations aléatoires des cours à une martingale, car pour lui, ils ne répondent pas à un mouvement brownien du fait qu'ils résultent de la loi de l'offre et de la demande (Ferhati, Amiar, 2020). Ainsi, il propose de modéliser les variations boursières de la sorte :

$$E(P_{t+1}/\phi_t) = P_t$$

Ce qui signifie que l'espérance conditionnelle $E(P_{t+1}/\phi_t)$ de la variable aléatoire (P) à l'instant $(t+1)$, par rapport à l'ensemble d'informations disponibles en(t) noté (ϕ_t), est égale à la valeur de la variable (P) au temps (t). Par ailleurs, à travers l'application de l'équation du jeu d'équilibre (ou jeu équitable) à la martingale, Samuelson formule l'équation d'équilibre correspondante au marché financier :

$$E(P_{t+1} - P_t/\phi_t) = 0$$

Ce qui revient à dire que les rendements boursiers forment un jeu d'équilibre, lorsque la valeur actualisée des revenus futurs suit une martingale[36]. Cette nouvelle formulation proposée par Samuelson semble justifier les quelques corrélations dans les mouvements des cours boursiers, constatés par un certain nombre de tests empirique qui ont tenté de valider le modèle de marche aléatoire (Ferhati, Amiar, 2020).

b)- Eugène Fama

Toutefois, c'est à Fama (1965) que revient le mérite d'avoir officiellement formulé la théorie de l'efficience des marchés financiers, en donnant une définition plus affinée à l'hypothèse d'efficience sur laquelle est fondée toute la théorie financière moderne. Ainsi, il postule dans son article de 1965 qu'un marché est dit efficient si et, seulement si, le prix de chaque actif financier côté sur ce marché intègre, immédiatement, toute l'information

[36] Pour construire cette équation, Samuelson part de l'équation $E(R_t/\phi_t) = 0$, qui renvoie un jeu d'équilibre propre au processus stochastique (R_t), et qui signifie que l'espérance conditionnelle de la variable (R_{t+1}) par rapport à l'ensemble d'informations (ϕ_t) est égale à zéro.

disponible relative à ces actifs. Autrement dit, les prix pratiqués sur les marchés financiers sont une très bonne estimation de la valeur intrinsèque des actifs cotés. (Fama, 1965).

Cette première définition énoncée par Fama, semble trop rigide. En effet, pour qualifier un marché d'efficient il est nécessaire de réunir un certain nombre de conditions rarement observées simultanément sur le marché, telles que la rationalité des investisseurs et leur atomicité, ainsi que la disponibilité et la gratuité de l'information. Or, dès que l'une de ces conditions est affectée, le prix est aussitôt atteint.

À la suite des critiques suscitées par la définition énoncée par Fama en 1965, il propose dans un nouvel article publié en 1970 une formulation mathématique détaillée de sa théorie selon laquelle :

$$E\left(P_{j,t+1}/\phi_t\right) = P_{j,t}\left[1 + E\left(R_{j,t+1}/\phi_t\right)\right]$$

Avec :

$P_{j,t+1}$: La valeur du titre (j) à l'instant (t+1) ;

ϕ_t : L'information disponible à la période (t) ;

$R_{j,t+1}$: La rentabilité du titre (j) ;

E(X) : Espérance mathématique de la variable aléatoire (X).

Cette équation permet de déterminer le taux de rentabilité espéré du titre (j) à l'instant (t+1) lorsque le prix reflète toute l'information disponible. Par conséquent, un marché est dit efficient si cette équation est vérifiée pour l'ensemble des titres cotés sur ledit marché (Gillet, 2006).

2-1-2- Les hypothèses de la théorie de l'efficience des marchés financiers

Afin que le marché estime à sa juste valeur le prix des actifs qui y sont cotés, Eugène Fama suppose qu'un certain nombre de conditions, relatives au fonctionnement du marché et au comportement des investisseurs, soient remplies.

a)- La rationalité des investisseurs

Cette première hypothèse suppose que les agents qui interviennent sur le marché financier prennent leur décision en fonction de l'utilité qui en découle. En ce sens, un

investisseur rationnel opérera sur le marché en cherchant à maximiser l'espérance de sa fonction d'utilité[37].

Pour déterminer l'espérance de sa fonction d'utilité, un investisseur va se baser sur les probabilités d'occurrence des évènements futurs. Et en fonction de ça, il associe à chaque niveau d'utilité un niveau de satisfaction et un niveau de risque qu'il est prêt à encourir. Or, pour que les investisseurs soient totalement rationnels, ils doivent avoir accès à toute l'information disponible sur le marché. C'est pour cela que l'hypothèse de rationalité des investisseurs considère qu'ils sont tous égaux face aux informations. En fait, pour avoir un comportement rationnel, les réactions des investisseurs doivent être cohérentes aux informations qu'ils perçoivent.

Toutefois, la rationalité des investisseurs est l'hypothèse la plus contestée de la théorie de l'efficience. En effet, de nombreux facteurs psychologiques influent sur les décisions des investisseurs limitant ainsi leur rationalité.

b)- La disponibilité et la gratuité de l'information

Cette deuxième hypothèse est indissociable de la première, car la disponibilité et la gratuité de l'information permettent à tous les investisseurs de bénéficier de cette dernière, quel que soit leur statut, ce qui permet au marché de refléter toutes les décisions instantanées des investisseurs. Autrement dit, Fama considère que tous les agents sur le marché arrivent à obtenir l'information sans que cela leur génère des frais supplémentaires.

Contrairement à la première hypothèse, celle-ci est la plus facilement vérifiée. Ce qui s'explique par le fait que, de nos jours, l'interconnexion des marchés financiers et la diffusion de l'information par des agences de presse lui permettent une circulation fluide entre les différents opérateurs du marché. Il en ressort que l'information est diffusée auprès de tous les investisseurs de façon simultanée. Ce qui leur permet de la traiter en temps réel, et d'agir immédiatement en l'intégrant instantanément dans leur prise de position sur le marché.

Par ailleurs, la circulation de l'information peut être limitée par deux contraintes. D'une part, la structure organisationnelle d'un marché financier peut constituer un élément de blocage, dans la mesure où le temps nécessaire au traitement de l'information peut diminuer la vitesse de son intégration pour l'ajustement des prix. D'autre part, l'accès à l'information est limité

[37] Celle-ci se traduit par une satisfaction qui peut être engendrée par une consommation ou une richesse future.

pour les investisseurs individuels, qui ne lui accèdent qu'avec un certain décalage dû au temps nécessaire pour que les informations diffusées par les agences de presse soient diffusées par les journaux financiers (Gillet, 1999., p. 23).

c)- L'absence de coût de transactions et de taxes boursières

Cette troisième hypothèse est aussi difficile à vérifier que la première à cause de l'existence des coûts de transaction et de taxes boursières.

Chaque transaction effectuée sur le marché financier engendre des frais de courtage[38], des droits de garde[39] et des taxes boursières, qui servent à rémunérer les intermédiaires qui interviennent pour exécuter les opérations financières. En réalité, ces coûts de transaction se subdivisent en deux catégories (des coûts de transaction directs ou explicites et des coûts implicites).

Les coûts directs ou explicites : correspondent aux commissions et aux frais de courtages perçus par les intermédiaires, ainsi que les impôts de bourse. Les coûts de transaction explicites sont difficiles à estimer, car ils varient d'une firme de courtage à une autre.

Les coûts de transaction implicites : découlent des imperfections du marché. En d'autres termes, c'est l'écart entre le cours offert et le cours demandé (bid/ask spread). On distingue deux types d'écarts bid/ask : l'écart coté qui correspond à la compensation pour la liquidité que fournissent les teneurs de marchés, et l'écart effectif qui dépend de la capitalisation boursière et qui est directement lié à la liquidité du titre.

L'ensemble de ces coûts affectent les réactions des investisseurs dans la mesure où ces derniers ne réagissent aux informations que s'ils estiment qu'elle est *« susceptible de faire varier le cours d'un montant supérieur au coût de la transaction »* (Gillet, 1999., p. 25). En ce sens, le montant des coûts de transaction [40]qui dépend de la taille de la transaction, du nombre de teneurs de marchés et du stock total des titres constitue des *« barrières à la sortie »* qui

[38] Les frais de courtages sont des frais prélevés par les intermédiaires financiers à l'occasion d'une transaction (achat ou vente de titre), d'une mise en relation ou d'une prestation. Le montant de ces frais est proportionnel au montant de l'ordre passé.

[39] Les droits de garde sont des frais perçus par les sociétés de bourse ou les banques, prélevés sur les clients qui détiennent un portefeuille de valeurs mobilières. Ces frais sont issus de la garde et des opérations sur titre réalisées pour le compte du client. Leur montant est calculé en fonction de la taille du portefeuille détenu, et des titres qui le composent, et prennent la forme d'une somme forfaitaire.

[40] Le montant des coûts de transaction implicites est beaucoup plus élevé sur les marchés émergents contrairement aux marchés développés. Ceci s'explique par les innovations technologiques et la rude compétition à laquelle se livrent les bourses et les courtiers sur les marchés développés.

peuvent annuler les gains éventuels des investisseurs, les poussant ainsi à ne pas investir. En effet, un investisseur qui estime que les coûts de transaction et les taxes boursières peuvent annuler ses gains potentiels renonce à sa transaction.

d)- L'atomicité des investisseurs et la liquidité

La théorie de l'efficience des marchés financiers repose, entre autres, sur l'hypothèse d'une parfaite atomicité et d'une totale liquidité. Cette hypothèse suppose qu'aucun investisseur ne doit avoir la capacité d'influencer le marché avec une simple intention de vente ou d'achat d'une importante quantité de titres, de telle sorte à ce qu'il y ait un risque de contrepartie.

Fondamentalement, la liquidité d'un marché financier dépend de la présence d'un nombre suffisant de contreparties prédisposées à participer aux échanges. Ces dernières sont conditionnées par trois paramètres, à savoir : les anticipations des investisseurs, leur aversion au risque et les informations disponibles. Pour éviter une situation d'illiquidité, il faut qu'il y'ait une certaine hétérogénéité entre les anticipations et les comportements, de telle sorte à garantir l'absorption des ordres d'achat et/ou de vente (Bervas, 2006., p. 70).

Par conséquent, la présence d'un nombre important d'investisseurs actifs sur le marché permettrait de réduire les écarts entre les prix du marché et la valeur fondamentale des actifs. D'après Fama, l'existence d'une atomicité entre investisseurs ne permet à aucun d'entre eux d'influencer, à lui seul, le prix du marché. Ce dernier, étant la résultante de l'ensemble des comportements individuels. Autrement dit, *« les actions conjuguées des nombreux opérateurs doivent amener le prix réel à fluctuer au hasard autour de la valeur intrinsèque. Si les divergences entre les prix réels et les valeurs intrinsèques sont systématiques plutôt que de nature aléatoire, la connaissance de ces divergences doit aider les opérateurs intelligents à mieux prédire le cheminement par lequel les prix réels vont se mouvoir en direction des valeurs intrinsèques. [...] Et bien que l'incertitude concernant les valeurs intrinsèques demeure, les prix réels vont fluctuer aléatoirement autour de celles-ci »* (Fama, 1965). Or, cette condition peut être compromise par la présence de gros détenteurs d'actifs qui agissent pour des fins stratégiques[41].

En somme, la réalisation de ces conditions donne lieu à trois hypothèses proposées par E. Fama et Paul Samuelson :

[41] Ici, il s'agit des gros porteurs qui détiennent des volumes importants d'actions d'une entreprise et qui cherchent à maintenir leur notoriété sans pour autant intégrer l'information dans leur prise de décision.

- Le marché est efficient, car les investisseurs sont rationnels, et par ricochet les titres sont évalués de façon rationnelle et objective ;
- Le marché est efficient, car même si les investisseurs ne sont pas tous rationnels leurs actions sont aléatoires. Autrement dit, les unes éliminent les autres sans porter atteinte à la valeur du titre « marche au hasard » ;
- Le marché est efficient, car il y'a des arbitragistes rationnels qui éliminent, par leurs actions, la corrélation des échanges effectués par les investisseurs irrationnels.

Mais en réalité, les hypothèses formulées par Fama sont purement théoriques et difficilement vérifiables en pratique. Et c'est cette difficulté de concrétisations des hypothèses sur lesquelles se base la théorie de l'efficience des marchés financiers, qui est à l'origine de sa contestation. Mais toujours est-il, la remise en cause de l'efficience des marchés financiers a pour conséquence l'invalidité de toutes les théories et modèles de la finance moderne, étant donné que la plupart de ces derniers se sont implicitement ou explicitement basés sur l'hypothèse d'efficience.

2-2- Les dimensions de l'efficience

Dans la définition rigoureuse que Fama donne à l'efficience des marchés financiers, il en distingue trois dimensions, qui sont intimement liées, à savoir : l'efficience allocationnelle, l'efficience opérationnelle ou fonctionnelle, et l'efficience informationnelle.

2-2-1- La dimension allocationnelle de l'efficience

Comme son nom l'indique, l'efficience allocationnelle a trait à l'allocation ou à la répartition du capital sur l'ensemble des opérateurs économiques. Cette dimension stipule que *« le cours des titres évoluer de manière à égaliser les taux marginaux de rendements ajustés en fonction du risque entre tous les épargnants et tous les investisseurs »* (Lardic, Mignon, 2006., p. 08).

L'efficience allocationnelle se base sur la rationalité du comportement des investisseurs pour expliquer l'efficience des marchés financiers. En ce sens, un marché est dit efficient si les prix des actifs qui y sont cotés reflètent les espérances des revenus futures des investisseurs, et s'ils résultent des leurs anticipations rationnelles.

En effet, si les investisseurs connaissent la vraie valeur des actifs sur lesquels ils effectuent des transactions, et s'ils détiennent des informations pertinentes sur les fondamentaux[42], ils n'auraient aucun mal à établir des anticipations rationnelles qui se traduiront par des offres et des demandes rationnelles[43]. Dans ce contexte, leurs financements s'orienteraient vers les projets à forte rentabilité. Notons que si un marché n'est pas liquide, il n'y a pas d'efficience allocationnelle.

2-2-2- La dimension opérationnelle de l'efficience

Appelée également *« efficience organisationnelle ou fonctionnelle »*, cette deuxième dimension a trait à la microstructure du marché, et à l'organisation de son système de transaction (Cobbaut, 1997., p. 291).

L'efficience fonctionnelle concerne directement les fonctions économiques et financières des marchés. Elle permet de mesurer le coût de transfert de fonds entre les épargnants et les emprunteurs. Elle stipule, entre autres, qu'un marché est efficient dès lors qu'il permet la mobilisation et l'orientation de l'épargne vers des emplois productifs, ainsi que la mutualisation et le transfert des risques. Elle met également l'accent sur le fait que les intermédiaires financiers remplissent leur fonction d'intermédiation entre offreurs et demandeurs de capitaux au coût le plus faible en retirant une rémunération équitable.

En générale, au niveau opérationnel, la notion d'efficience s'intéresse à la liquidité du marché, qui est conditionnée par la capacité des investisseurs à opérer sur le marché sans avoir à supporter des coûts de transactions.

2-2-3- La dimension informationnelle de l'efficience

La troisième dimension de l'efficience repose sur la circulation de l'information au sein des marchés financiers. L'efficience informationnelle sous-entend que *« le prix des actifs prend en compte, à chaque instant, toute l'information disponible de façon à refléter les valeurs économiques sous-jacentes de ces derniers »* (Colmant, Gillet, Szafars, 2003., p. 05). Ainsi,

[42] Les fondamentaux désignent les données exogènes qui intègrent : les ressources disponibles, les préférences des consommateurs et les technologies disponibles.

[43] Ce paragraphe est extrait de notre communication. Ferhati, N., Amiar, L., *« Précision des concepts économiques et financiers retenus pour mesurer l'efficience des marchés financiers : cas des bourses de la région MENA »*. In : Le second colloque international sur la relance économique des pays de la région MENA, facteurs de développement durable, Centre Universitaire Nour Bachir El-Bayadh, Algérie, Avril 2018.

selon Fama, les prix qui se forment sur un marché efficient intègrent toutes les informations relatives à l'actif en question, qu'elles soient économiques, comptables ou financières.

Cela étant, les cours boursiers sont le résultat instantané des conséquences des évènements passés et des anticipations futures, qui peuvent affecter la valeur d'un actif. En d'autres termes, les prix contiennent toutes les informations disponibles sur le marché. Mais si ce dernier n'assure pas la circulation de l'information, nous ne pouvons parler d'efficience informationnelle. Par conséquent, sur un marché efficient au niveau informationnel, il est impossible de prévoir les variations futures des prix des actifs, étant donné que le cours actuel intègre toute l'information disponible.

Pour donner suite aux critiques qu'a suscité cette définition trop vague et générale de l'efficience informationnelle, Fama propose dans son article *« Efficient Capital Markets : A Review of Theory ans Empirical Work »* (1970), de la mesurer selon l'étendue des informations détenues par les opérateurs, d'où découlent deux formes : l'efficience informationnelle semi-forte et forte. Par la suite, il compléta sa définition en 1991 en agrégeant la forme faible[44].

Il en ressort de ce qui précède que les trois dimensions de l'efficience sont interdépendantes. Une certaine relation de hiérarchie les lie. En réalité, l'efficience informationnelle concourt à une allocation optimale du capital, à travers le partage du risque et la transmission d'informations entre investisseurs. Ainsi, l'efficience allocationnelle est subordonnée à l'efficience opérationnelle et informationnelle. Autrement dit, l'efficience informationnelle est un moyen qui permet de vérifier la qualité de l'efficience allocationnelle. Elle n'est donc pas une fin en soi.

2-3- Contestation de la théorie de l'efficience informationnelle des marchés financiers

À la suite de la définition proposée par Fama, plusieurs chercheurs ont démontré empiriquement, que les marchés financiers ne peuvent être considérés informationnellement efficients. La validation partielle de la théorie de l'efficience informationnelle, obtenue par les résultats des tests empiriques, à créer une véritable controverse autour de ce concept. C'est

[44] Nous reviendrons en détail sur ces formes dans le second chapitre.

pourquoi Jensen (1969-1978) et Malkiel (1992-2003) ont redéfini l'efficience des marchés financiers d'une manière moins réductrice.

2-3-1- L'apport de Michael Jensen

Grâce à la pertinence de ses travaux, Jensen a apporté une contribution considérable à la construction de la théorie de l'efficience informationnelle des marchés financiers. Sa contribution est aussi bien théorique qu'empirique.

a)- Lien entre performance d'un portefeuille et efficience du marché

En 1969 Michael Jensen présente un ratio de mesure de performance des portefeuilles[45] basé directement sur le MEDAF et la théorie de l'efficience des marchés financiers.

À travers une comparaison effectuée entre le portefeuille concerné et une combinaison de l'actif sans risque du portefeuille du marché, Jensen estime la surperformance ou la sous-performance d'un portefeuille par rapport à sa performance théorique indiquée par le MEDAF.

La formule proposée par Jensen est la suivante :

$$\alpha_p = \hat{r}_p - \left[r_f + \beta_p\left(\hat{r}_m - r_f\right)\right]$$

Avec

α_p : Alpha de Jensen ;

$\hat{r}_p$: Rentabilité espérée du portefeuille ;

r_f : Taux sans risque ;

β_p : Bêta du portefeuille ;

$\hat{r}_m$: Rentabilité espérée du marché, de l'actif.

L'utilisation de l'Alpha de Jensen dépend de ces deux interprétations. Lorsqu'il est supérieur à zéro *(0)*, le portefeuille superforme son marché de référence offrant ainsi une

[45] À l'instar de Jensen, Sharpe (1966) et Treynor (1965) proposent des ratios tout aussi performants de mesure de la performance d'un portefeuille, par rapport au risque engagé par son détenteur. Le ratio de Sharpe concerne la rentabilité excédentaire moyenne et l'écart-type de la rentabilité d'un portefeuille. Quant à celui de Treynor, il s'intéresse à la mesure du rendement espéré d'un portefeuille, par rapport au risque indiqué par le coefficient Bêta dudit portefeuille. La particularité de l'indice de Jensen réside dans le fait qu'il ne soit pas basé sur le couple risque/rendement, mais il étudie l'excès de rentabilité résultant de la différence entre la rentabilité réelle d'un portefeuille et sa rentabilité théorique mesurée par le MEDAF.

possibilité de battre le marché. En revanche, lorsque le Bêta est inférieur à zéro *(0)*, la performance du portefeuille est inférieure à celle prédite par le MEDAF. En d'autres termes, le portefeuille sous-performe le marché.

Trois ans plus tard (1972), les premiers travaux de Jensen qui ont permis de préciser les liens entre performance et efficience ont été approfondis, pour analyser la performance des gestionnaires de portefeuilles et leur aptitude à apporter de la valeur en faisant mieux que les performances du marché.

En ce sens, et si les marchés financiers sont réellement efficients, les gestionnaires de portefeuilles ne devraient pas réaliser une performance moyenne supérieure à celle de l'ensemble des agents économiques. En effet, les gérants de fonds sont privilégiés en termes de détention d'information avant qu'elle ne parvienne aux agents économiques, qui sont moins bien informés.

D'un point de vue empirique, Jensen (1968) fut le premier à tester l'hypothèse de l'efficience informationnelle des marchés financiers au sens de la forme forte[46]. Son étude porte sur un échantillon de 115 fonds mutuels américains sur une période de 19 ans (de 1945 à 1964). Ce test de la forme forte de l'efficience informationnelle montre que la prise en compte des coûts de transaction et de gestion réduit considérablement les performances réalisées comparativement à leur montant en l'absence desdits coûts. Par ailleurs, Jensen a effectué un autre test d'efficience (Jensen et Bennington, 1970) relatif à la forme faible, dans lequel il démontre que l'analyse technique des cours boursiers ne permet pas de prévoir leur évolution future, de telle sorte à battre le marché. Toutefois, la contribution la plus importante de Jensen est la mise en place de la méthode *« event studies »* (étude d'événement), qui constitue un outil incontournable pour tester l'efficience informationnelle des marchés financiers (Albouy, 2003., pp, 124-128).

b)- Contribution de Jensen à la définition du concept d'efficience

À la suite des controverses suscitées par les hypothèses posées par Fama (1965, 1970, 1976) dans ses définitions *« jugées en contradiction avec le comportement réel des marchés financiers »* (Khaled, 2017., p. 460), Jensen (1978) propose une définition moins rigide de l'efficience informationnelle, dans laquelle il suggère qu'« *un marché est efficient par rapport à un ensemble d'informations (θ_t), s'il est impossible de réaliser des profits économiques en*

[46] Voir Chapitre II, Section 1, pour les définitions des différentes formes d'efficience.

échangeant sur la base de cet ensemble d'informations (θ_t) »[47] (Jensen, 1978., p. 96). Les travaux de Jensen sont venus en réponse aux anomalies soulevées par les tests d'autocorrélation des rendements, et la possibilité de leur exploitation par les gestionnaires de portefeuille afin de réaliser des profits systématiques.

Selon cette définition, un marché est efficient si aucun investisseur ne peut tirer un profit substantiel en spéculant sur la base des informations offertes par ce marché (Bouattour, 2012., p. 24), de telle sorte à tirer un profit qui excède les coûts de transaction engendrés par le titre sur lequel porte l'opération.

Il en ressort de cette définition pragmatique que les coûts de transactions générés par l'achat ou la vente du titre devraient être couverts par le profit substantiel. Ainsi, en tenant compte des coûts de transactions, que Fama négligeait dans sa définition, Jensen propose une définition qui semble plus pertinente de l'efficience et selon laquelle il serait donc impossible de réaliser des profits d'arbitrage en se basant sur ces coûts de transaction.

Sur le plan informationnel, un marché est efficient dans le cas où le prix des actifs cotés intégrerait l'ensemble des informations les concernant, de telle sorte à ce qu'aucun investisseur ne puisse tirer des gains supérieurs aux coûts de transaction, à travers l'achat ou la vente du titre en question. Jensen pousse plus loin son analyse de l'efficience informationnelle en avançant que *« dans un marché efficient, toute prévision dégage un profit nul. On peut prévoir, mais le profit est nul étant donné qu'il existe des frais (récolte de l'information, maintien d'une présence sur le marché …) »* (Jensen, 1978. Cité par Barraud, 2013., p. 23). Contrairement à la définition de Fama, qui se base sur l'absence des coûts de transaction pour expliquer l'efficience informationnelle des marchés financiers, celle-ci s'appuie sur leur existence pour illustrer l'efficience informationnelle qui ne fait plus allusion à l'impossibilité de prévoir l'évolution des cours boursiers, mais à l'impossibilité d'en tirer profit compte tenu des coûts de transaction supportés par les investisseurs. Ainsi, selon Jensen, la prise en compte des coûts de transaction sur un marché efficient permet à toutes les prévisions de dégager un profit nul[48].

En dépit de la souplesse de la définition apportée par Jensen appuyée par un ensemble de vérifications empiriques permettant sa validation, celle-ci demeure moins subtile que celle énoncée par Fama. À cet effet, la théorie de l'efficience est très souvent associée à Eugène

[47]La phrase exacte énoncée par Jensen est la suivante: « *A market is efficient with respect to information set (θ_t) if it is impossible to make economic profits by trading on the basis of information set (θ_t) »* (Jensen, 1978., p. 96).

[48] Il s'agit ici d'un profit net de frais (achat de l'information, maintien de la présence sur le marché, etc.).

Fama, et c'est sa définition qui est retenue dans la plupart des modèles empiriques et des travaux académiques. Néanmoins, la définition proposée par Jensen permet de limiter les controverses autour de la théorie de l'efficience informationnelle des marchés financiers.

2-3-2- L'apport de Burton Malkiel

À la suite d'une série de travaux sur la marche au hasard, la théorie moderne de portefeuille et l'efficience des marchés financiers, Malkiel affirme que *« De façon générale, l'hypothèse d'efficience des marchés financiers a une assise empirique extrêmement forte. Il n'y a probablement pas en économie ou en finance de théorie qui ait été aussi largement testée »* (Malkiel, 1987). Cette affirmation sera suivie quelques années plus tard par une définition de l'efficience informationnelle assez proche de celle de Jensen dans laquelle il suppose qu'« *un marché est dit efficient, s'il reflète pleinement et correctement toutes les informations pertinentes dans la détermination des prix des titres. Formellement, le marché est dit efficient par rapport à un ensemble d'informations (φ), si les prix des titres n'étaient pas affectés par la diffusion de ces informations à tous les participants. De plus, l'efficience par rapport à un ensemble d'informations (φ) implique qu'il est impossible de réaliser des profits économiques en négociant sur la base de (φ) »*[49] (Malkiel, 1992., p. 739). Ce qui revient à dire qu'en ce qui concerne un certain nombre d'informations, la notion d'efficience renvoie à l'impossibilité de réaliser des profits en effectuant des négociations sur la base de cet ensemble d'informations.

Selon cette définition, l'efficience d'un marché financier sous-entend que ce dernier reflète pleinement et correctement toutes les informations relatives aux titres qui y sont cotés. De ce fait, la divulgation de l'ensemble de l'information à tous les investisseurs n'affectera guère l'évolution du prix des titres. D'après les travaux de Malkiel (2003)[50], les investisseurs qui opèrent sur des marchés financiers efficients ne pourraient jamais réaliser des profits anormaux qui dépassent la rémunération du risque pris. À cet effet, il pense que les tests qui

[49] La phrase exacte énoncée par Malkiel est la suivante: « *A capital market is said to be efficient if it fully and correctly reflects all relevant information in determining security prices. Formally, the market is said to be efficient with respect to some information set (φ), if security prices would be unaffected by revealing that information to all participants. Moreover, efficiency with respect to an information set (φ), implies that it is impossible to make economic profits by trading on the basis of (φ) »* (Malkiel, 1992., p. 739).

[50] Malkiel écrit également en 2003: *« Above all, we beleive that financial markets are efficient because they don't allow investors to earn above-average risk adjusted returns. […] For me, the most direct and most convincing tests of market efficiency are direct tests of the ability of professional fund managers to outperform the market as a whole »* (Malkiel, 2003).

permettent de vérifier, directement, la validité de la théorie de l'efficience informationnelle sont ceux qui permettent d'analyser la capacité des gestionnaires de fonds à surperformer le marché.

L'analyse des deux définitions, très proches, données par Jensen et Malkiel permet de soulever trois notions importantes sur lesquelles les deux économistes ont mis l'accent, à savoir : la capacité des opérateurs d'un marché financier à exploiter les informations, l'ensemble d'information adopté dans les tests d'efficience, et le recours à l'utilisation des profits économiques afin de mieux évaluer l'hypothèse d'efficience des marchés financiers (Timmermann, Granger, 2004).

2-3-3- Réaction de Fama face à ces nouvelles définitions de l'efficience

La multiplication des critiques à l'encontre de la définition proposée par Fama découlant des résultats des tests empiriques des trois formes d'efficience (faible, forte et semi-forte), a conduit ce dernier à publier une revue de littérature dans laquelle il redéfinit la notion d'efficience en tenant compte de l'ensemble des travaux qui ont été réalisés dans ce sens.

Dans son nouvel article intitulé *« Efficient Capital Market : II »* (1991), Fama soulève deux axes majeurs pour réajuster sa propre définition de l'efficience.

- D'une part, il indique que tous les tests d'efficience ne sont en réalité que des tests joints de l'hypothèse d'efficience et d'un modèle d'évaluation des actifs permettant la compréhension de la formation des prix. Cette caractéristique suppose que l'étude de l'efficience à travers l'analyse de la formation des prix via le processus de marche aléatoire ou de martingale est un test joint. Car dans ce cas le chercheur prétend que la formation des prix suit une marche aléatoire ou une martingale. En d'autres termes, il est impossible de tester directement l'efficience informationnelle d'un marché financier. Celle-ci étant basée sur un modèle de formation des prix des actifs. Par conséquent, les tests de l'hypothèse d'efficience sont joints à la validité du modèle de formation des prix. Cette ambiguïté de fond crée un véritable problème quant à l'interprétation des résultats des tests d'efficience. En effet, l'invalidité des tests empiriques ne renvoie pas systématiquement au rejet de l'hypothèse de l'efficience informationnelle. Car comme le soulignent Lardic et Mignon (2006), ceci peut trouver ses origines dans l'invalidité du modèle de formation des prix ;
- D'autre part, Fama propose quelques rectifications pour défendre la validité des tests empiriques des trois formes d'efficience. Pour la forme faible, dont l'ensemble

d'information était initialement limité à l'historique des prix du titre concerné, il suggère d'intégrer l'historique des prix de toutes les variables économiques et financières susceptibles d'influencer la prévision des rendements. Mais à cause de l'impossibilité de prévoir les rendements futurs à partir des rendements passés, Fama suppose d'associé les tests de la forme faible à ceux de la marche aléatoire. Concernant la forme semi-forte, ses tests se limiteraient aux études événementielles. Et pour ce qui est de la forme forte, Fama propose de l'étudier en se basant sur les tests d'informations privées[51].

En dépit des imprécisions que revêt la notion d'efficience informationnelle, cette théorie continuer de susciter l'intérêt des multiples chercheurs qui ont pour seule ambition d'apporter leur contribution aussi bien empirique que théorique, même si dans la majeure partie des cas les résultats obtenus sont contradictoires. Car comme l'indique Fama (1991), il est important de continuer à mener des recherches sur l'efficience et d'en tester ses différentes formes, dans la mesure où l'abondance des résultats changerait les pratiques des opérateurs du marché financier (L'Hoir, 2008).

2-4- Les tests d'efficience informationnelle dans le cadre des marchés à horizon infini

Bien que la théorie de l'efficience informationnelle des marchés financiers ait fait l'objet de plusieurs tests sur différents marchés boursiers[52] visant à confirmer sa validité, aucune conclusion définitive n'existe. Cette absence de consensus peut trouver son origine dans les caractéristiques propres aux marchés boursiers. La plupart des études visant à tester l'efficience informationnelle ont été réalisées sur des marchés à horizon infini, telles que le marché des actions et le marché de change. Ces derniers présentent la particularité de rendre plus complexe l'application du modèle d'évaluation et de formation des prix, qui sert de référence aux tests de l'efficience informationnelle. Sur les marchés à horizon infini, l'écart entre la rentabilité

[51] L'ensemble de ces formes et tests correspondants sera présenté et discuté en détail dans la première section du second chapitre.

[52] Le terme *« marché boursier »* fait référence au marché secondaire, où sont cotés et négociés les titres. L'utilisation de ce concept permet de faire la distinction entre le marché financier, qui englobe aussi bien le marché primaire (de l'émission) et le marché secondaire, et la bourse à proprement parler.

estimée par le modèle après évaluation de la valeur fondamentale, et la rentabilité réelle obtenue les investisseurs[53], n'est pas observable (Barraud, 2013).

La seconde explication de la divergence des résultats des tests empiriques de l'efficience informationnelle réside dans la multiplicité des méthodes utilisées. Ces dernières reposaient sur des méthodes rudimentaires durant les années 80. Par la suite, ces modèles économétriques se sont développés et complexifiés avec l'arrivée de puissants logiciels, procurant ainsi des résultats plus pertinents, mais tout aussi divergents qu'avant.

2-4-1- La notion de valeur fondamentale

La valeur fondamentale[54], appelée également valeur intrinsèque ou objective, d'un actif financier est un concept central dans la théorie de l'efficience informationnelle des marchés financiers. Dans ces définitions de l'efficience, Fama en a souvent fait référence en affirmant que sur un marché efficient, et sous l'effet de la concurrence, toutes les informations relatives à un actif seront instantanément reflétées dans son prix. Ce dernier étant, à tout moment, une bonne estimation de la valeur fondamentale de l'actif financier (Fama, 1965). Ce qui revient à dire que la valeur fondamentale d'un actif correspond à son cours sur le marché (ce dernier étant efficient).

Selon les définitions de Fama, les marchés financiers reflètent la situation réelle de l'économie en fixant les prix les plus justes, et qui se rapprochent le plus de la réalité à travers l'exploitation des informations contenues dans les données fondamentales de l'économie réelle. En ce sens, le rôle des marchés financiers se limite à diffuser, auprès de tous les opérateurs, une évaluation fiable et précise de l'ensemble des titres qui y sont cotés. Ces mêmes opérateurs économiques orienteraient leurs décisions de placement en fonction des estimations fournies par le marché. Par conséquent, le capital aura tendance à s'orienter vers les emplois les plus productifs.

---

[53] L'écart entre la rentabilité réelle obtenue par les investisseurs, et la rentabilité calculée par un modèle l'évaluation de la valeur fondamentale, est appelé *« rentabilité anormale »*. Sur le marché des actions, les modèles utilisés sont : la méthode d'actualisation de cash-flow, le modèle d'actualisation des dividendes, et la méthode des comparables. Pour le marché de change, il s'agit principalement du modèle de la parité des taux d'intérêt, et celui de la parité des pouvoirs d'achat.

[54] Par définition, la valeur fondamentale fait référence à la valeur réelle d'un actif financier, représentée par la valeur actuelle des profits futurs de l'entreprise émettrice du titre actualisée à un taux donné. C'est donc une valeur théorique qui dépend de l'actif de la société émettrice, de ces perspectives de croissance et de ses résultats (résultats financiers actuels et espérance des profits futurs). L'estimation de la valeur fondamentale peut être obtenue suivant différentes méthodes. À noter que la théorie de la valeur fondamentale repose sur l'hypothèse d'anticipations rationnelles ou de prévisions parfaites.

Cependant, les marchés financiers sont loin d'être *« le lieu passif d'un déchiffrement attentif de l'économie, de façon à rendre publique la valeur fondamentale […] (*ils*) sont le siège d'une dynamique collective d'opinions visant à faire émerger une conception partagée de l'évolution économique future »* (Orléan, 2008., p. 02). Prise au premier degré, la définition de Fama porte une conception réductrice du rôle des marchés financiers alimenté, selon Orléan (2008), par des estimations individuelles purement subjectives. Or, selon les hypothèses de base de la théorie financière moderne, les estimations de l'évolution future des cours des titres ne sont pas de nature subjective. Si nous nous référons à la théorie néo-classique, les cours des actifs financiers évolueraient suivant un certain nombre de probabilités censées décrire les événements futurs susceptibles d'orienter les décisions d'investissement. Ce cadre probabiliste permet aux investisseurs de réduire l'incertitude[55], d'une part, et leur offre, d'autre part, une estimation optimale de l'évolution des cours, calculée à partir de la prise en compte de toutes les informations disponibles.

Dans la mesure où l'hypothèse d'efficience des marchés financiers fait en sorte que le cours des titres, qui reflètent l'ensemble de l'information les concernant, tend vers leur valeur fondamentale, tout écart entre ces deux variables peut être associé à des phénomènes perturbateurs occasionnels. Car, sous l'hypothèse de la rationalité des anticipations des opérateurs du marché, la valeur fondamentale d'un titre serait égale à la valeur actuelle des flux futurs qu'il engendre. Ainsi, ni l'objectivité de la valeur fondamentale ni sa capacité à orienter les décisions des investisseurs ne peuvent être remises en cause.

Pour estimer la valeur fondamentale[56] d'un titre, deux méthodes principales sont utilisées ; l'anticipation future des dividendes et des bénéfices de la société émettrice, et l'anticipation de la valeur du titre à sa revente. Le calcul de la valeur fondamentale d'un actif financier est appelé analyse fondamentale.

2-4-2- L'analyse fondamentale

[55] À cet effet, Keynes avance que : *« le calcul des probabilités (*est*) supposé être capable de réduire l'incertitude au même calcul que celui utilisé pour la certitude elle-même »* (Keynes, 1937., pp. 212-213). À noter que Keynes s'oppose à l'utilisation de l'approche probabiliste pour réduire l'incertitude en finance. Car selon lui, il n'existe aucune méthode qui nous permette d'élaborer une estimation optimale de la valeur fondamentale, ex ante.

[56] Selon la définition de la valeur fondamentale d'une action, celle-ci correspond à la somme de ses revenus futurs actualisés. En ce sens, l'hypothèse d'anticipations rationnelles des agents économiques est primordiale dans la mesure où elle permet de faire des prévisions bien documentées en termes de flux de revenus rationnellement anticipés (Walter, Brian, 2008., pp. 26-27). La notion de rationalité sera discutée, en détail, dans la section qui suivra.

L'analyse fondamentale est une méthode d'analyse qui permet de déterminer la valeur fondamentale ou intrinsèque d'un titre coté en bourse[57] (généralement une action), en se référant aux données « fondamentales » de l'entreprise émettrice. Ces données concernent aussi bien, les informations comptables et financières, qu'économiques. De ce fait, l'analyse fondamentale se réfère iniquement à un ensemble de variables directement lié à l'entreprise et à son activité. L'ensemble de ces données est analysé sous forme de ratios via des formules mathématiques d'approximation.

a)- Le Bénéfice Net par Action (BNPA)

Le BNPA est un ratio qui permet d'exprimer le bénéfice net consolidé d'une entreprise, par rapport au nombre d'actions qui composent son capital, permettant ainsi d'estimer la part de bénéfice attribué à chaque action. En dépit de la pauvreté de cet indicateur[58] obtenu à partir de la division du résultat net de l'entreprise par le nombre d'actions, il est utilisé comme indicateur de la rentabilité des sociétés dans un secteur d'activité donnée, et permet ainsi d'en évaluer la performance. Mathématiquement, la formule du BNPA, prend la forme suivante :

$$BNPA = \frac{Bénéfice\ net\ de\ l'entreprise}{Nombre\ d'actions\ en\ circulation}$$

Le calcul du Bénéfice Net par Action peut concerner plusieurs exercices de l'entreprise. Le BNPA historique, qui concerne l'exercice de l'année précédente. Le BNPA projeté, qui est une estimation du bénéfice net par action de l'année suivante. Et le BNPA de l'année en cours. À noter qu'à partir de ce ratio, d'autres indicateurs boursiers sont calculés, notamment le Price Earning Ratio.

b)- Le rendement net

Ce ratio permet de mesurer le rendement que procure le dividende d'une action, distribué à l'actionnaire. Il est obtenu en divisant le montant du dividende par le cours du titre.

[57] L'analyse fondamentale concerne plus particulièrement les actions. Par extension, ce type d'analyse s'applique également aux options sur actions, étant donné que l'actif sous-jacent à ce type de produit dérivé est l'action (Gillet, 1999., pp. 38-40).

[58] Selon Bonnet (1995), le bénéfice d'une entreprise est l'un des indicateurs des plus discutables en comptabilité, et ce à cause des déformations que peuvent subir les informations contenues dans les documents comptables. Ces derniers, en particulier le compte de résultat, en tant qu'outils d'analyse financière, présente de nombreuses limites qui proviennent aussi bien des principes comptables eux-mêmes, de la politique comptable, des décisions de gestion, ou encore des actions qui peuvent être portées sur le bilan dans le souci d'améliorer sa structure et le rendre plus attractif aux yeux des analystes financiers.

$$Rendement\ net\ (\%) = \frac{Dividende\ net}{Cours\ du\ titre} \times 100$$

c)- La valeur nette comptable par action (Book Value Per Share ou **BVPS)**

La valeur nette comptable représente le patrimoine d'une entreprise net de la somme de toutes ses dettes. $Valeur\ Nette\ Comptable\ (VNC) = Actif - Dettes$

La valeur nette comptable par action se calcule en divisant le cours du titre sur la valeur nette comptable. La hausse du BVPS indique que le marché estime l'entreprise à un prix supérieur par rapport à son actif net.

d)- Retour sur capitaux propres (Return On Equity ou **ROE)**

Ce ratio renseigne sur l'aptitude des gérants de l'entreprise à utiliser, de façon optimale, les ressources qu'apportent les actionnaires. Il représente ainsi, le bénéfice que l'entreprise génère par rapport à son actif.

$$ROE\ (\%) = \frac{Bénéfice}{VNC}$$

Un taux élevé de Retour sur capitaux propres (> 15%) indique que l'entreprise détient un avantage compétitif durable. Inversement, la baisse de ce ratio signale la perte de cet avantage.

e) – *'Price Earning Ratio'* (PER)

Le PER s'obtient en rapportant le Bénéfice Net Par Action au cours boursier. Ce qui est égal à la capitalisation boursière divisée par le bénéfice net total de l'entreprise.

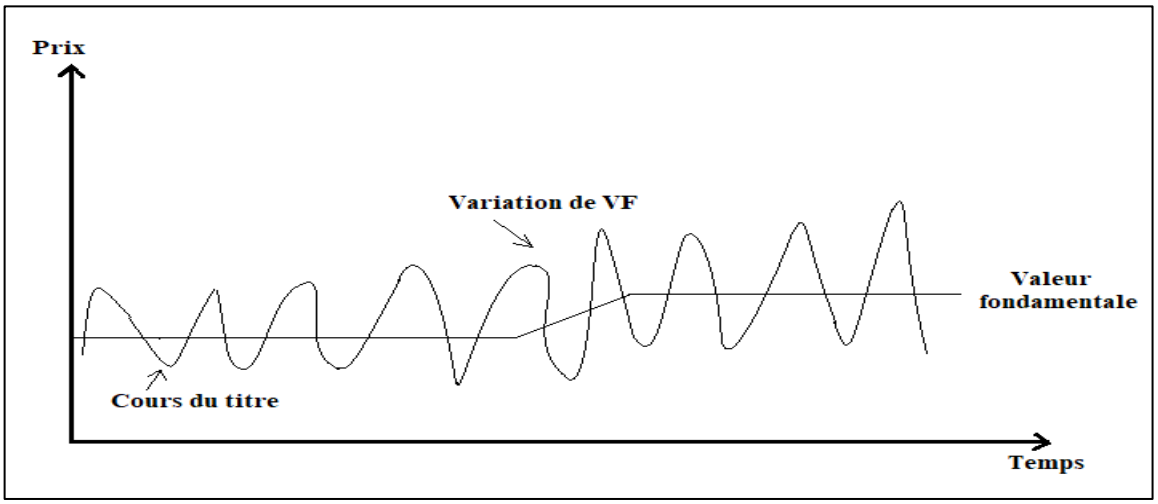
$$PER = \frac{BNPA}{Cours\ du\ titre}$$

Lors du calcul du PER, les analystes se réfèrent toujours au dernier cours du titre (qui correspond au cours de clôtures), aussi bien pour calculer le PER historique, actuel ou projeté. Ce ratio permet également de déterminer la façon par laquelle le marché valorise les bénéfices d'une entreprise, comparativement à ses homologues dans le même secteur d'activité. En ce sens, un PER élevé indique que marché est prêt à dépenser pour acquérir les titres de l'entreprise.

Théoriquement, la moyenne de l'ensemble des résultats obtenus par ces ratios devrait procurer une évaluation moyenne des actions cotées de l'entreprise qui oscillent autour de sa

valeur fondamentale (comme le montre la Figure I.4). Cette dernière étant la conséquence des informations relatives à l'entreprise et au marché.

Fig. I.4. Illustration de la variation des cours des titres autour de la valeur fondamentale de l'entreprise émettrice



Source : Inspiré de Gillet, 1999., p. 40.

L'intérêt de l'analyse fondamentale est de permettre aux investisseurs d'estimer la valeur intrinsèque des titres pour chercher les opportunités d'arbitrages qui s'offrent à eux[59]. Car, sur le long terme, les marchés boursiers se mettent au niveau des fondamentaux en intégrant dans le cours des titres l'ensemble de l'information disponible. Ce qui revient à dire que l'analyse fondamentale ne s'oppose pas à la théorie de l'efficience informationnelle des marchés financiers. Selon Gillet (2006), l'analyse fondamentale renforce l'efficience en procurant plus d'informations aux investisseurs quant à la valeur comptable et économique des titres cotés.

f)- Le ratio *'Book to Market'*

Le *'Book to Market'* est un ratio qui permet d'apprécier le niveau de valorisation d'une action en rapportant sa valeur comptable à sa valeur de marché.

$$Book\ to\ Market = \frac{Valeur\ comptable\ de\ l'action}{Valeur\ de\ marché\ de\ l'action}$$

[59] Un investisseur arbitragiste cherchera à acquérir les titres lorsque leur cours est inférieur à la valeur fondamentale, et cédera ses titres lorsque le cours indiqué par le marché financier dépasse la valeur fondamentale du titre.

Le *'Book to Market'* permet d'identifier les actions sous-évaluées. En ce sens, lorsque sa valeur est inférieure à 1, cela sous-entend que la valeur de marché est supérieure à la valeur comptable. En revanche, lorsque le ratio est supérieur à 1, cela indique que la valeur comptable est supérieure à la valeur de marché. Il permet, ainsi, d'identifier les actions sous-évaluées susceptibles d'intéresser les investisseurs, car sa valeur de marché ne pouvant rester durablement au-dessous de sa valeur comptable.

g)- Le Q de Tobin

Le Q de Tobin est un coefficient de mesure de la viabilité économique d'une entreprise, en rapportant sa valeur de marché ou la valeur totale de ses stocks à la valeur totale de ses actifs.

$$Q = \frac{Valeur\ boursière\ de\ l'entreprise}{Valeur\ de\ remplacement\ du\ capital\ fixe}$$

Lorsque la valeur du coefficient est supérieure à 1, cela fait indique que l'entreprise en question est en bonne position pour procéder à une augmentation de son capital fixe (ou capital à investir). Ce qui se justifie par le fait que le montant investi sera nettement inférieur à la valeur boursière de l'entreprise. Cette situation pousse les actionnaires à développer une certaine confiance vis-à-vis de l'entreprise, car leurs dividendes peuvent être sujets à une augmentation. En revanche, lorsque le ratio est inférieur à 1, les actionnaires se montrent plus pessimistes et défiants envers l'entreprise. Ce qui se traduit par des difficultés pour l'entreprise à lever des fonds, puis à investir, ensuite à récompenses ses actionnaires.

L'un des points forts du Q de Tobin réside dans le fait qu'il intègre plusieurs facteurs notamment, la rentabilité, le taux d'intérêt et les anticipations. Il se montre, toutefois, peu fiable en cas de bulle spéculative.

2-4-3- L'analyse technique ou graphique face à la théorie de l'efficience

Par opposition diamétrale à l'analyse fondamentale, l'analyse technique consiste en l'étude graphique de l'évolution des cours boursiers, et des volumes de transactions d'un actif financier, afin de déterminer le mouvement futur de ces cours. Cette analyse tient compte des informations contenues dans les graphiques, et examine les séries de cours passés pour faire ressortir une tendance haussière ou baissière, qui sert à prévoir la direction future des cours boursiers. Le postulat sur lequel repose l'analyse technique ou chartiste est que l'ensemble des informations susceptibles d'influencer le cours des titres est très vite aspiré par l'activité du marché. Ainsi, les prix agissent aussitôt en s'orientant vers la hausse ou vers la baisse (en

fonction de la nature de l'événement). Selon ce postulat, les mouvements des titres retracés dans les graphiques nous renseignent de façon pertinente sur les fondamentaux des sociétés émettrices. Cela dit, il est important de signaler que ce type d'analyse suppose la redondance de l'histoire, et l'évolution des cours suivant des tendances.

Dans le souci de déduire les évolutions futures à partir des tendances passées, l'analyse technique suppose la maîtrise d'un certain nombre de concepts.

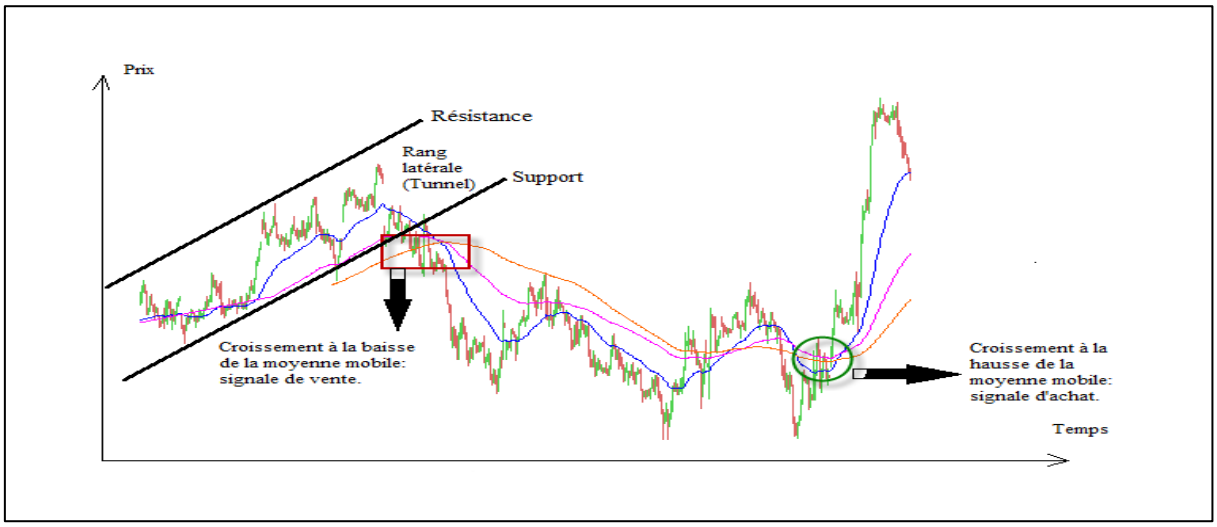
a)- Les droites de résistance et de support

Les cours d'un actif évoluent à la hausse ou la baisse sans jamais dépasser un rang latéral de neutralité. Ainsi, la droite qui se situe en haut du rang latéral est la ligne de résistance, par opposition à celle qui se situe en bas, et qui désigne la ligne support comme l'illustre la Figure I.5. Un mouvement baissier est, alors, observé lorsque les cours butent contre la droite de résistance avant de repartir vers le bas. En revanche, un mouvement haussier se traduit par le rebondissement des cours depuis le droit support vers le haut.

b)- Les moyennes mobiles

Les moyennes mobiles permettent de suivre la tendance des cours en rapportant la moyenne du prix d'un titre à un temps donné (qui est généralement de 20, 50, 100, et 150 jours). Une tendance haussière, à court terme, est ressentie lorsque les cours évoluent au-delà d'une moyenne mobile. Cependant, l'évolution des cours en dessous d'une moyenne mobile s'apparente à une tendance baissière, comme le montre la Figure I.5.

Fig. I.5. Illustration des principes de l'analyse technique



Source : Réalisé par nous-mêmes selon les principes de l'analyse technique.

Bien que l'analyse technique et l'analyse fondamentale soient de nature opposée, il n'est pas faux d'en faire usage conjointement. La complémentarité qu'offre l'analyse fondamentale à l'analyse technique, dans le sens où elle permet d'anticiper la réaction du marché, est indispensable aux investisseurs afin d'élaborer des décisions pertinentes, fondées sur des possibilités d'évolutions futures des cours boursiers.

En dépit des arguments avancés par les détracteurs de la théorie de l'efficience[60], de nombreux auteurs ont démontré l'incapacité de ces deux méthodes d'analyse à générer des profits anormaux permettant de battre le marché (Colmant, Gillet, Szafarz, 2003., pp. 12-14). Il en résulte de ce qui a été dit, que ces méthodes d'analyse ne remettent guère en cause l'efficience des marchés financiers.

En somme, nous retiendrons de cette seconde section l'importance de la théorie de l'efficience des marchés financiers, dans la mesure où les cours des titres cotés sur des marchés efficients offrent une information pertinente aux détenteurs de capitaux, ce qui leur permet d'allouer, de façon optimale, leurs ressources à moindres coûts. L'importance de cette théorie, mise en évidence par Eugène Fama, a suscité l'intérêt de plusieurs chercheurs qui ont tenté de la tester et de la redéfinir de façon moins stricte sans pour autant la rejeter ou la valider de façon définitive. Toutefois, les réactions suscitées par l'article fondateur de Fama ont poussé ce dernier à revoir sa définition de l'efficience tout en insistant sur l'impossibilité de tester directement sa validité, en raison de la nécessité de l'utilisation d'un modèle d'équilibre et de l'estimation de l'espérance de la rentabilité. Par conséquent, les tests d'efficience se retrouvent réduits à un test d'hypothèse jointe.

Néanmoins, la notion d'efficience informationnelle recouvre d'importantes implications, car elle s'intéresse à l'idée de base de toute la science économique, et qui consiste en la formation des prix. Après avoir exploré ce principe fondamental qui constitue l'épine dorsale de la théorie financière moderne, nous examinerons dans la section suivante les fondements de la théorie de l'efficience informationnelle, à travers la conception développée par Fama et qui suppose entre autres la rationalité des investisseurs.

[60]Alexender (1961) a démontré la possibilité de battre le marché en réalisant des profits anormalement élevés grâce à l'utilisation de la règle des filtres de l'analyse graphique (Alexender, 1961). Par la suite, Fama et Blume (1966) ont démontré que cette règle ne permet pas de dégager des profits anormaux, car elle engendre des coûts de transaction importants.

Section 3 :

Les fondements de la théorie de l'efficience informationnelle des marchés financiers

La théorie de l'efficience informationnelle des marchés financiers, telle que conçue par Fama, est fondée sur le comportement rationnel des investisseurs. Ces derniers tiennent compte de l'ensemble des informations disponibles pour former leurs anticipations. Dès lors, la formation des prix est intimement liée aux comportements des investisseurs, tenus de prendre leurs décisions d'investissement et de financement dans un environnement caractérisé par l'incertitude.

Parallèlement, la réaction des investisseurs à l'arrivée de nouvelles informations conditionne la rationalité de leurs anticipations, dans la mesure où les informations non anticipées modifient les probabilités de survenance des événements futurs, estimées au préalable par les investisseurs. À cet effet, l'information est un concept central dans le processus de prise de décision sur le marché financier. Ainsi, dans cette troisième section, nous examinerons, dans un premier temps, la pertinence de la notion de rationalité des investisseurs. Avant de revenir, dans un second temps, sur l'information et les implications qu'elle revêt dans le cadre de la théorie de l'efficience informationnelle. Dans un troisième et dernier temps, nous nous intéresserons au principe de formation des prix.

3-1- La rationalité des anticipations

L'une des hypothèses fondamentales sur lesquelles repose la théorie de l'efficience informationnelle des marchés financiers est la rationalité des investisseurs[61]. En effet, l'efficience suppose que l'anticipation des cours futurs est égale à la meilleure prévision de ces derniers, en prenant en considération toute l'information disponible au moment de la formation

[61] De façon générale, la rationalité peut être définie comme un ensemble d'actions entreprises sur la base de la raison et de la logique. Elle est donc jointe à l'action humaine, qui a un caractère intentionnel, dans le sens où tous les individus cherchent constamment les moyens les plus adaptés qui leur permettent d'atteindre leurs objectifs. C'est pourquoi, Von Mises considère que *« l'agir humain est nécessairement, toujours, rationnel »* (Von Mises, 1985).

de l'anticipation. Autrement dit, les anticipations des évolutions futures des cours sont établies de façon rationnelle (Mishkin, et al., 2010., p. 173).

En théorie financière, la rationalité des investisseurs s'apparente à la maximisation de l'espérance de leur utilité, d'une part. Et à la cohérence de leurs décisions par rapport aux informations dont ils disposent, d'autre part. De cette façon, si les investisseurs anticipent l'occurrence d'un évènement de nature à faire augmenter le cours d'un titre, ils devraient chercher à acquérir ce titre ou à le conserver (si ce dernier fait partie de leur portefeuille). En revanche, l'anticipation d'un évènement susceptible de faire baisser le cours d'un titre devrait conduire les investisseurs à le céder sur le marché.

La rationalité des investisseurs suppose, entre autres, la prise en considération du niveau de risque encouru. Car les investisseurs opèrent dans un environnement risqué. Ainsi, la rationalité implique que ces derniers agissent en cohérence avec le risque pris. De telle sorte à le minimiser pour un niveau de gain donné, et à maximiser le gain espéré pour un niveau de risque donné.

3-1-1- Types de rationalité

La rationalité est un concept central de la théorie de l'efficience informationnelle des marchés financiers, qui a évolué au cours des années. Cependant, les subtilités de cette notion ne peuvent être exposées qu'à travers une typologie.

Chez les néo-classiques, la notion de rationalité trouve ses origines les plus profondes dans l'utilitarisme développé par Bentham (1748-1832), et J-S.Mill (1806-1873). Cette doctrine philosophique fait de l'utilité un principe moral et éthique, et considère « l'utile » comme un principe régissant toutes les valeurs. Faute de quoi, il serait impossible de distinguer objectivement le bien du mal. Apparu vers la fin du XVIIIème siècle grâce à Benthan, ce dernier propose d'augmenter le bien-être des individus et d'en réduire les peines, à travers une comparaison méthodique entre les deux valeurs. En revanche, Jean Stuart Mill avait une dimension morale de l'utilitarisme, et reprochait à son prédécesseur de ne pas avoir intégré une conception quantitative du bonheur. J-S Mill avait mis l'accent sur l'aspect intellectuel des plaisirs. Ceci ne change en rien le paradigme dans lequel s'inscrit cette doctrine, qui appréhende les individus comme des êtres rationnels dont le souci est l'accroissement de leur utilité. Ces

individus évoluent dans une société dont l'organisation devrait faire en sorte de concilier les intérêts individuels et collectifs[62].

Durant les années 1870, les néo-classiques donnent naissance au concept de rationalité économique à travers la théorie de *l'homoeconomicus*[63]. Mais la concrétisation de la rationalité économique ne sera faite qu'en 1940, avec l'axiomatisation de l'*homoeconomicus* (Nguema, 2015., pp. 5-7).

La personnification de la rationalité du comportement des agents économiques, telle qu'élaborée par les néo-classiques, se trouve dans la notion d'*homoeconomicus*. Cet agent représentatif se caractérise par la rationalité de ses décisions, la recherche de l'intérêt personnel, et son indifférence par rapport à son milieu (environnement économique, social, historique et géographique). Cette dernière caractéristique se traduit par l'universalité et l'atemporalité.

Pour admettre la rationalité individuelle, deux conditions doivent être remplies, selon les hypothèses de l'univers de Von Neumann & Morgenstern.

- 1è[re] condition

La rationalité des comportements individuels n'est admise que si elle suit un système de préférence répondant à l'ordre établi dans le tableau ci-dessous.

Tab. I.1. Les conditions de rationalité chez les néo-classiques

Système de préférences	Explication
La transitivité	Si un individu préfère un bien (A) par rapport à un bien (B), et qu'il préfère ce bien (B) par rapport à un troisième bien (C), cela revient à dire que l'individu préfère le bien (A) au bien (C).
La réflexivité	L'individu est capable de mettre en place des relations d'équivalence et d'ordre entre différents biens.
La continuité	Soit (A), (B) et (C), il existe alors un mélange des possibilités (A) et (C) qui est indifférent par rapport à (B).

[62] Le deuxième sens de la rationalité individuelle s'appuie sur l'interdépendance des individus et de la société pour décrire des règles rationnelles qu'ils suivent lorsqu'ils effectuent des relations marchandes entre eux (Benetti, Cartelier, 1994., pp. 19-20).

[63] Par imitation aux termes utilisés en paléoanthropologie, l'expression *homoeconomicus* désigne l'« homme économique » en latin. Elle renvoie au comportement rationnel humain, qui est la clé de voute de toute la théorie néo-classique.

L'axiome de non-saturation	Si la consommation d'une unité (x1) d'un bien (A) engendre une utilité (U1), alors si (x2>x1), l'utilité de (U2>U1).
L'axiome d'indépendance	Cet axiome permet de résoudre le problème que pose le passage d'un univers certain à un univers probabiliste, à travers le passage de la notion d'utilité à celle de l'utilité espérée. Ainsi, si l'on dispose des possibilités (A), (B) et (C), telle que (A>B), une combinaison de (A) et (C) sera préférée à une combinaison de (A) et (B).

Source : Réalisé par nous-mêmes à partir du document de travail de (Nguema, 2015., p. 7).

- 2ème condition

La deuxième condition de rationalité individuelle chez les néo-classiques consiste en la monotonie et l'intégration temporelle des préférences citées dans le tableau ci-dessus. Ces deux dimensions rendent la rationalité plus dynamique, dans la mesure où la monotonie détermine l'utilité d'une expérience longue par rapport à une expérience courte. L'intégration temporelle, quant à elle, permet de déduire l'utilité procurée par une expérience, et qui correspond à la totalité des utilités procurées par chaque moment de ladite expérience (Nguema, 2015., p. 7).

La rationalité individuelle, telle que conçue par les néo-classiques, suppose, entre autres, que les capacités cognitives des individus leur procurent l'aptitude d'avoir une connaissance parfaite de l'environnement dans lequel ils sont amenés à évoluer. Ainsi, trois types d'environnements peuvent être distingués :

- Un environnement objectif distinct de la perception qu'ont les individus ;
- Un environnement subjectif conçu par les croyances et les préférences des individus ;
- Un environnement interne relatif aux critères de prise de décision de chaque individu.

a)- La rationalité limitée

À partir de la conception néo-classique de la rationalité individuelle, Herbert Simon (1947) développa le concept de rationalité limitée, à travers la construction d'un processus de décision au sein des entreprises. La rationalité limitée suppose que le comportement rationnel des hommes[64] est limité par leurs capacités cognitives, et le stock d'informations dont ils disposent. Simon considère que les acteurs économiques disposent de capacités intellectuelles limitées pour traiter et collecter les données nécessaires à la prise de décision. En d'autres termes, les capacités cognitives limitées des individus ne leur procurent qu'un degré de

[64] Dans sa définition, Simon considère que l'homme n'est pas un individu ou un sujet, mais c'est un acteur. Dans le souci de préserver l'authenticité de la conception de Simon, les termes qui seront utilisés dans cette sous-section seront « homme » et « acteur économique ».

connaissance approximatif de leurs éventuels choix. Ce qui ne leur permet pas d'optimiser ces derniers.

La rationalité limitée postule que lors de ses choix, l'acteur économique se contentera du premier choix qui s'offre à lui et qu'il estime satisfaisant. Cependant, dès lors que l'homme se heurtera à un choix complexe, sa décision portera sur la satisfaction de la situation concrète et non pas sur la satisfaction de la situation envisagée. Ainsi, l'acteur économique évitera de consommer trop de temps, et choisira la première option satisfaisante dans l'immédiat.

Par ailleurs, Simon (1947-1992) propose d'analyser les décisions des acteurs économiques à travers trois critères. Le premier suppose que les hommes ont des capacités cognitives de satisfaction et non pas d'optimisation. En ce sens, il optera pour ses choix en fonction de ses propres critères de satisfaction. Son choix ne peut être objectif à cause de l'absence d'une vue générale analytique de l'ensemble des choix possibles, avec une estimation de leurs coûts et bénéfices. Le second critère est fondé sur l'accès limité des acteurs économiques aux informations. Partant du fait que l'homme réagit aux stimuli informationnels, et qu'il ne peut avoir un accès illimité à l'information à cause du coût et du temps que cela induit, ses choix ne peuvent être optimaux, mais ils sont satisfaisants. Le dernier critère concerne la vision que l'acteur économique a de ses préférences. Selon Simon, cette vision est floue, car les préférences des hommes évoluent au fil du temps et des situations traversées. À cet effet, il faudrait partir du fait que les visions des acteurs économiques ne sont pas toujours claires.

b)- Rationalité substantive et rationalité procédurale[65]

La rationalité substantive suppose que le comportement des hommes est rationnel lorsqu'il tend à réaliser des objectifs bien précis, en tenant compte des contraintes que l'environnement extérieur impose. Ainsi, la rationalité du comportement des acteurs économiques se traduit par la réalisation de choix orientés vers « l'intérieur » sous contraintes imposées par l'environnement « extérieur », dont les caractéristiques déterminent la rationalité du comportement. Dans la théorie économique, la rationalité substantive est une hypothèse fondamentale. Cette dernière simplifie l'analyse économique, et fait en sorte qu'il s'opère dans un environnement particulier où le souci des acteurs est réduit à un but particulier (à titre d'exemple la maximisation d'un profit ou d'une utilité). L'économie se trouve, donc, préservée

[65] Cette distinction fut établie par Simon en 1978 dans le souci d'expliquer la rationalité du comportement humain, d'une part. Et le processus de prise de décision d'autre part.

de toute considération psychologique relative aux processus cognitifs humains et de choix (Simon, 1992).

La rationalité procédurale, qui est une alternative à la rationalité substantive, fait référence à un comportement qui résulte d'une réflexion appropriée à un processus de décision déterminé. La rationalité procédurale[66] désigne le mécanisme de prise de décision que les agents économiques adoptent lorsqu'ils sont dans l'incapacité de trouver des solutions optimales, à cause des limites que connaissant leurs capacités cognitives et leur accès à l'information. Ainsi, selon la définition de Simon, la rationalité procédurale permet d'intégrer le caractère temporel de la formation des alternatives. Contrairement à la rationalité substantive, celle-ci atteste que les informations peuvent apparaitre tout au long du processus de décision. De ce fait, son caractère normatif ne tourne pas qu'autour de la maximisation de l'utilité espérée. Car la réflexivité des acteurs économiques les conduit à se contenter des choix qui les satisfaisaient en renonçant aux options qui garantissent des choix optimaux.

c)- La rationalité cognitive

En 1982, Walliser intègre deux nouvelles dimensions pour mettre en place une nouvelle conception de la rationalité, qu'est la notion de rationalité cognitive. La première dimension tient compte de l'importance des informations détenues par les agents économiques. Tandis que la deuxième dimension se réfère aux croyances de ces derniers. La cohérence entre ces deux dimensions conduit l'individu à agir de façon rationnelle. Or, les croyances des agents économiques varient selon les représentations qu'ils ont de l'environnement qui les entoure. Elles peuvent être influencées par leur idéologie ou leurs valeurs morales.

La rationalité cognitive stipule que les décisions prises par les agents peuvent être influencées par l'adéquation des anticipations, entre l'environnement réel et l'environnement perçu, avec les informations détenues et les croyances individuelles des agents économiques.

3-1-2- Les implications de la rationalité des anticipations dans la théorie de l'efficience

L'efficience informationnelle repose sur la rationalité du comportement et des anticipations des investisseurs sur les marchés financiers. Sont considérés comme comportements rationnels, toute attitude visant à maximiser l'utilité espérée, et sont considérées

[66] Au sujet de la rationalité procédurale, Simon dira que c'est à ce concept que les psychologues font allusion lorsqu'ils emploient le terme « rationnel ». Par opposition, le terme « irrationnel » désigne en psychologie un comportement qui représente *« une réponse impulsive à des mécanismes affectifs sans une intervention adéquate de la pensée »* (Simon, 1992).

comme anticipations rationnelles, toute optimisation découlant de la valeur fondamentale d'un actif, et faisant référence à l'actualisation de la somme des dividendes futurs anticipés de façon rationnelle (Lardic, Mignon, 2006., p. 22). Ainsi, l'efficience suppose que les cours des titres qui se forment sur le marché sont, à tout moment, une représentation de la valeur fondamentale de la société émettrice. Cette valeur fondamentale est définie selon les anticipations rationnelles que les agents établissent sur la base de la somme actualisée les dividendes futurs.

a)- Définition des anticipations rationnelles

L'hypothèse des anticipations rationnelles fut avancée par Muth (1961)[67], qui postule que *« les anticipations, dans la mesure où elles sont des prévisions bien informées d'évènements futurs, sont essentiellement identiques aux prévisions d'une théorie économique correcte »* (Muth, 1961). Il précise, entres autres, que sa définition sous-entend que *« les anticipions des entreprises (ou, plus généralement, la loi de probabilité des évènements auxquels elles s'attendent) tendent à suivre la même loi que celle suivie par les prévisions qui découlent de la théorie (c'est-à-dire la loi de probabilité objective de ces résultats) »* (Muth, 1961). Cette définition est élaborée à partir de la jonction de deux postulats. Le premier suppose que les agents économiques disposent d'anticipations relatives à certaines variables, appelées anticipations subjectives. Le second stipule que ces anticipations subjectives correspondent à l'espérance mathématique conditionnelle desdites variables. Ce qui revient à dire, qu'en moyenne, il y'a égalité entre les vraies valeurs des variables et les anticipations subjectives reliant le comportement statistique et hasardeux du système avec les croyances économiques des investisseurs.

Le modèle qui correspond à l'hypothèse des anticipations rationnelles est le suivant :

$$X_t^a = E(X_t / I_{t-1})$$

Avec :

X_t^a : Représente l'anticipation de la variable(X_t) faite à l'instant *(t-1)* ;

$E(X)$: Désigne l'espérance mathématique conditionnelle aux informations disponibles ;

I_{t-1} : Représente l'ensemble d'informations disponibles à l'instant *(t-1)*.

[67] Bien qu'elle fût introduite par John Muth (1961), l'hypothèse des anticipations rationnelles fut considérablement enrichie par Robert Lucas (1972), et Thomas Sargent (1981). De nos jours, elle constitue la pierre angulaire de plusieurs modèles de la théorie financière moderne.

Deux idées découlent de cette modélisation. La première suppose que, grâce aux informations dont ils disposent, les agents économiques établissent des anticipations qui sont, dans la majeure partie des cas, identiques aux modèles dont le rôle est d'expliquer leurs comportements. Il en ressort que les décisions prises par les investisseurs, basées aussi bien sur les informations dont ils disposent que sur leurs propres expériences, sont toujours optimales. Ceci n'exclut pas la subsistance d'une marge d'erreur et d'incertitude dans la concrétisation des comportements des agents économiques. La seconde idée prétexte que tous les investisseurs ont recours à un seul modèle identique pour formuler leurs anticipations. Selon Lardic & Mignon, *« supposer que les anticipations sont rationnelles, c'est supposer que le modèle est juste »* (Lardic, Mignon, 2006., p. 25). Or, l'exactitude du modèle implique la connaissance de toutes les composantes susceptibles d'influences la variable à anticiper et son évolution. De ce fait, Walliser (1982) déduit que la formation d'anticipations rationnelles repose sur la réalisation de trois hypothèses :

- L'hypothèse d'omniscience, [68]qui suppose que la relation entre la variable anticipée et les autres variables devrait être correctement définie par l'investisseur ;
- L'hypothèse de transparence selon laquelle l'historique de toutes les variables reproduites dans le modèle doit être connu par l'investisseur ;
- L'hypothèse d'optimalité qui suppose que les anticipations des investisseurs devraient être des estimations non fallacieuses de la variable qu'ils souhaitent prévoir.

En outre, pour que les anticipations soient effectivement rationnelles toutes les croyances des agents économiques doivent être compatibles. Ils doivent avoir une parfaite connaissance du système économique et de son fonctionnement. De plus, les agents doivent élaborer leurs anticipations sur la base d'un abondant ensemble d'informations non biaisé, où tous les éléments de l'information sont aussi importants les uns que les autres.

Remarque

En plus des anticipations rationnelles, d'autres types peuvent être énumérés notamment :

[68] Cette hypothèse ne devrait pas être prise au premier degré, car tout agent économique est sujet à des erreurs. L'existence d'erreurs qui découlent de l'optimisme ou du pessimisme des agents économiques fait que les anticipations rationnelles ne sont pas toujours parfaites. Cette imperfection est, généralement, imputable aux erreurs commises individuellement par agents. La distribution aléatoire de ces erreurs permet de les compenser sur la masse des anticipations. De ce fait, l'hypothèse de rationalité est vérifiée, en moyenne.

- **Les anticipations statiques :** dans ce type d'anticipations, les agents économiques considèrent que les variables sont constantes. Ainsi, ils croient que la valeur future d'une variable restera à son niveau actuel.
- **Les anticipations extrapolatives ou myopes :** elles se basent sur le principe de l'évolution actuelle des variables. Par conséquent, les agents économiques anticipent la valeur future d'une variable par rapport à sa valeur antérieure, et à la tendance de son évolution.
- **Les anticipations adaptatives :** ce type tient compte des valeurs antérieures de la variable et des erreurs commises pouvant avoir une influence sur la variable. Les agents économiques vont, donc, se référer aux erreurs commises sur les anticipations passées et les adapter au moment présent en prenant en compte la tendance actuelle des évolutions. Cet ajustement, qui adapte et intègre l'expérience passée, nécessite un certain temps qui rend les anticipations adaptatives non instantanées. Toutefois, le point faible de ce type d'anticipations est les erreurs de prévisions systématiques qui peuvent en découler. Ces dernières sont source de distorsion de l'allocation des ressources, et entrainent la perte du bien-être des agents économiques, car leurs décisions d'investissement qui reposent sur la maximisation de l'espérance de leur utilité se trouvent faussées par ces erreurs de prévision.

Contrairement aux anticipations adaptatives, les anticipations rationnelles se caractérisent par l'absence d'erreurs de prévisions systématique. Ce qui rend les décisions des agents économiques beaucoup plus optimales, et réduit les pertes de bien-être.

b)- Implications des anticipations rationnelles

La rationalité des anticipations des investisseurs est une hypothèse incontournable de la théorie de l'efficience des marchés financiers. Cependant, ce concept a de multiples implications :

- La rationalité des anticipations implique que les investisseurs qui opèrent sur le marché financier disposent d'une capacité illimitée, qui leur permettrait de recueillir et de traiter les informations gratuitement. Ce qui éliminera les opportunités de réalisation de profits anormaux à long terme[69] ;

[69] Selon Muth, lorsque les entreprises disposent d'une bonne connaissance de la théorie économique, et que leurs visions ne sont pas différentes, les opportunités de réalisation de profits anormaux sont dissoutes (Muth, 1961., p. 20).

- Pour établir des anticipations rationnelles, l'ensemble des investisseurs recourt à un même modèle. Ce dernier devrait décrire le processus de formation des prix et des quantités échangées sur le marché. Autrement dit, le modèle de prévision utilisé par un investisseur doit être connu et utilisé par ses analogues dans la formation de leurs anticipations[70] ;
- Les anticipations rationnelles ont un caractère d'autoréalisation. Ceci stipule que lorsque les investisseurs croient que la variable à prévoir peut-être influencée par l'occurrence d'un quelconque évènement, ce dernier finira par se produire[71] ;
- Partant du fait que les marchés financiers se caractérisent par le règne d'une situation d'incertitude, les anticipations rationnelles ne peuvent constituer des prévisions parfaites. En ce sens, les anticipations ne peuvent être réalisées en totalité.

Même si la théorie de l'efficience informationnelle suppose la rationalité du comportement et des anticipations des investisseurs, ceci n'exclut pas la présence d'investisseurs irrationnels, qualifiés de bruiteurs ou de *noise traders*, sur les marchés financiers. Selon Gillet (2006), les investisseurs sont qualifiés d'irrationnels lorsqu'il n'y a aucune cohérence entre leurs comportements et les informations dont ils disposent. Ces derniers n'agissent pas dans un souci de maximisation de l'espérance de leur utilité de gain. Leur comportement irrationalité peut être généré par :

- Un mauvais traitement de l'information, et par ricochet une mauvaise interprétation de celle-ci ;
- Un besoin urgent de liquidité qui les conduit à céder leurs titres même si ces derniers leur semblent en hausse ;
- Obligation de livrer des titres engendrés par des opérations de vente réalisées sur des produits dérivés, notamment les options (Gillet, 1999., p. 19).

Néanmoins, trois cas de figure peuvent illustrer la compatibilité de la théorie de l'efficience informationnelle avec l'hypothèse de rationalité des investisseurs (Broihanne, Merli, Roger, 2004) :

[70] De nos jours, le modèle utilisé dans la prévision de l'évolution des cours boursiers des actifs financiers est celui de l'actualisation des dividendes futurs. Il repose sur une démarche actuarielle dont l'objectif est de mettre en place une estimation des flux futurs, qui peuvent être générés par une entreprise compte tenu du niveau de risque que représente l'actif économique.

[71] Selon Mignon, *« la seule croyance des agents en la relation entre deux évènements suffit à l'engendrer »* (Mignon, 1998., p. 21).

- Lorsque tous les investisseurs présents sur le marché sont parfaitement rationnels, leurs anticipations deviennent homogènes. Par conséquent, les prix qui se forment intègreront instantanément toute l'information disponible. Ce qui reflète la valeur fondamentale de la société émettrice ;
- La présence de bruiteurs (investisseurs dont les comportements ne sont pas parfaitement rationnels) induit l'augmentation du volume de transaction à cause de l'absence de corrélation entre les différentes stratégies des investisseurs. Toutefois, la compensation de leurs opérations fait en sorte que les prix ne peuvent s'éloigner de leur valeur fondamentale de façon durable ;
- La présence d'investisseurs non parfaitement rationnels, mais dont les interventions sont corrélées, n'éloigne pas le prix de sa valeur fondamentale. Ce qui se justifie par la présence d'investisseurs informés (les arbitragistes) qui font en sorte de contrer ces comportements mimétiques et de ramener les prix vers leurs valeurs fondamentales.

3-2- L'information dans la théorie de l'efficience informationnelle

Parmi les éléments fondamentaux de fonctionnement des marchés financiers, l'information[72]. Cette donnée est également essentielle à la théorie de l'efficience informationnelle. Dans ses travaux, Fama a porté une attention particulière à la notion d'information en reliant l'efficience d'un marché à son aptitude à intégrer instantanément toute l'information disponible dans les cours des titres, de telle sorte à refléter sa valeur fondamentale. Car l'intégration de toute information au cours d'un titre a pour conséquence de modifier sa valeur. En ce sens, un marché est d'autant plus efficient que l'accès des opérateurs à l'infirmation est libre et gratuit.

a)- L'information sur le marché financier

Sur le marché financier, l'**information financière** est une donnée fondamentale, dans la mesure où elle constitue la matière première à laquelle les investisseurs se réfèrent pour prendre leurs décisions.

[72]Spieser définit l'information comme étant *« un bien économique ambigu puisqu'on en connait mal les producteurs, le processus de production, ainsi que l'usage qu'en font les utilisateurs »* (Spieser, 2000., p. 15). De ce fait, l'information peut avoir un caractère objectif si l'on tient compte du fait qu'elle soit constituée d'indicateurs officiels émis par des entreprises, des instituts, et des organismes publics. Comme elle peut avoir un caractère subjectif si on se rapporte à l'importance que lui accorde son utilisateur (Boufama, 2014., p. 25).

Par définition, l'information financière désigne un ensemble de communications concernant les éléments essentiels de l'entreprise, susceptible de procurer une image fidèle de sa situation financière, son résultat et son patrimoine, portant sur le bilan, le compte de résultat, le tableau de financement et l'annexe. Pour les entreprises cotées en bourse, l'information financière a un caractère obligatoire et officiel. En effet, elles sont soumises à l'obligation de transparence qui se traduit par la diffusion d'informations financières fiables et détaillées.

Outre l'information financière directement liée à l'activité de l'entreprise, les investisseurs disposent d'une autre catégorie d'informations relative aux **cotations et à l'évolution des marchés financiers**, ainsi que des informations d'ordre général concernant les **nouvelles économiques et financières**.

L'ensemble de ces informations est diffusé auprès des investisseurs, qui doivent en faire une analyse et un traitement efficace afin de prendre les décisions les plus optimales permettant d'anticiper rationnellement les évoluent futures des cours des titres.

b)- Traitement des informations sur le marché financier

Avant de parvenir aux investisseurs, les informations subissent un premier traitement effectué par les médias spécialisés. Leur rôle est de publier, de la façon la plus objective possible, toutes les informations relatives aux entreprises, à l'évolution des marchés financiers et aux nouvelles économiques et financières, susceptibles d'intéresser les investisseurs. De telle sorte à leur transmettre une information de qualité, caractérisée par la neutralité, la fiabilité et la compréhensibilité.

Parmi les médias spécialisés dans la transmission des informations sur les marchés financiers, on distingue :

- **La presse économique et financière :** qui publie les informations à un rythme quotidien, hebdomadaire, mensuel, semestriel, ou trimestriel, sous forme écrite ou accessible par internet (à titre d'exemple le Wall Street Journal, le Financial Times, ou encore Le Figaro, …).
- **Les agences de communication financière :** dont le rôle est de mettre en place des bases de données que les investisseurs peuvent consulter en ligne gratuitement ou de façon payante (notamment Reuters, Bloomberg, Morningstar, etc.).

Une fois à la portée de l'investisseur, l'information est analysée et étudiée en fonction des capacités cognitives du récepteur. Or, de nos jours, le nombre des agences de communications financières et de la presse économique ne cesse d'augmenter, noyant ainsi les investisseurs dans d'importantes masses d'informations. Pour en sélectionner les plus pertinentes, un certain tri doit être effectué. Pour se faire, l'investisseur doit développer une attitude neutre conjuguée à un sens de critique. Car selon Gillet et Szafarz, les anticipations rationnelles sont établies selon deux catégories distinctes d'informations : des variables fondamentales (cours, dividendes, bilans … etc.), et des variables *« sunspots »* (taches solaires) dont l'impact éventuel dépend de l'importance que leur accordent les investisseurs (Gillet, Szafarz, 2004., p. 8).

Toutefois, le traitement efficace des informations financières repose, d'une part, sur un diagnostic général de l'entreprise qui tient compte de son secteur d'activité, de la structure du capital, de sa part de marché, etc. D'autre part, l'efficacité du traitement d'informations repose sur une lecture exhaustive des états financiers. Ce qui consiste en l'étude des différents ratios de rentabilité et de la structure de financement, la comparaison entre les différentes publications périodiques, ainsi que la vérification des chiffres de références publiés par la presse spécialisée.

Dans ce même sillage, la divulgation d'informations par les entreprises cotées peut être volontaire dans un souci de déclaration spéciale. Qu'elle soit volontaire ou obligatoire, la divulgation d'informations est essentielle à l'efficience des marchés financiers. En effet, la transparence fournit aux investisseurs une évaluation crédible de leurs opportunités d'investissement et réduit l'asymétrie d'informations. Ce qui a pour conséquence l'accroissement de la stabilité financière. Au-delà de l'efficience, l'allocation efficace du capital-risque sur les marchés financiers est une condition indispensable pour réaliser une croissance économique sur le long terme. En ce sens, la divulgation d'information renseigne l'ensemble des acteurs qui interviennent sur le marché financier, en leur donnant les éléments nécessaires à la prise de décision.

c)- Les agences de notation et leur rôle sur le marché financier

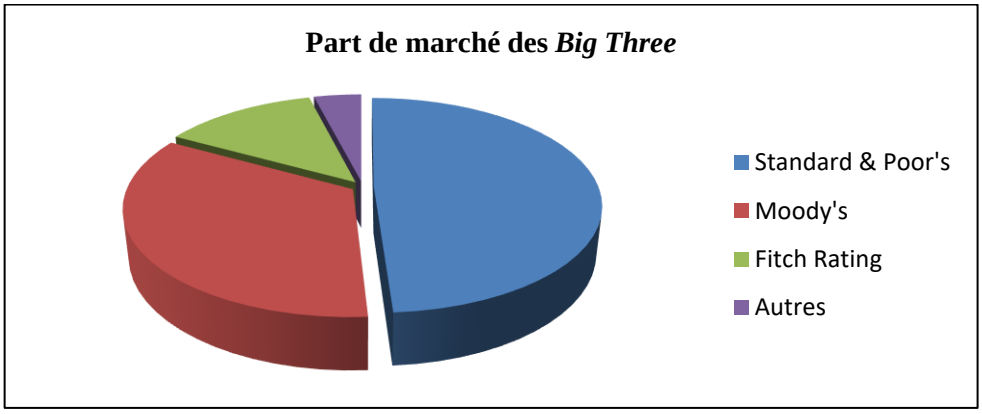
Dans le cadre de la transparence imposée par les autorités des marchés financiers, les informations divulguées comprennent les rapports et les notes attribuées par les agences de notation. Ces entreprises privées ont pour rôle d'attribuer une note qui reflète leur évaluation et leur appréciation de la solvabilité des entreprises, des banques, des collectivités locales et des États, effectuant des opérations d'emprunt sur le marché financier. Afin de mesurer correctement le risque de non-remboursement, les agences de notation (ou de *rating* en anglais)

recourent à une évaluation statistique fondée sur la mesure des probabilités d'occurrence d'éventuels scénarios financiers. Ces derniers sont mis en place en fonction des perspectives de croissance des entreprises, des perspectives commerciales et de développement, ainsi que des politiques budgétaires des États. En fonction des résultats de cette évaluation, les agences de notation attribuent une note allant de A à D en passant par des échelons intermédiaires de type A1, A2 ou A^{+}, A^{-}. Toutefois, les systèmes de notation varient d'une agence à une autre, mais un principe demeure inchangé « plus la note est élevée, plus le risque est faible », ainsi :

- Le A indique une bonne solvabilité ;
- Le B indique une solvabilité moyenne ;
- Le C indique l'existence d'un risque important de non-remboursement ;
- Le D correspond à la faillite de l'emprunteur.

De nos jours, le marché mondial de la notation connait une situation oligopolistique par trois agences puissantes, appelées « *BigThree* » (Moody's, Standard &Poor's et Fitch Ratings). Ce trio accapare à lui seul d'une part de 96% du marché mondial de la notation, toutes catégories confondues (avec 49% pour Standard &Poor's, 34% pour Moody's et 13% pour Fitch). La Figure I.6 illustre la répartition de la part du marché de notation entre ces trois agences.

Fig. I.6. Répartition de la part du marché de la notation mondiale



Source : Établie par nous-mêmes selon les données de la SEC.

d)- Impact de la notation sur l'efficience informationnelle des marchés financiers

Conjuguées aux informations financières disponibles sur les marchés, la notation constitue un véritable complément pour orienter la prise de décision des investisseurs. À ce titre, les notes attribuées par les agences de notation ont un impact considérable sur les marchés financiers et leur fonctionnement efficient, car les informations contenues dans les notes

exercent une influence sur l'évolution des cours des titres et sur les taux d'intérêt pratiqués[73], mais aussi sur la capacité de placement du titre, le coût de financement ainsi que l'image des dirigeants (Gerst, Groven., 2004).

Sur le marché financier, les investisseurs accordent une attention particulière aux avis émis par les agences de notation qui, contrairement aux analystes financiers, *« ont l'avantage de bénéficier d'informations privilégiées de la part des émetteurs »* (Degos, Ben Hmiden, Henchiri, 2012., p. 57). Ainsi, un emprunteur qui obtient une note élevée paiera un taux d'intérêt faible, car la note indique la faiblesse de son risque de non-remboursement. À contrario, celui dont la note est moins bonne ou mauvaise supportera un taux d'intérêt plus important.

Par ailleurs, l'information produite par les agences de notation présente l'avantage d'être facile à interpréter pour les investisseurs. En ce sens, les agences de rating assurent une allocation optimale des capitaux, en réduisant les coûts supportés par les prêteurs et les emprunteurs. Ce qui a tendance à renforcer l'efficience informationnelle des marchés financiers (Brand, 2008., p. 265). Ces informations procurent aux investisseurs une meilleure connaissance de la qualité des émetteurs, car elle ne se limite pas à une simple lecture des ratios financiers, mais elle intègre tous les aspects de l'émetteur (Karyotis, 1997., p. 58). En outre, la détention d'informations privilégiées permet aux agences de notation de réduire les asymétries d'information qui peuvent se manifester entre les investisseurs informés et non informés.

Toutefois, depuis la crise des '*Subprimes'*[74], les agences de notation font l'objet de beaucoup de critiques virulentes. Leur objectivité et leur indépendance sont remises en question, car depuis les années 1970, leur rémunération ne provient plus des investisseurs, mais des émetteurs des titres notés. Ajouté à cela, la structure oligopolistique qu'ont crée les *BigThree* ne fait qu'accentuer les critiques qui leur sont adressées, et remettre en cause la fiabilité de leur notation. Cela dit, une activité d'une telle envergure ne peut pas être remise en cause à la suite d'un nombre minime de failles. Pour aller dans le fond des choses, il conviendrait de mettre l'accent sur la manière dont procèdent les agences de notation pour

[73] L'étude de Lantin & Roy (2009) portant sur l'étude des événements intervenus entre les deux géants de la sidérurgie Arcelor et ThyssenKrupp lors de la prise de contrôle de l'entreprise Dafasco, met en relief le rôle prépondérant des agences de notation dans les modalités de croissance externe d'une entreprise.

[74] La notation des crédits structurés s'effectue à travers le découpage des titres en fonction de leurs caractéristiques qualitatives. Ce qui a donné lieu (pour les prêts *'Subprimes'*) à des tranches, pour lesquelles les agences de notations ont déterminé des taux d'intérêt associés. Par la suite, ces agences de rating sont entrées en contact avec les banques d'affaires émettrices, afin de mettre en place les différentes spécificités de constitution des tranches, et obtenir le rating recherché. Cette collusion d'intérêts entre les agences de notation et les banques d'affaires était à l'origine du triple A (AAA) obtenu par les crédits titrisés, qui présentaient un important risque de crédit (Brand, 2008).

évaluer les émetteurs. Contrairement aux investisseurs, le souci des agences de notation ne se limite pas à une appréciation conjoncturelle en vue d'effectuer une transaction immédiate. Elles cherchent à apprécier le risque structurel et fondamental que présente le titre, et ajustent constamment les notes qu'elles attribuent. Ceci peut être à l'origine des disparités qui peuvent apparaitre entre les appréciations des titres faites par les agences de notations et celles des investisseurs.

Autant qu'estimation d'un risque de solvabilité à un instant donnée, la notation financière est loin d'être une recommandation d'achat ou de ventre. Effectuée à partir de l'évaluation d'informations publiques d'une part, et celles fournies par les émetteurs d'autre part, la notation offre aux investisseurs une information synthétisée, compréhensible et gratuite, reflétant la valeur fondamentale des titres. De ce fait, la notation financière permet aux investisseurs de prendre des décisions en intégrant l'ensemble de l'information relative à un actif donné.

e)- Le problème d'asymétrie d'information

Les déséquilibres en termes d'informations auxquels sont confrontés les marchés financiers sont la source d'asymétrie d'information. Cette dernière entraine le fonctionnement inefficient des marchés à travers deux phénomènes :

- Le problème de l'**anti-sélection** (sélection adverse) qui se déclare au moment de la signature du contrat. Elle découle d'un manque d'informations concernant le titre que l'investisseur souhaite acquérir. Ce phénomène a pour conséquence d'induire les investisseurs à faire une mauvaise sélection et évaluation du titre lors de la signature du contrat. L'asymétrie d'information est, donc, observée ex ante ;
- Le problème de l'**aléa moral** qui suppose la non-existence d'une asymétrie d'information au moment de la conclusion du contrat. Contrairement à l'anti-sélection, l'aléa moral se manifeste lorsque l'investisseur change son comportement après la signature du contrat. Par conséquent, une certaine difficulté à prévoir les comportements des investisseurs après acquisition des titres se manifeste.

Pour pallier ces problèmes, Grossman (1976, 1978), puis Grossman & Stiglitz (1980) ont effectué des recherches autour des asymétries d'informations entre investisseurs. Ils ont élaboré un modèle qui stipule que le prix d'un actif financier peut résoudre les asymétries d'informations. Ils en distinguent, ainsi, deux types d'investisseurs : des investisseurs informés

qui ont accès à des informations privées qu'ils acquièrent à un certain coût (les initiés). Et des investisseurs non informés, qui observent seulement le cours des titres pour s'informer.

Selon la théorie des équilibres en anticipations rationnelles, et si le cours des titres reflète l'ensemble de l'information disponible, les agents non informés seront capables de déduire l'information détenue par les agents informés par la simple observation des cours des titres. L'explication donnée par Grossman est que lors de la réception d'une information favorable sur la valeur d'un actif, l'investisseur cherchera à profiter de cette information en passant des ordres d'achat. Cet accroissement de la demande va provoquer, par ricochet, une augmentation du cours du titre. Celle-ci sera interprétée par les agents non informés comme un signal d'existence d'information privée. Dans le cas où les agents non informés peuvent anticiper la relation entre l'information des initiés et l'évolution des cours, ils seraient capables d'établir des inférences sur l'information privée, pour chaque niveau de prix. Or, dans cette situation, les initiés ne peuvent tirer profit des informations dont ils disposent. C'est pourquoi, Grossman et Stiglitz (1980), mettent l'accent sur la nécessité que les titres ne soient pas parfaitement révélateurs (Biais, Foucault, 1993., pp. 9-10).

Il en ressort de ce qui a été dit que, lorsque le marché est efficient au sens informationnel, les investisseurs se réfèreront au prix plutôt qu'aux informations pour anticiper les évolutions futures, car le prix est le meilleur signal qui puisse exister sur un marché efficient. Grossman et Stiglitz remarquent l'existence d'un paradoxe sur les marchés efficients. Étant donné que l'information est intégrée dans le prix, les investisseurs ne chercheraient plus à détenir des informations privées, alors que l'efficience suppose que les agents soient informés. Le « paradoxe de Grossman et Stiglitz » met l'accent sur l'incapacité des marchés financiers à atteindre l'efficience informationnelle, et sur l'inadaptation du concept associé d'équilibre en anticipations rationnelles (Demange, Rochet, 2005., pp. 32-39). Toutefois, le modèle de Grossman et Stiglitz ne va pas vraiment à l'encontre de l'efficience. Selon leur modélisation, le fait que les investisseurs informés effectuent leurs choix sans tenir compte de l'information qu'ils révèlent aux investisseurs non informés les empêche de tirer profit de leurs informations privilégiées[75] (c'est ce que stipule la forme forte de l'efficience informationnelle).

3-3- La formation des prix selon la théorie de l'efficience

[75]Hellwing appelle ce phénomène la « schizophrénie » des investisseurs (Demange, Rochet, 2005., p. 39).

La question centrale abordée par Eugène Fama dans la théorie de l'efficience des marchés financiers est la formation des prix des actifs, ainsi que la possibilité de prévoir leur évolution future. Pour comprendre le postulat de la théorie de l'efficience concernant la formation des prix, il est nécessaire de remonter aux origines celle-ci.

L'idée de base de la théorie de l'efficience informationnelle est que la valeur fondamentale des actifs préexiste de façon objective aux marchés financiers. Ces derniers ont pour rôle d'en fournir une estimation fiable et précise. Sachant que la valeur fondamentale d'un actif est égale à la somme actualisée de ses revenus futurs, les investisseurs devraient anticiper objectivement ces revenus en fonction des informations dont ils disposent. Cela dit, le caractère objectif des anticipations est dû au recours à la modélisation, qui considère le futur comme étant probabiliste. Ceci permet d'écarter la subjectivité des opinions personnelles des investisseurs, et de ne considérer que l'information disponible comme variable pertinente. Il en résulte alors que toute variation des prix est due à l'arrivée d'une nouvelle information. Autrement dit, les cours boursiers sont imprévisibles, car leur évolution dépend des informations qui arrivent de façon aléatoire sur le marché[76]. À partir de là, toute nouvelle information disponible sera immédiatement traitée et exploitée par les investisseurs, afin de l'intégrer dans les prix des actifs[77].

Dans la mesure où, sur un marché efficient, le prix d'un actif (une action, par exemple) reflète à tout moment l'ensemble de l'information disponible, et agrège tous les comportements des investisseurs, celui-ci tend à se rapprocher de la valeur fondamentale.

Selon Mishkin (Mishlin, et al., 2010., pp. 167-179), le prix d'une action s'établit sur le marché en fonction du principe de la vente aux enchères. En d'autres termes, le prix est fixé selon ce que le meilleur enchérisseur est prêt à payer. En ce sens, l'information joue un rôle crucial, dans la mesure où l'investisseur le mieux informé est celui qui accepte de payer le prix le plus élevé tout en exigeant le taux de rentabilité le plus bas.

[76] Comme nous l'avons exposé dans la première section, le concept de marche aléatoire remonte à la thèse de Bachelier.

[77] Même si la théorie de l'efficience informationnelle fut formalisée par Fama, il est important de signaler que Jules Regnault fut le premier à comprendre que l'information joue un rôle déterminant dans la formation des prix. Ainsi, il signale que les investisseurs placent leurs actifs en fonction du *« degré de probabilités qu'il[s] attribue[nt] aux événements »*. Par conséquent *« s ['ils avaient tous] les mêmes idées et appréciai[ent …] les mêmes causes, il n'y aurait plus de contrepartie possible »*. Regnault déduit alors que *« le cours n'est pas toujours uniquement déterminé par les circonstances présentes ; il comprend encore toutes les espérances légitimes qui peuvent être renfermées dans cette situation »* (Regnault, 1863).

Cependant, en cas d'arrivée de nouvelles informations sur la société émettrice, les investisseurs revoient leurs anticipations en intégrant ces informations, ce qui induit la variation du cours de l'action[78]. Autrement dit, les anticipations rationnelles des investisseurs supposent qu'ils utilisent toute l'information dont ils disposent pour prévoir l'évolution des cours à travers le calcul de l'espérance conditionnelle. Ainsi, à base de toute l'information disponible au moment de sa formulation, l'anticipation rationnelle constitue la meilleure prévision possible.

Sur un marché efficient, les prix des actions s'ajustent instantanément à leur valeur fondamentale. Partant du principe que la valeur fondamentale est égale à la somme des dividendes futurs anticipés rationnellement et actualisés à un taux de rentabilité exigé (qui est égal au taux de rentabilité d'équilibre), la relation entre le prix actuel de l'action et les anticipations du prix futur, du dividende et du taux de rentabilité, s'exprime par le modèle suivant :

$$P_t = \frac{D_{t+1}+P_{t+1}}{(1+R)} \quad \text{Soit:} \qquad R = \frac{P_{t+1}-P_t+D_{t+1}}{P_t}$$

Avec :

P_t : Prix de l'action à l'instant *(t)*, lors de son achat ;

P_{t+1} : Prix de l'action à l'instant *(t+1)*, lors de sa revente ;

D_{t+1} : Dividende perçu à *(t+1)* ;

R : Taux de rendement de l'action de la période *(t)* jusqu'à *(t+1)*.

Avec les anticipations rationnelles des investisseurs, les équations précédentes prendraient les formes suivantes :

$$P_{t+1} = E(P_{t+1}/I_t) \text{et:} \qquad R = E(R/I_t)$$

I_t : L'information disponible à l'instant *(t)*.

Sur un marché efficient composé de *(i)* actions :

[78] À signaler que les informations relatives à la société émettrice ne sont pas la seule variable qui peut influencer le cours d'une action. Les orientations de la politique monétaire (comme la modification des taux d'intérêt) poussent les investisseurs à revoir la rentabilité qu'ils exigent, ainsi que leurs anticipations. Par conséquent, une variation du cours de l'action sera observée.

$$P_t = \sum_{i=1}^{\infty} E \frac{(D_{t+i}/I_t)}{(1+R^*)^i}$$

R^* : désigne le taux de rentabilité d'équilibre.

Dans le cas où les investisseurs anticipent une rentabilité supérieure à celle de l'équilibre, le prix courant de l'action sera supérieur au prix d'équilibre. Cette situation va engendrer, pour les investisseurs, une opportunité de réaliser les profits, car l'action sera sous-évaluée. À partir de là, la forte demande fera en sorte de rehausser le prix de l'action. Par ricochet, la rentabilité, ainsi que la rentabilité anticipée vont diminuer. Il en ressort alors, que sur un marché efficient, les investisseurs exploitent toutes les opportunités de profits jusqu'à les éliminer.

En outre, la formation des prix sur un marché financier efficient suppose que :

- Les anticipations rationnelles formées par les investisseurs intègrent toute l'information disponible, et sont égales à la prévision optimale de la variable en question ;
- Les évolutions futures des cours boursiers suivent une marche aléatoire, et ne peuvent être prédites à partir des informations disponibles, car elles sont déjà intégrées dans le cours actuel ;
- Si les investisseurs anticipent rationnellement l'évolution des cours, les erreurs de prévisions seraient en moyenne nulles ;
- Même si tous les investisseurs ne forment pas des anticipations rationnelles, cela ne remettrait pas en cause l'efficience du marché. En effet, quand le prix du marché est en dessous du prix efficient, les investisseurs arbitragistes achèteraient les actifs concernés jusqu'à ce que le cours s'aligne sur le prix efficient ;
- Sur un marché efficient, le prix d'un actif ne réagira pas aux informations déjà anticipées par les investisseurs. Ceci s'explique par le fait que tous les événements futurs ont été anticipés, ainsi que les conséquences qui en découlent.

Fondée sur l'hypothèse fondamentale de rationalité des investisseurs, la théorie de l'efficience informationnelle des marchés financiers étudie le processus de formation des prix, en fonction des informations disponibles. En d'autres termes, la théorie de l'efficience est fondée sur l'information et le comportement des investisseurs vis-à-vis de cette dernière. De ce fait, pour qu'un marché soit efficient il faudrait que les actifs soient correctement évalués à

travers les informations disponibles. Ces dernières doivent être disponibles et gratuites pour tous les investisseurs dont le comportement et les anticipations doivent être effectués dans le souci de maximiser leur espérance d'utilité, selon le niveau de risque qu'ils courent.

De plus, la théorie de l'efficience suppose que les prix intègrent instantanément toute l'information disponible, afin de refléter les fondamentaux des entreprises émettrices. Cela nécessite que l'information soit diffusée, d'où l'importance du rôle joué par les médias spécialisés et les agences de notation dans la transmission et la diffusion d'informations fiables et précises.

Conclusion au premier chapitre

Ce premier chapitre donne un aperçu historique sur l'émergence de la théorie financière moderne. Il met en avant l'apport de plusieurs auteurs qui ont contribué d'une façon ou d'une autre à mettre les bases fondamentales de cette théorie. Il réexamine l'apport mathématique de Bachelier pour qui la finance n'est pas une fin en soi, et dont il s'est servi comme un cadre d'analyse pour illustrer l'évolution des cours boursiers à travers l'utilisation du mouvement brownien. Cependant, Bachelier s'est inspiré des travaux antérieurs de Jules Regnault (1863), qui fut le premier à modéliser les cours boursiers. Néanmoins, la *« Théorie de la spéculation* » de Bachelier constitue le point de départ des modèles des pionniers Markowitz et Sharpe, qui ont mis en place des modèles d'évaluation des actifs financiers et d'aide à la prise de décision dans les choix d'investissement que doivent opérer les investisseurs. L'ensemble de ces modèles est fondé sur l'hypothèse sous-jacente de l'efficience.

Ce chapitre a également illustré l'importance de la théorie de l'efficience, et les diverses évolutions que la définition de ce concept central en finance de marché a connues, au fil du temps et des travaux issus de sa contestation. Dans la définition authentique de Fama (1965), l'efficience stipule que les prix observés sur le marché reflètent toute l'information disponible, dans la mesure où ces derniers intègrent instantanément les conséquences des événements passés et agrègent les anticipations des investisseurs concernant les événements futurs. Très vite, cette première définition restrictive s'est heurtée à des critiques issues de la difficulté de sa validation empirique. Ce qui a amené Fama à mettre l'accent sur la difficulté de vérifier empiriquement l'efficience qui est un test d'hypothèse jointe, d'une part. Et à revoir et à élaborer une classification progressive fondée sur la mise en place d'une graduation dans l'ensemble d'informations disponibles sur le marché, d'autre part. Cette classification fera l'objet de la première section du chapitre suivant.

Par ailleurs, les innombrables désavantages que présentent les marchés financiers et la récurrence des crises financières ces dernières années, ont poussé les détracteurs de l'efficience à la remettre en cause. Ces désavantages ont conduit à l'apparition de la finance comportementale qui essaye d'expliquer la formation des prix à partir du concept de rationalité limitée et de présence d'investisseurs qui n'agissent pas toujours de façon parfaitement rationnelle.

Le chapitre suivant sera consacré à l'étude de l'évolution de la théorie de l'efficience informationnelle, à travers les tests empiriques de ses trois formes, l'étude de ses biais ou

anomalies, jusqu'à l'émergence de la finance comportementale, qui est venue en réponse aux insuffisances de la théorie de l'efficience.

Chapitre II

Évolution de la théorie de l'efficience informationnelle des marchés financiers et émergence de la finance comportementale.

« I believe there is no other proposition in economics which has more solid empirical evidence supporting it than the Efficient Market Hypothesis. That hypothesis has been tested and, with very few exceptions, found consistent with the data in a wide variety of markets: the New York and American Stock Exchanges …»

Michael Jensen, Journal of Financial Economics, 1978, p. 95.

Introduction au deuxième chapitre

La théorie de l'efficience informationnelle des marchés financiers, telle qu'élaborée par Eugène Fama (1965), suppose une intégration instantanée de toute l'information disponible dans la formation des cours boursiers. En ce sens, les investisseurs agissent de manière rationnelle, et les opportunités d'arbitrage jouent un rôle de régulateur des prix en les ramenant à leurs valeurs fondamentales. Cependant, la première définition de Fama (1965) repose sur un contexte trop général et des conditions excessivement restrictives. Ce qui rend l'examen empirique de l'hypothèse d'efficience difficile, car reposant sur un test unique. Ces obstacles d'ordre pratique ont conduit Fama (1970) à instaurer une classification de l'efficience sous trois formes, qui distinguent différentes catégories d'information.

Ce second chapitre s'articule autour de trois objectifs fondamentaux. Dans un premier temps, nous examinerons la classification graduelle, qui se décline en trois formes d'efficience proposée par Fama (1970-1991). Pour ce faire, nous nous intéresserons aux différents tests empiriques qui ont tenté d'examiner les trois degrés d'efficience en testant la prévisibilité des cours boursiers pour la première forme (forme faible). En étudiant l'impact des événements publiquement divulgués sur les prix des actifs, pour la forme semi-forte. Et en analysant l'impact de la détention d'information privée, à travers la performance des gérants de portefeuille et les délits d'initié, comme test relatif à la forme forte de l'hypothèse d'efficience informationnelle.

Dans un deuxième temps, et une fois les fondements théoriques et empiriques de l'hypothèse de l'efficience posés, celle-ci a fait l'objet de plusieurs tests relevant l'existence d'anomalies. En effet, certaines études ont révélé que les marchés financiers ont tendance à se comporter de manière purement irrationnelle lors de l'occurrence de certains événements. Ainsi, le second objectif de ce chapitre est de passer en revue l'ensemble des anomalies détectées sur le marché, tout en proposant une classification en fonction des caractéristiques financières des sociétés émettrices et des phénomènes saisonniers et météorologiques.

Dans un dernier temps, notre attention sera portée sur la remise ne cause de cette théorie centrale de la finance moderne, jalonnée par l'avènement d'un nouveau courant de pensée qui tente d'expliquer le fonctionnement et les éventuelles anomalies sur les marchés financiers par des causes psychologiques et des biais cognitifs relatifs aux comportements des investisseurs.

De ce fait, nous aborderons les différents apports et explications fournis par ce courant initié par DeBondt & Thaler (1985).

Dans le souci de répondre à ces objectifs, nous avons choisi de structurer ce chapitre autour de trois sections :

- **Section 1 :** Les formes de l'efficience informationnelle et ses tests empiriques
- **Section 2 :** L'efficience informationnelle face à la détection d'anomalies
- **Section 3 :** Émergence de la finance comportementale en réponse à la persistance des anomalies de l'efficience informationnelle

Section 1 :

Les formes de l'efficience informationnelle et ses tests empiriques

Dans un article fondateur de 1970, Fama établit une définition sous trois formes progressives de l'efficience informationnelle, en fonction du type et de la qualité d'information reflétée dans le cours du titre en question. Cette organisation graduelle de l'ensemble d'informations disponibles a donné lieu à une distinction entre la forme faible de l'efficience *« weak form »*, la forme semi-forte *« semi-strong form »*, et la forme forte *« strong form »*. À chacune de ces trois formes correspond une méthode spécifique de vérification empirique. Toutefois, pour faire face à l'abondance des travaux empiriques visant à tester l'efficience, Fama (1991) effectue une modification dans la première classification.

Dans ce qui suit, nous présentons tout d'abord la forme faible d'efficience et les tests de prévisibilité des rendements, avant de nous intéresser à la forme semi-forte et aux tests d'études événementielles. Et enfin, nous terminerons cette section avec la forme forte et les tests d'informations privilégiées.

1-1- La forme faible et les tests de prévisibilité des rendements

Dans cette première forme de l'efficience informationnelle, Fama (1970-1991) considère que toute l'information contenue dans l'historique passé des cours d'un actif est pleinement et instantanément reflétée dans le cours actuel.

1-1-1- Définition de la forme faible de l'efficience

La forme faible de l'efficience informationnelle des marchés financiers postule que le cours d'un actif reflète pleinement toute l'information contenue dans l'historique passé des prix de ce dernier. Par conséquent, il serait impossible de tirer profit des informations historiques pour prévoir l'évolution future des cours boursiers. *« Ce qui se justifie par le fait que tous les investisseurs disposent du même stock d'informations passé, ces informations sont dites de*

premier type[79] ». En effet, les cours des titres représentent l'information la plus disponible et détenue par la totalité des opérateurs du marché financier. Ainsi, son utilisation ne pourrait permettre de générer un profit supérieur. Ce qui revient à dire que l'analyse technique, qui consiste à mettre en place des stratégies d'investissements fondées sur l'analyse des séries des cours passés, ne permettrait à aucun investisseur de surperformer le marché en dégageant un rendement anormal. Cependant, l'étude des volumes de transaction et des séries historiques des prix est l'une des techniques les plus utilisées par les investisseurs pour définir les tendances d'évolution des cours des titres à court terme.

1-1-2- Les tests de prévisibilité des rendements[80]

Partant du principe que sur un marché faiblement efficient les cours des titres reflètent pleinement toute l'information contenue dans les séries historiques des prix, la validation de cette hypothèse nécessite de démontrer qu'aucun investisseur n'a la capacité d'anticiper avec profit l'évolution future des cours à partir des séquences des prix passés. En ce sens, les tests de la forme faible se résument, pour la plupart, à des tests de marche aléatoire visant à démontrer l'indépendance des variations successives des cours boursiers.

L'objet des tests de marche aléatoire dans le cadre de la forme faible de l'efficience est de démontrer que les cours boursiers suivent une marche hasardeuse dans leur évolution, de telle sorte à ce qu'une stratégie de gestion ne puisse permettre aux investisseurs de prédire les fluctuations futures (Dias, et al., 2020). Trois modalités d'analyse permettent de tester la validité du modèle de marche aléatoire dans le cadre de la forme faible :

- La première modalité consiste à analyser la pertinence de l'analyse technique à travers la confrontation des résultats obtenus par la méthode des filtres avec ceux découlant d'une stratégie d'investissement passive ;
- La seconde a trait à l'étude de l'indépendance des variations successives des cours boursiers à travers des tests de corrélations sérielles ;

[79] Ce paragraphe est extrait de notre communication. Ferhati, N., Amiar, L., *« Précision des concepts économiques et financiers retenus pour mesurer l'efficience des marchés financiers : cas des bourses de la région MENA »*. In : Le second colloque international sur la relance économique des pays de la région MENA, facteurs de développement durable, Centre Universitaire Nour Bachir El-Bayadh, Algérie, Avril 2018.

[80] L'ensemble des tests ayant été réalisés pour tenter d'infirmer ou de corroborer la forme faible de l'efficience informationnelle, regroupent aussi bien les tests paramétriques que non paramétriques. Les tests paramétriques consistent à étudier les propriétés statistiques des cours des titres, et concernent principalement le modèle de marche aléatoire et d'autocorrélation. Tandis que les tests non paramétriques portent sur l'application d'une technique déterminée afin d'étudier les profits générés, à titre d'exemple les runs tests.

- La troisième concerne l'analyse des trajectoires chaotiques pouvant apparaître dans les séries des cours boursiers.

a)- Les méthodes de l'analyse technique

Le recours à la méthode des filtres fondée sur l'analyse technique des séries historiques des rendements des cours boursiers a pour objet de vérifier si les professionnels de gestion de portefeuille arrivent à dégager des rendements anormaux en ayant recours à cette méthode largement utilisée par ces derniers. La méthode des filtres stipule que le prix d'un actif financier gravite autour du prix d'équilibre, et toute variation qui l'éloigne significativement de ce dernier devrait être interprétée comme un signal d'arrivée d'une nouvelle information sur le marché financier. Ainsi, cette technique, qui trouve ses origines dans la théorie du Dow[81], permet aux investisseurs de mettre en place une stratégie qui *« consiste à acheter systématiquement un actif présélectionné [dès lors que son prix] augmente de X % ou plus, et de le revendre lorsque le cours baisse de plus de X %. La valeur du filtre (X) [étant] déterminée au début du processus par l'investisseur. »* (Gillet, 1999., p. 44).

Avant d'être utilisée dans d'étude éminente de Fama et Blume (1966), la méthode des filtres fut appliquée de manière significative pour la première fois par Alexender (1961) pour analyser les fluctuations des cours des titres sur le marché américain. Cependant, le test d'efficience effectué par Fama et Blume demeure plus pertinent dans la mesure où il porte sur un total de trente valeurs constitutives du Dow Jones étalées sur une période de cinq ans. Les deux auteurs recoururent à l'utilisation de différents filtres entre 0,5% et 20%, qu'ils appliquèrent quotidiennement à leur échantillon de trente valeurs. Ils procédèrent, par la suite, à la comparaison des résultats obtenus par la méthode des filtres avec ceux obtenus par une stratégie naïve qui consiste en une détention ininterrompue des mêmes titres sur la même période. La conclusion de leur étude va dans sens d'une validation totale de la forme faible de l'efficience. En effet, compte tenu des coûts de transaction, l'adoption d'une stratégie naïve s'est avérée être plus rentable (9,9%) que le recours à la méthode des filtres. Cela dit, l'utilisation d'un petit filtre de 0,5% leur aura permis de générer une rentabilité supérieure à celle d'une gestion naïve. Une étude similaire portant sur les valeurs du Standard and Poor's, entre 1928 et 1961, renforce les conclusions de Fama et Blume.

[81] La théorie du Dow est l'un des principes sur lesquels repose l'analyse technique, mise en place par le journaliste financier Charles Dow. Cette théorie, fondée sur l'analyse des sommets et des creux produits par les graphiques des fluctuations des cours boursiers renseigne les investisseurs sur les évolutions des cours des actifs à un instant donné.

Quant au marché financier français, une étude menée par Galesne (1975) portant sur l'application de la méthode des filtres sur 100 valeurs faisant l'objet de cotation sur le marché au comptant. Le test de cette méthode sur une période de quatorze ans (1957-1971) témoigne de l'impossibilité de générer des rentabilités supérieures à celles d'une stratégie naïve en ayant recours à la méthode des filtres. Par ailleurs, d'autres méthodes d'analyse technique ont été testées, notamment :

- La méthode des points et croix, testée par Hamon (1975). Le résultat de ce test a permis de valider la forme faible de l'efficience informationnelle tout en mettant l'accent sur le coût important qui peut découler d'une telle méthode ;
- La méthode des moyennes mobiles[82], testée par Dumontier (1989) à travers l'analyse de données hebdomadaires. La conclusion de cette étude a démontré que l'utilisation des moyennes mobiles dans le cadre de l'analyse technique ne permet en aucun cas de générer des rentabilités dépassant celles d'une gestion passive ;
- La méthode de Bootstrap[83], testée par Brock, Lakonishok et LaBaron (1992). Cette étude qui porte sur les valeurs journalières du '*Dow Jones Industrial'* tend à infirmer la forme faible de l'efficience informationnelle. En effet, les résultats obtenus par la méthode de Bootstrap attribuent les performances générées à un processus complexe d'évolution des cours boursiers.

En 1996, Gillet et Sabatier testent la forme faible de l'efficience à travers l'analyse de la pertinence de cinq méthodes techniques, notamment la méthode des moyennes mobiles, des *« momentum »*[84], des oscillateurs[85], de RSI[86], ainsi que celle des supports et résistances[87]. L'étude porte sur l'analyse des rentabilités journalières des cours de contrat à terme sur le

[82] Cette notion est développée en détail au chapitre I.
[83] Le bootstrap est une méthode d'inférence statistique permettant d'effectuer des remplacements sur des hypothèses probabilistes difficiles à valider par des simulations, en s'appuyant sur le principe de substitution de nouveaux échantillons à partir de l'échantillon initial. Cette technique de ré-échantillonnage peut être illustrée par le biais d'un système d'emboitement semblable à celui des poupées russes.
[84] Le *« momentum »* est un indicateur technique qui a pour objet d'estimer la vitesse d'évolution des cours d'un titre relativement à un laps de temps donné, et permet de détecter les divergences. Il est calculé quotidiennement moyennant une comparaison entre le cours de clôture du jour, et le cours de la période antérieure. Le *« momentum »* indique une tendance haussière du titre lorsqu'il est positif, et une tendance inverse lorsqu'il est négatif. Pour plus de détails sur cette notion, voir la deuxième de ce chapitre.
[85] Dans certains cas, le terme « oscillateur » désigne l'ensemble des indicateurs de l'analyse techniques. Cela étant, est un puissant indicateur qui renseigne sur les changements éventuels de tendance, en détectant les zones de surachat et de survente.
[86] L'indicateur RSI (« *Relative Strength Index »* ce qui signifie Indice de force relative) mesure et établit un rapport entre les mouvements des titres qui sont en hausse et en baisse. Cette méthode permet de normaliser le calcul à travers la création de rapports entre les moyennes de hausse et les moyennes de baisse, exprimé sur une borne allant de 0 à 100.
[87] Cette notion est développée en détail au chapitre I.

MATIF (Marché à Terme International de France), sur le sucre blanc, et des titres cotés sur le CAC40. Dans leur article, Gillet et Sabatier proposent de tester la forme faible de l'efficience en adoptant deux méthodes. La première, comparable à celle utilisée par Fama et Blume (1966), repose sur la méthode des filtres. La seconde consiste à comparer les rentabilités d'un portefeuille géré de manière naïve, avec celle d'un portefeuille géré par la méthode des moyennes mobiles, tout en considérant des coûts de transaction à hauteur de 1%. Après l'observation de la rentabilité générée par les deux portefeuilles à la suite de signaux d'achat et de vente, les deux auteurs concluent que la gestion passive d'un portefeuille permet d'obtenir une rentabilité supérieure à celle qui résulte de l'usage des différentes méthodes et indicateurs de l'analyse technique.

b)- Les tests de corrélation sérielle des cours boursiers successifs

L'étude des corrélations sérielles des cours successifs a pour objet de tester l'indépendance des variations successives des cours boursiers à travers l'analyse des coefficients d'autocorrélation des prix des titres. Ainsi, un coefficient d'autocorrélation négatif indique une compensation de fluctuation à la hausse (ou à la baisse) entre les deux périodes *(t)* et *(t+1)*. Lorsque ce dernier est positif, il dénote une succession de variations supérieures à la moyenne pour les périodes successives *(t)* et *(t+1)*. En revanche, un coefficient d'autocorrélation nul signale le caractère aléatoire des variations des cours boursiers qui sont totalement indépendantes. Par conséquent, lorsque les résultats montrent des autocorrélations significativement nulles, la forme faible de l'efficience est validée.

Fama (1965), étudie l'indépendance des variations des prix des actifs financiers sur le marché américain en calculant le coefficient d'autocorrélation pour chacun des titres faisant l'objet de son étude, tout en tenant compte de l'ensemble des variations quotidiennes, hebdomadaires, bihebdomadaires et mensuelles. Les résultats de Fama indiquent la subsistance d'une très faible autocorrélation positive des rendements quotidiens des titres. Cependant, le manque de stabilité dans le temps de ces coefficients pourtant légèrement positifs conduisit Fama à les ignorer, car leur instabilité n'offre pas aux investisseurs l'opportunité de générer des gains anormaux[88]. Cela étant, d'autres tests ont démontré l'invalidité de la forme faible de

[88] Il est important de signaler que l'étude de l'indépendance des chroniques boursières fut réalisée pour la première fois par Kendall (1953) sur le marché des actions cotées sur la bourse de Londres. Les conclusions de Kendall validant l'hypothèse d'indépendances des variations des cours boursiers, furent corroborées par une multitude d'autres tests notamment Granger et Morgenstern (1963), Godfrey & Granger et Morgenstern (1964), ainsi que Cootner (1964).

l'efficience informationnelle en raison de l'existence de variabilité dans le coefficient d'autocorrélation. En ce sens, Jegadeesh (1990) atteste que les rendements mensuels successifs pour deux mois montrent des coefficients d'autocorrélation significativement positifs. Tandis que Scholes et Williams (1977) justifient l'existence de coefficient de corrélation sérielle négatif par un inversement du signe de la corrélation dû à une permutation du signe de la corrélation entre les portefeuilles et les titres individuels. Cette tendance s'explique par une réduction de la variation engendrée par les profits de la diversification des portefeuilles, ce qui leur procure des coefficients de corrélation plus importants comparativement aux titres individuels[89].

Dans la continuité des tests de corrélation sérielle, Fama et French (1988) ont calculé des coefficients d'autocorrélation sur des horizons de rendements différents. Cette fois, les conclusions de Fama furent moins catégoriques dans a mesure où une certaine variabilité fut observée dans les coefficients d'autocorrélations qui sont structurés sous forme de *(U)*. En d'autres termes, l'analyse de Fama et French a donné lieu à des coefficients de corrélation positifs, mais qui deviennent aussitôt négatifs lorsque les rendements portent sur une période de deux ans, et tendent vers zéro pour un intervalle dépassant les trois ans.

Sur les marchés européens, les tests de corrélation sérielle des cours boursiers successifs furent réalisés par Solnik (1973), en se basant sur une méthodologie identique à celle appliquée par Fama (1965). Cependant, les résultats de l'étude ne validèrent pas totalement la forme faible de l'efficience en raison des différences liées à l'étroitesse des marchés européens et à leur carence en termes de diffusion d'information à cette époque (Sangare, 2005). Par la suite, Hamon et Jacquillat (1992) ont testé l'autocorrélation des titres du marché des actions français en analysant les rendements mensuels d'indices pondérés et équipondérés. Leurs résultats furent compatibles avec ceux de Fama et French (1988).

c)- Les tests de chaos

La méthode des tests de chaos consiste à analyser les éventuelles déviations des séries temporelles des cours boursiers en trajectoire chaotique, à travers le recours à divers outils permettant de détecter l'occurrence de ce comportement. Cette méthode propose de tester la forme faible de l'efficience informationnelle des marchés financiers à travers la théorie du

[89] Le coefficient de corrélation est positif pour les portefeuilles, et négatif pour les titres individuels dont la liquidité est inférieure. À cet effet, le phénomène d'a-synchronisation des données permet d'expliquer l'inversement des signes de la corrélation par le biais de la différence des intervalles de temps sur lesquels sont calculés les rentabilités des deux catégories de titres.

chaos, qui suppose l'existence d'un processus permettant de déterminer l'évolution des cours boursiers, contrairement à l'idée défendue dans le cadre du modèle de marche aléatoire. Par définition, un système chaotique fait référence à un système déterministe[90] qui suit une trajectoire non linéaire, possédant des attracteurs extrêmement sensibles aux conditions initiales. Ainsi, l'application de la théorie du chaos aux séries des variations boursières permettrait d'expliquer leur évolution selon une fonction non linéaire. Par ailleurs, la sensibilité aux conditions initiales rend difficile la possibilité de prévoir les éventuelles trajectoires futures en fonction des évolutions passées et présentes. En effet, la propriété de sensibilité aux conditions initiales postule qu'en dépit du rapprochement initial de deux trajectoires, celles-ci peuvent facilement s'écarter avec le temps pour devenir fortement divergentes. De ce fait, il serait impossible de prévoir les trajectoires futures sur le long terme.

Dans le cadre des tests de la forme faible de l'efficience informationnelle, deux démarches indissociables de la marche aléatoire permettent de déceler les trajectoires chaotiques dans les séries boursières. La première consiste à détecter l'existence d'un schéma d'évolution apparent. La seconde a trait à l'étude de la prévisibilité de la trajectoire. Les deux démarches ont pour objectif la distinction entre un processus aléatoire et un processus déterministe. En ce sens, plusieurs études ont été effectuées dans le but de tester la théorie du chaos sur les séries des cours boursiers. Cela dit, la plupart de ces tests se sont heurtés à des limites d'ordre méthodologique, car l'examen des séries chaotique nécessite un nombre d'observations extrêmement important. Dès lors, les premières études menées par Brock (1986), Brock et Sayers (1988), Branette et Chen (1988), Scheinkman et LeBaron (1989), dont les résultats corroborent le postulat de la théorie du chaos dans le cadre des séries financières, ont été très vite remis en cause en raison de l'insuffisance du nombre d'observations. Toutefois, deux études réalisées sur le marché financier français donnent lieu à des résultats contradictoires. La première, effectuée par Alexender (1994), consiste à détecter le chaos dans les séries des rentabilités boursières de cinq actions cotées sur le CAC40. La seconde étude, réalisée par Girerd-Potin et Taramasco (1994), porte sur l'application des tests du chaos sur les rentabilités hebdomadaires de l'indice SBF250 sur une période de vingt-deux ans (de 1969 à 1991). Les résultats de la première étude réalisée sur le CAC40 sont favorables à l'hypothèse de chaos, car ils ont détecté l'existence de séries chaotiques. En revanche, les tests menés sur

[90] Ce terme fait référence à un système dont le comportement futur n'est pas le fruit du hasard, mais il dépend entièrement des conditions initiales.

le SBF250 ont donné lieu à des résultats très nuancés, ce qui a poussé Girerd-Potin et Taramasco à infirmer l'hypothèse de chaos.

En 1997, Mignon a produit un article très pertinent dans lequel elle *« propose une application empirique des instruments d'analyse du chaos sur les séries de rentabilités des indices boursiers des pays du G7 »* (Mignon, 1997., p. 63). Elle met en pratique les différents outils de détection du chaos sur les données successives journalières des indices boursiers suivants : FAZ (Allemagne), TSE300 (Canada), SP500 (États-Unis), SBF250 (France), FT500 (Grande-Bretagne), BCI (Italie), TOPIX (Japon). En dépit de la quantité importante des données auxquelles s'est référée Mignon, les résultats de son étude étaient contradictoires. En effet, les constats de l'application des différents outils de détection de chaos étaient divergents. Par conséquent, le manque de concordance entre ces outils lui a permis de rejeter l'hypothèse de chaos déterministe au profit du caractère stochastique des processus sous-jacents aux séries successives des rentabilités boursières, qu'elle propose de modéliser via un processus stochastique non linéaire (Mignon, 1997., pp. 78-79).

d)- Les *« runs tests »*

La méthode des *« runs tests »*[91], ou des tests de changement de signe consistent à étudier les séquences homogènes de variations des cours ou des rentabilités des actifs financiers par le biais d'un test statistique. Ce type de test s'effectue par le biais de l'analyse d'une série chronologique de prix ou de rendements à travers une appréciation fondée sur une approche probabiliste. L'objectif étant de déterminer l'écart existant entre le nombre de *« runs »* escompté dans le cadre d'une marche aléatoire, et celui qui est réellement observé dans le contexte de l'échantillon étudié. Ces tests non paramétriques basés sur les séquences croissantes et décroissantes permettent d'évaluer le degré de dépendance des séries de prix ou de rendement, à travers l'analyse des suites des signes *(+)* et *(-)* des variations contenues dans les séries historiques. Ainsi, un *« run »* négatif indique que la séquence de variation des cours étudiée est négative, et qu'elle a été précédée par une fluctuation nulle ou positive. Tandis qu'un *« run »* positif suppose une séquence de fluctuation positive qui a suivi une variation nulle ou négative. Parallèlement à l'étude du caractère aléatoire des séries des prix ou des rendements, les *« runs tests »* renseignent également sur les rapports de corrélation entre les titres. En ce sens, une corrélation positive des cours des actifs donnerait lieu à de longues séries de signes

[91] Cette méthode a été utilisée par Fama (1965) dans le cadre de l'étude de la formation aléatoire des cours boursiers.

positifs ou négatifs (des *« runs »* longs). Alors que la corrélation négative des titres produirait des changements itératifs de signes, ce qui va donner lieu à des *« runs »* très courts. Cependant, en cas d'absence de corrélation ou d'indépendance totale des actifs, aucun des *« runs »* ne devrait être observé. En effet, une distribution aléatoire des signes d'une série chronologique des cours ou des rendements amènerait des *« runs »* à épouser une loi normale.

La formalisation mathématique de la méthode des *« runs tests »* est la suivante : soit *(X)* le nombre de séquences dans un échantillon de *(N)* nombres. Formellement, l'espérance *E(X)* et l'écart type (σ) se calculent comme suit :

$$E(X) = \frac{N(N+1) - \sum_{i=1}^{3} n_i^2}{N}$$

Sachant que *(N)* représente le nombre d'observations, et (n_i) désigne le nombre de rentabilités pour chacun des signes positifs, négatifs et nuls.

$$\sigma = \left[\frac{\sum_{i=1}^{3} n_i^2 \left(\sum_{i=1}^{3} n_i^2 + N(N+1)\right) - 2N \sum_{i=1}^{3} n_i^2 - N^3}{N^2(N-1)}\right]^{\frac{1}{2}}$$

Pour mesurer, de façon probabiliste, la différence éventuelle entre le nombre des *« runs »* espéré et le nombre qui est effectivement observé, il y'a lieu de suivre la formule statistique suivante :

$$Z = \frac{X - E(X)}{\sigma}$$

Pour examiner le caractère aléatoire des variations des prix ou des rentabilités boursières, il convient de poser deux hypothèses :

- H1 : fait référence à l'hypothèse nulle de marche aléatoire. Celle-ci suppose qu'il y'a égalité entre la probabilité qu'un signe positif soit précédé par un signe négatif ou inversement (P1), et la probabilité qu'un signe positif soit succédé par un signe positif ou un signe négatif par un signe négatif (P2). Autrement dit, H1 suppose que : $P1 = P2$;
- H2 : désigne l'hypothèse alternative, telle que l'autocorrélation positive est exprimée par : $P1 < P2$, et l'autocorrélation négative par : $P1 > P2$.

Il ressort de ce qui a été dit, que l'étude de la forme faible de l'efficience informationnelle des marchés financiers à travers les *« runs tests »* repose sur la valeur de *(Z)* dans le cadre d'un

seuil de tolérance de 5%. En ce sens, si $P(Z) > 0{,}05$ l'hypothèse qui postule l'indépendance des cours ne peut être rejetée.

e)- Les tests de retour à la moyenne

Le phénomène de retour à la moyenne est un processus qui indique que les rentabilités boursières ont tendance à osciller autour d'une valeur moyenne, après avoir atteint des valeurs extrêmes. Cette tendance s'explique par le phénomène de réversion, qui postule que les titres dont la performance a atteint son degré le plus bas durant une période donnée, doivent systématiquement retrouver leur meilleure performance pour la période subséquente. Ce qui revient à dire qu'il y aurait une certaine corrélation négative entre les fluctuations successives des rendements, éventuellement accentuée par une réaction excessive des investisseurs engendrée par la perception d'une nouvelle information non anticipée[92]. Tout ceci va conduire à la création d'une succession de renversement de tendances, qui fluctuent autour d'une valeur moyenne.

L'effet de retour à la moyenne, telle que prédéfinie, apporterait aux investisseurs une possibilité de prévoir l'évolution future des rentabilités boursières, qui se traduisent en des opportunités de réalisation de gains anormaux. En ce sens, tester la forma faible de l'efficience informationnelle des marchés financiers revient à infirmer l'hypothèse de retour à la moyenne des rentabilités boursières, qui contredit cette forme. Car dans le cas où elle est vérifiée, les investisseurs auraient la possibilité de surperformer le marché en achetant les actifs ayant donné lieu aux rendements les plus faibles par rapport à la moyenne durant les périodes antérieures, et en cédant à découvert en parallèle les titres ayant généré des rendements supérieurs à la moyenne pendant la même période. Toutefois, les spéculateurs sur le marché financier sont loin d'être dupes pour qu'une telle stratégie leur échappe. Les plus avertis feraient en sorte de ramener à la hausse le cours des actifs qui ont antérieurement généré des rendements moindres, et abaisseraient la valeur des actifs dont le rendement antérieur est important. Cette pratique a pour conséquence l'élimination de toute opportunité de réalisation de profits anormaux.

Pour examiner le processus de retour à la moyenne, il est primordial de définir une échelle de temps adaptée. En effet, cette hypothèse peut faire l'objet de test sur une période courte ou longue. Sur le court terme, la durée pendant laquelle se produit le retour à la moyenne

[92] Certaines études, notamment Schiller (1984, 1991) et Summers (1986), affirment que les cours des actifs financiers cotés en bourse dépendent, en plus des paramètres fondamentaux, de la perception ou des sentiments des investisseurs qui se manifestent par des réactions excessives lors de l'arrivée de nouvelles informations non anticipées.

des rentabilités boursières est estimée en jour ou en semaine[93]. Alors que le long terme est évalué sur une période d'une année. Dans ce sillage, Fama et French (1988) ainsi que Poterba et Summers (1988) ont testé l'effet de retour à la moyenne des rendements des titres sur le long terme, tandis que Conrad & Kaul (1988, 1989) et Lo & MacKinlay (1988) se sont intéressé à ce phénomène sur le court terme.

L'étude du comportement de retour à la moyenne des cours boursiers permet de déterminer si la prédiction des rendements futurs à partir des rendements passés est possible, ce qui revient à tester la forme faible de l'efficience. Pour ce faire, quatre méthodes peuvent être adoptées.

La méthode de calcul des rendements de la stratégie de contradiction

Par définition, la stratégie de contradiction suppose que les investisseurs continuent de détenir des titres perdants, et se mettent à vendre les gagnants à découvert. Ainsi, cette méthode consiste à estimer les rendements qui peuvent découler de l'adoption d'une telle stratégie à travers une démarche qui se déroule en deux temps. Tout d'abord, un fractionnement entre les titres gagnants et perdants doit être effectué sur la base d'un ensemble de critères prédéterminé, tel que les rendements anormaux cumulés et l'indice de Jensen, et une période prédéfinit en l'occurrence la période de formation des prix. Par la suite, l'évolution des rendements des deux portefeuilles composés des titres gagnants et perdants doit faire l'objet d'une surveillance scrupuleuse. Ainsi, l'observation d'un renversement de situation dans l'évolution de ces rendements permet de corroborer l'hypothèse de retour à la moyenne.

Le calcul de la performance des portefeuilles gagnants et perdants se fait à travers la méthode des résidus moyens cumulés fondés sur les rendements ajustés au marché, tel que :

$$\bar{e} = \sum_t \sum_i e_{i,t}$$

Avec $e_{i,t=(R_{i,t}-R_{m,t})}$ le résidu du titre *(i)* à l'instant *(t)*. $(R_{m,t})$ désigne le rendement de l'indice de marché pendant une période donnée. $(R_{i,t})$ est le rendement du titre *(i)* à l'instant *(t)*.

Historiquement cette méthode fut utilisée pour la première fois par DeBondt et Thaler (1985), pour étudier la réversion du comportement des rendements boursiers des titres du

[93] Les retours à la moyenne sur le court terme peuvent s'apparenter à des *« momentums »*, dans la mesure où ces derniers sont calculés à une fréquence journalière, et ils peuvent faire l'objet de corrélation positive ou négative.

« NYSE » (*New York Stock Exchange*), en examinant les rendements mensuels de 1926 jusqu'à 1982. En guise de résultat, leur étude était favorable à l'existence d'un retour à la moyenne des rendements des cours boursiers, qui se justifie par un réajustement du marché à la suite d'une réaction excessive des investisseurs n'ayant pas anticipé certaines informations.

Toutefois, la méthode de calcul des rendements de la stratégie de contradiction ne fut utilisée dans le cadre des tests de la forme faible de l'efficience qu'en 1990, lorsque Lehman (1990) l'introduisait dans le cadre de l'étude des rendements hebdomadaires du *« NYSE »*. Ses résultats mettent en exergue l'existence de rendements anormaux découlant de la surréaction des investisseurs aux informations non anticipées. Par conséquent, la forme faible de l'efficience n'a pas pu être vérifiée. Néanmoins, plusieurs critiques d'ordre méthodologiques ont été adressées à l'ensemble des tests ayant eu recours à cette méthode. Ce qui a conduit DeBondt et Thaler (1987) à reprendre leur propre analyse, et à tester l'hypothèse de réversion à travers l'introduction (β)[94] , calculé pour les titres gagnants et perdants, utilisés dans le cadre d'un portefeuille d'arbitrage[95].

La méthode des chaînes de Markov

Cette méthode consiste à tester le caractère aléatoire du comportement des rendements boursiers d'une série chronologique définie selon les propriétés de la chaîne de Markov[96]. Dans ce contexte, et compte tenu de la série temporelle des rendements étudiés, le modèle des chaînes de Markov portera sur l'étude de rendements faibles et élevés, sous l'hypothèse de marche aléatoire. Cette dernière revendique une égalité entre les probabilités de transition pour toutes les évolutions antérieures. En ce sens, les tests de la forme faible de l'efficience reposant sur la méthode des chaînes de Markov consistent à déterminer les probabilités de transition comparativement aux probabilités de transition découlant d'une distribution conjointe uniforme. L'obtention de valeurs nettement égales, à travers l'usage de la démarche du maximum de vraisemblance, corrobore l'hypothèse de marche aléatoire dans le sens où un tel résultat indique que les titres ne suivent pas un effet de retour à la moyenne. En revanche,

[94] Cette notion est développée en détail au chapitre I.

[95] Dans ce même sillage, plusieurs études ont été menées notamment Chan (1988), Ball et Kothari (1989), Zarowin (1990), Chopra & Lakonishok & Ritter (1992), Conard et Kaul (1993), Clare et Thomas (1995), etc.

[96] La chaîne de Markov désigne une suite de variables aléatoires dont l'évolution peut être modélisée par un processus aléatoire (X_n) avec $n \epsilon \mathbb{N}$. L'étude de ce processus aléatoire donne lieu à des transitions retracées à travers une matrice stochastique $P(X_n, X_{n+1})$. Cette modélisation répond à la propriété fondamentale des chaînes de Markov, et qui consiste en l'indépendance des évolutions futures des évolutions passées.

l'inverse permet d'infirmer l'hypothèse de marche aléatoire, et rejette ainsi la forme faible de l'efficience informationnelle.

À l'origine, l'examen du phénomène de retour à la moyenne des rendements boursiers à travers la méthode des tests des chaînes de Markov fut utilisé par McQueen et Thorley (1991). Ces derniers testèrent les rendements mensuels du *« NYSE »*, entre 1947 et 1987, en définissant la chaîne de Markov à l'état 0 et 1 :

- L'état 0 : symbolise des rendements élevés ;
- L'état 1 : symbolise des rendements faibles.

Pour que la forme faible de l'efficience soit vérifiée, il faut qu'il y ait une adéquation entre les probabilités de transitions des chaînes de Markov. Autrement dit, il est impératif que les valeurs de la probabilité de l'état 0 (rendement élevé) soient identiques pour la séquence des deux états précédents. Ceci reviendrait à reconnaître le caractère aléatoire des rendements boursiers.

La méthode du ratio de variance

Selon la méthode du ratio de variance, et partant du principe que les cours boursiers suivent une marche aléatoire le calcul des variances devrait donner lieu à des valeurs proportionnelles aux périodes d'évaluation des rendements. Mathématiquement, la variance se calcule comme suit :

$$V(R_k) = \left[V\left(R_{t,k}\right)/K\right] / V\left(R_{t,1}\right)$$

$\left(R_{t,1}\right)$ indique des rendements mensuels allant de $(t-1)$ jusqu'à (t), et $\left(R_{t,k}\right)$ représente l'ensemble des rendements mensuels de $(t-k)$ à (t). Ainsi, lorsque les cours boursiers sont négativement auto corrélés la valeur de $V(R_k)$ suivrait une augmentation moins proportionnelle par rapport à l'horizon (t) de calcul du rendement boursier.

Le phénomène de retour à la moyenne peut, également, être testé par l'étude des autocorrélations des rendements boursiers.

f)- Les tests découlant de la théorie de la cointégration

La théorie de la cointégration postule que deux variables sont dites cointégrées, si leur combinaison linéaire répond à un processus stationnaire (Engle, Granger, 1987). En ce sens, si les marchés financiers sont tous efficients sur une période assez longue, les cours des actifs

financiers qui y sont cotés ne devraient pas être cointégrés (Granger, 1986). Autrement dit, lorsque deux actifs distincts cotés sur deux différents marchés financiers efficients, ils (les deux actifs) ne peuvent être cointégrés. Pour faire simple, les études basées sur cette théorie visent à examiner l'existence de relation de long terme entre deux ou plusieurs variables.

Pour tester la forme faible de l'efficience informationnelle, le recours à l'utilisation de la théorie de la cointégration procure des outils plus rigoureux basés sur un modèle à correction d'erreur. Ces tests sont fondés sur l'étude de la relation de cointégration des séries de cours entre deux marchés financiers, pour corroborer ou non la forme faible de l'efficience. Cette dernière, qui suppose que les cours des actifs reflètent pleinement et instantanément l'information contenue dans l'historique passé des prix, serait vérifiée si aucune cointégration n'existe dans les séries chronologiques des prix des actifs. Fontaine (1990), Copeland (1991) et Paget-Blanc (1993) ont ainsi rejeté la forme faible de l'efficience en démontrant l'existence de relation de dépendance entre différents indices boursiers (Gillet, 1999., pp. 53-54). Cependant, les résultats de Chan et Lai (1992) sont plus nuancés. Ils examinent l'hypothèse faible de la théorie de l'efficience en analysant les quatorze principaux marchés mondiaux de 1988 à 1990 à travers la méthode de la racine unitaire, complétée par les tests de cointégration dans le souci de démontrer l'efficience collective de marchés étudiés. Leurs résultats témoignent d'une part de l'efficience de tous les marchés pris indépendamment, et de la cointégration de treize marchés entre eux, d'autre part. Ce qui remet en cause la forme faible de l'efficience, dans la mesure où l'existence d'une telle relation permet de prédire l'évolution future des cours sur un marché en se référant au cours qu'affiche un autre marché.

En plus des méthodes exposées plus haut, la forme faible de l'efficience informationnelle des marchés financiers peut être testée en adoptant plusieurs autres démarches, notamment celle découlant de l'analyse spectrale et co-spectrale. La plupart des études qui ont été menées dans le cadre de ces tests permettent de valider cette première forme (Das, 2020., Meero, 2018., Mensi, et al., 2019., Sharma, Kiran, 2017., Sofat, 2016). Toutefois, la rigueur qu'imposent certaines méthodes semble quelque peu altérer la fermeté des conclusions en faveur de la forme faible de l'efficience. Ces divergences sont dans la majeure partie des cas reliées à des disparités d'ordre méthodologique.

1-2- La forme semi-forte et les tests d'étude événementielle

Selon Fama (1970-1991), l'hypothèse semi-forte de l'efficience informationnelle postule que les cours actuels des titres reflètent instantanément et pleinement toute l'information publiquement disponible.

1-2-1- Définition de la forme semi-forte de l'efficience

La forme semi-forte de l'efficience informationnelle des marchés financiers suppose que les cours des actifs intègrent parfaitement l'ensemble des informations publiques disponibles à partir du moment de leur publication. Ces informations concernent non seulement les renseignements contenus dans les séries historiques des cours passés et les données fondamentales, mais aussi les informations publiques concernant la situation financière de l'entreprise émettrice, telle que les états de résultat, les rapports annuels, les émissions et distributions d'actions, les annonces de dividendes et de bénéfices, les augmentations de capital, les offres publiques d'achat, les informations macroéconomiques et sectorielles, etc. Ces dernières peuvent faire l'objet de publication dans les journaux ou dans le cadre de la communication financière ayant pour objet de rapporter les études effectuées par les analystes financiers[97]. Par ailleurs, la forme semi-forte implique l'absence d'opportunités d'arbitrage en raison de la réaction instantanée du marché aux informations rendues publiques, ce qui annulerait toute occasion de réaliser un gain substantiel. De plus, le cours d'un titre serait équivaut à sa valeur fondamentale du fait qu'un marché efficient au sens de la forme semi-forte prend en compte toutes les informations relatives aux titres qui y sont cotés.

Selon Gillet (1999), l'admission de la forme semi-forte de l'efficience telle que définie par Fama (1970), exige d'une part une réaction imminente des investisseurs à la publication d'une nouvelle information, et un traitement de celle-ci en temps réel d'autre part. C'est pourquoi il favorise la définition mise en avant par Jensen (1978), qui tient compte du risque que présente l'exploitation instantanée d'une information rendue publique, dans la mesure où elle expose l'investisseur à assumer des frais de transaction importants. Autrement dit, *« l'utilisation d'une information nouvelle ne permet à aucun investisseur de réaliser un arbitrage »* (Gillet, 1999., p. 64).

[97] Pour plus de détails sur ce point, relatif à l'information financière, voir le chapitre I.

1-2-2- Identification de l'événement

D'un point de vue empirique, l'hypothèse semi-forte de l'efficience est testée à travers l'étude de la réaction du marché à la publication de nouvelles informations, en scrutant la vitesse d'ajustement des cours aux dites informations. Selon la forme semi-forte, un marché est d'autant plus efficient qu'il réagit rapidement et sans biais à toute nouvelle information dès qu'elle est rendue publique. Ainsi, pour examiner cette seconde forme il conviendrait tout d'abord d'identifier l'événement et de déterminer la période de test durant laquelle cet événement sera examiné.

a)- L'annonce des résultats annuels

Ball et Brown (1968) ont été les premiers à tester empiriquement l'hypothèse semi-forte de l'efficience informationnelle, en analysant l'effet de l'annonce des résultats annuels de 261 entreprises américaines sur la variation des cours boursiers, sur une période de vingt ans. Pour ce faire, ils ont calculé les rentabilités résiduelles moyennes des titres constitutifs de leur échantillon douze mois avant l'annonce des résultats, et six mois après.

Les conclusions des tests de Ball et Brown permettent de valider la forme semi-forte de l'efficience, dans la mesure où ils confirment que le marché prédit, en moyenne, correctement les variations des résultats des entreprises cotées avant leur publication. Selon cette étude, les entreprises dont les résultats étaient performants ont vu leurs cours augmenter pendant les mois qui ont précédé la publication de leurs résultats. En revanche, les cours des entreprises ayant dégagé de mauvais résultats ont subi une baisse anormale durant quelques mois avant que les résultats ne soient rendus publics. Ainsi, l'ajustement des cours boursiers après la publication des résultats des entreprises était quasiment inexistant. Ce qui corrobore la définition de Fama, qui suppose que les marchés anticipent rationnellement et reflètent instantanément les informations rendues publiques.

b)- L'annonce de distribution d'actions

Fama, Fisher, Jensen et Roll (1969) ont testé la forme semi-forte de l'efficience en examinant l'effet de la distribution d'actions gratuites (*« stock splits »*) sur les fluctuations des cours boursiers. Leur échantillon étude est composé de 940 distributions d'actions gratuites, relatives à 622 actions cotées sur le *'NYSE'* sur une période de trente-deux ans.

En analysant les rentabilités boursières par rapport aux dates de distribution d'actions gratuites, ils conclurent que ces dernières ont été convenablement anticipées par le marché à partir des informations publiquement disponibles. Ainsi, l'annonce de distribution d'actions gratuites n'a eu aucun effet anormal sur le comportement des rentabilités. Par conséquent, l'hypothèse semi-forte de l'efficience informationnelle est validée.

c)- L'annonce de distribution de dividendes

Charest (1978) teste la forme semi-forte en s'intéressant aux réactions du marché à la suite de l'annonce de distribution de dividendes. Son étude porte sur un ensemble de sociétés cotées sur le *'NYSE'*, de 1947 jusqu'à 1967. D'après cette étude, l'hypothèse semi-forte de l'efficience n'est pas totalement validée. En effet, Charest constate une certaine lenteur dans la réaction du marché face à l'annonce de distribution de dividendes. Cette information rendue publique n'a pas pu être correctement anticipée par le marché, qui ne l'a pas immédiatement intégré dans les cours ainsi pratiqués.

d)- L'annonce de fusions/acquisition

Ashquith (1983) examine la réaction du marché par rapport à l'annonce d'une opération de fusion d'entreprise, et aboutit à un résultat nuancé qui ne valide que partiellement la forme semi-forte de l'efficience. Cette étude met en exergue l'absence d'un ajustement rapide du marché à la suite d'une opération d'acquisition. En effet, le cours de l'action de l'entreprise absorbante ne réagit pas instantanément à l'annonce de l'opération. Ce qui se justifie, selon Roll (1986) par l'inefficience du marché financier[98].

e)- La prise en compte d'information d'ordre général[99]

En plus des événements relatifs aux entreprises émettrices des titres, certaines études[100] visent à tester l'hypothèse semi-forte de l'efficience en examinant l'impact de publication d'informations d'ordre général sur les fluctuations des cours boursiers. En ce sens, la plupart des tests montrent que les marchés s'ajustent en un délai plus ou moins immédiat à la

[98] D'après Roll (1986), l'entreprise absorbante surestime la valeur de l'entreprise absorbée. Par conséquent, l'opération d'acquisition s'effectue à un prix trop élevé, et compte tenu de l'inefficience du marché, les prix ne s'ajustement que très lentement.

[99] Par informations d'ordre général, nous entendons toutes les informations communes qui peuvent concerner aussi bien la situation macroéconomique que la prise en compte de l'environnement global de l'activité de l'entreprise, notamment ces actes sociaux, le respect de l'éthique des affaires, le respect de l'environnement, etc.

[100] Notamment celle de Shane et Spicer (1983) qui a pour objet de tester la réaction du marché boursier canadien au non-respect des normes environnementales par certaines entreprises, et celle de Mitchelle et Mulherin (1994) qui porte sur l'examen de l'impact d'informations macroéconomiques sur les fluctuations des cours boursiers.

publication de ce genre d'informations. Ces conclusions ne permettent ni de rejeter définitivement la forme semi-forte ni de la valider totalement.

1-2-3- Les tests d'étude événementielle

Après avoir identifié rigoureusement les événements auxquels le marché est censé réagir (comme exposé dans le point précédent), il y'a lieu de déterminer les éventuelles rentabilités anomales pour pouvoir, enfin, mesurer la vitesse d'ajustement des cours aux informations publiées, à travers l'analyse du comportement des rentabilités anormales (Lardic, Mignon, 2006., p. 36).

a)- La méthode des tests des études événementielles[101]

Pour calculer les éventuelles rentabilités anormales lors de l'annonce de nouvelles informations, plusieurs méthodes peuvent être adoptées notamment celle des résidus ou la méthode des rentabilités anormales cumulées CAR *« Cumulated Average Residual »*.

La méthode des résidus consiste à mesurer la rentabilité boursière anormale après et avant l'annonce d'une nouvelle information. Celle-ci s'estime en calculant l'écart qui existe entre le cours réel d'une action et son cours théorique, qui désigne la rentabilité que le titre aurait dû engendrer s'il n'y avait eu aucune nouvelle information publique. Plus simplement, le calcul de la rentabilité résiduelle d'un actif financier s'effectue à travers l'élimination des rentabilités engendrées par les fluctuations générales du marché. Formellement, le calcul des rentabilités résiduelles s'effectue en ayant recours à un modèle d'évaluation du prix des actifs financiers, en l'occurrence le modèle de marché :

$$R_{it} = E[R_{it}/R_{mt}, \beta_{it}] + \varepsilon_{it}$$

Avec (R_{it}) : La rentabilité observée du titre *(i)* à la période *(t)* ;

$E[R_{it}/R_{mt}, \beta_{it}]$: La rentabilité normale espérée du titre *(i)* selon le modèle de marché en fonction de la rentabilité observée du marché (R_{mt}), et du risque estimé du titre *(i)* noté (β_{it}) ;

(ε_{it}) : La rentabilité résiduelle estimée du titre *(i)* à la période *(t)*. Celle-ci se calcule via l'équation suivante :

[101] La méthode qui porte sur l'analyse des études événementielles est, sans aucun doute, la voie d'investigation la plus pertinente qui permet de tester au mieux la forme semi-forte de l'efficience informationnelle (Gillet, 1991).

$$\varepsilon_{it} = R_{it} - E[R_{it}/R_{mt}, \beta_{it}]$$

Pour examiner la subsistance d'une rentabilité résiduelle au-delà de la date de la publication d'une nouvelle information, il suffit de calculer la moyenne des (ε_{it}) autour de cette date. Ainsi, si le marché est efficient au sens de la forme semi-forte, la moyenne des rentabilités résiduelles postérieures à l'occurrence de l'événement ne devrait pas être significativement différente de zéro.

Dans le souci de limiter les erreurs d'échantillonnage et de tenir compte de l'ajustement graduel des cours boursiers lors de l'étude de l'effet de l'annonce d'une nouvelle information sur le comportement de ces derniers, il y'a lieu de réaliser le calcul sur un nombre *(N)* important d'observations. De ce fait, les rentabilités anormales cumulées se formalisent comme suit :

$$CAR_i = \sum_{i=1}^{N} \varepsilon_{it}$$

Sachant que (CAR_i) renvoie au cumule des rentabilités anormales du titre *(i)* selon le total des observations concernant *(N)* jours. Par conséquent, l'interprétation des résultats obéira à la logique suivante :

- Si la moyenne des résidus est supérieure à zéro (positive), cela indique que l'événement a un effet anormalement positif sur l'évolution des cours boursiers, et les rentabilités anormales cumulées s'éloigneront de zéro. Le marché est subséquemment inefficience, puisqu'il ne s'ajuste aux informations qu'après la date de leur publication ;
- Si la moyenne des résidus tend significativement vers zéro, ceci révèle l'absence d'effet engendré par l'événement sur le cours des titres, et les rentabilités anormales cumulées oscillent autour de zéro. Dès lors, le marché est considéré comme étant efficient au sens de la forme semi-forte, car les cours reflétaient déjà les informations à la date de leur publication[102]. Autrement dit, une moyenne des résidus qui se rapproche de zéro indique un délai de réaction qui lui-même tend vers zéro. Par ricochet, la réaction du marché et l'ajustement des cours aux annonces d'événements sont instantanés.

b)- La vitesse d'ajustement des cours boursiers

La notion de vitesse d'ajustement des cours boursiers est une notion centrale pour la vérification de la forme semi-forte de l'efficience informationnelle. Une vitesse d'ajustement

[102] Sur un marché efficient au sens de la forme semi-forte, l'annonce des événements est correctement et rationnellement anticipée, et les prix incorporent déjà cette information avant même sa publication (Lardic, Mignon, 2006., pp. 35-36).

élevée indique que le marché réagit très rapidement aux nouvelles informations en les intégrant dans les cours des titres. Par conséquent plus cette vitesse est élevée, plus le marché est efficient au sens de la forme semi-forte, ce qui stipule que *« la vitesse d'ajustement doit être infinie »* (Gillet, 1999., p. 65)**.**

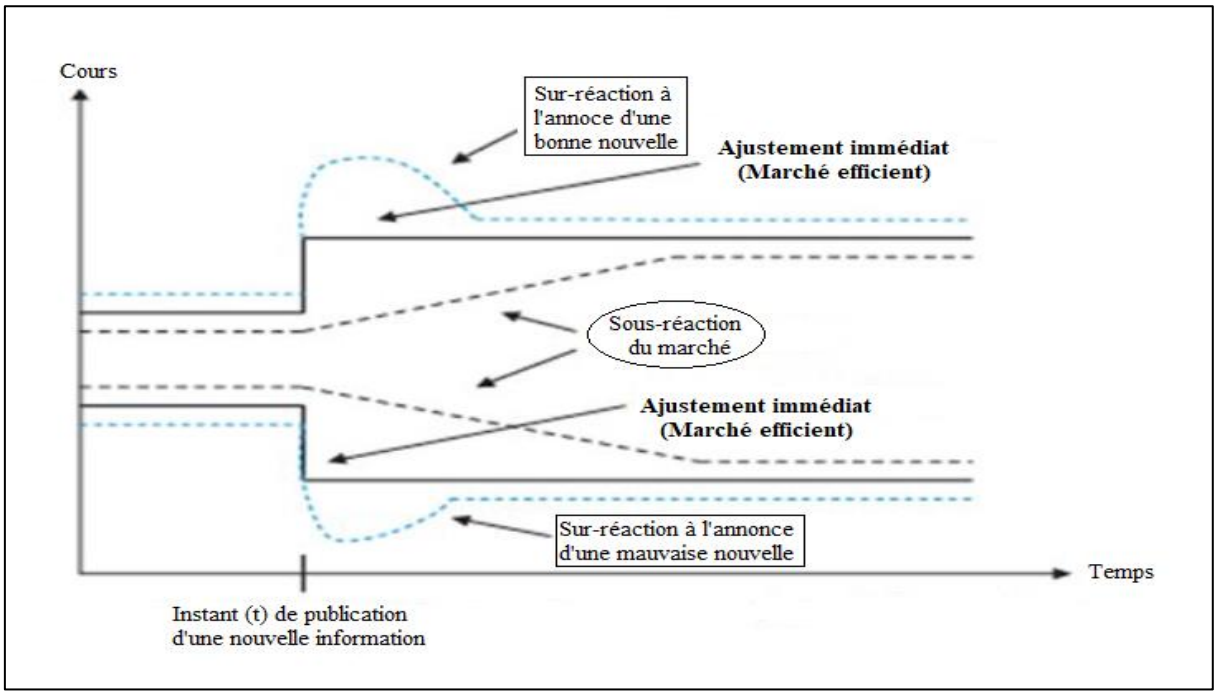
Dans le cadre de la vérification de l'hypothèse semi-forte de l'efficience en temps réel, Gillet (1999) met en exergue la difficulté de mesurer la vitesse d'ajustement des cours boursiers, et avance que les prix ne réagissent pas instantanément à la publication de nouvelles informations en temps réel. En effet, pour que les marchés s'ajustent correctement à l'annonce d'un événement, un certain temps est exigé. Selon lui, la marge de temps nécessaire à un cours pour s'ajuster dépend de deux paramètres :

- La typologie des marchés et le niveau de concurrence : sur les marchés à rude concurrence, les investisseurs réagissent très rapidement aux informations et les intègrent immédiatement dans les cours ;
- Les coûts de transaction : lorsque ces derniers sont importants, la réaction des investisseurs à l'annonce d'événements a tendance à leur générer des coûts élevés.

Contrairement à ce que la définition de Fama (1970) postule, une certaine durée est impérative pour que les opérateurs du marché puissent prendre connaissance des nouvelles informations, les traiter, les analyser et les intégrer dans leur décision d'investissement[103]. La Figure II.1 ci-après illustre les éventuelles réactions des cours d'un titre à la suite de la publication de nouvelles informations. Ce dernier permet d'élucider les ajustements des prix tout au long de la date d'annonce d'informations. Il clarifie, entre autres, la manière dont se produisent les réactions retardées et prématurées (sous-réaction et surréaction) qui peuvent survenir lors de la publication d'une information non anticipée par les opérateurs du marché.

[103] Cette lacune justifie l'orientation de la plupart des études visant à examiner la forme semi-forte de l'efficience informationnelle vers les tests d'études événementielles, au détriment de l'analyse de la vitesse de réaction des marchés financiers.

Fig. II.1. Les réactions possibles du cours d'un titre à la suite de la publication d'une nouvelle information



Source : Réalisé par nous-mêmes.

1-2-4- Les restrictions des tests d'étude événementielle

La méthode des tests empiriques de l'hypothèse semi-forte de l'efficience informationnelle des marchés financiers manifeste plusieurs limites, relatives à la démarche adoptée pour le calcul des rentabilités anormales. Cette phase d'analyse exige l'utilisation d'un modèle théorique d'évaluation des actifs, qui est habituellement le Modèle de Marché ou le MEDAF[104]. Et c'est justement l'utilisation de ce type de modèle de référence qui rend les tests d'études d'événements restrictives à plusieurs niveaux[105] :

- La première restriction provient de l'hypothèse, quelque peu illusoire, de normalité des rentabilités exigée par le Modèle de Marché et le MEDAF. En effet, les rentabilités boursières ne répondent pas à une distribution normale, ce qui a tendance à condamné les tests paramétriques de significativité des rentabilités anormales ;
- La deuxième restriction se manifeste au niveau du coefficient bêta (β), calculé selon les tests d'études événementielles par la méthode des moindres carrés ordinaires. Cette

[104] Cette notion est développée en détail dans le chapitre I.
[105] Cette analyse est largement inspirée de l'ouvrage de Lardic et Mignon (2006).

limite découle de l'existence d'éventuelles autocorrélations entre les rentabilités anormales, contrairement à ce qu'admettent le Modèle de Marché et la MEDAF ;

- La troisième restriction a trait à la volatilité des titres faisant l'objet d'étude. Les tests d'études d'événements ne tiennent pas compte des variations possibles de la volatilité aux abords de l'instant de publication de nouvelles informations. Ceci revient à considérer que le risque systémique, dont la variation altère la rentabilité anormale d'un titre, est stable.

Le Tableau II.1 ci-après résume l'ensemble de ces restrictions, ainsi que les nouvelles approches qui ont été proposées pour pallier ces insuffisances d'ordre pratique :

Tab. II.1. Limites des tests d'études événementielles et nouvelles approches

Limite	Nouvelle approche	Avantage
Les rentabilités boursières répondent à une distribution normale.	Tests non paramétriques	Calculer la fiabilité des rentabilités anormales sans supposer qu'elles répondent à une distribution normale.
Coefficient bête : il n'existe aucune autocorrélation entre les rentabilités anormales.	Calcule de la matrice de variance-covariance.	Ne pas biaiser le coefficient bêta, en utilisant la méthode des moindres carrés généralisée, ou celle du maximum de vraisemblance.
Le risque systémique est constant, ou bien la volatilité de l'actif considéré est constante.	Combinaison d'un modèle standard d'études d'événements à un modèle dynamique autorégressif sur la variance des rentabilités, et une révision du risque systémique.	Ne pas biaiser les rentabilités anormales, qui peuvent être affectées par la variation du risque systémique engendré par la publication d'informations.

Source : Réalisé par nous-mêmes selon Mignon et Lardic (2006).

Cependant, la plus importante restriction des tests d'études événementielles demeure celle de l'hypothèse jointe (développée dans le chapitre I), qui découle de la liaison entre la théorie de l'efficience et le modèle théorique de référence, en l'occurrence le MEDAF. D'un point de vue empirique, les tests d'efficience recourent à l'utilisation du MEDAF autant qu'instrument d'évaluation des actifs. Alors que le MEDAF en soi, repose sur l'hypothèse d'efficience des marchés financiers. En dépit de toutes ces critiques, la majorité des études visant à tester cette seconde forme attestent qu'en moyenne, le marché s'ajuste instantanément à la publication de nouvelles informations (Bahruddin, et al., 2010., Batista, 2018., Bacon,

2017., Mandal, Rao, 2010). Cette réaction imminente du marché financier résulte d'une anticipation correcte desdites informations.

1-3- La forme forte et les tests d'information privée

Selon Fama (1970-1991), l'hypothèse forte de l'efficience informationnelle implique que les cours boursiers reflètent toute l'information disponible, qu'elle soit rendue publique ou qu'elle soit détenue de façon privée ou privilégiée.

1-3-1- Définition de la forme forte de l'efficience informationnelle

La forme forte de l'efficience informationnelle des marchés financiers suppose qu'il y ait une intégration parfaite et instantanée de toute l'information publiquement disponible et de toute l'information privée. Ceci implique qu'aucun investisseur, y compris les initiés[106], n'a la possibilité de réaliser une rentabilité anormale de telle sorte à « battre le marché », car même l'information privée est rapidement incorporée dans les cours boursiers. Ce troisième degré d'efficience distingue deux types d'opérateurs qui sont susceptibles de détenir des informations privilégiées à la suite des relations dont disposent avec les décisions qui peuvent éventuellement affecter la société émettrice. Le premier type concerne les *« insiders »*, à savoir les dirigeants de la société, les actionnaires qui détiennent d'importantes parts, les experts-comptables, les commissaires aux comptes, les avocats, les créanciers, et le personnel. Ces derniers, en raison de leur statut, sont à même de détenir des informations qui les placent en position privilégiée par rapport aux autres opérateurs. Le second type a trait aux *« outsiders »*, qui comportent les opérateurs extérieurs à la société émettrice, mais qui sont en mesure d'avoir accès à certaines informations privées, du fait de leurs relations avec les *« insiders »*. Cette catégorie concerne, plus particulièrement, les professionnelles, dont les gestionnaires de portefeuille et les analystes financiers, qui développent d'importants réseaux, ainsi que les journalistes spécialisés, et les investisseurs ayant un lien de parenté avec un proche de la société.

[106] Il y'a lieu de faire la distinction entre les initiés directs et indirects. Par initiés directs sont désignés les dirigeants de la société émettrice dont les fonctions donnent un accès à des informations privilégiées. Tandis que les initiés indirects sont toutes les personnes internes à la société émettrice, à savoir l'ensemble du personnel (créanciers, avocats, experts-comptables, etc.).

Sur un marché efficient au sens de la forme forte, les opérations réalisées par les détenteurs d'informations privées sont interprétées par les autres investisseurs comme étant des signaux d'informations prévenant de l'occurrence très prochaine d'un événement particulier sur le marché. Ainsi, ces transactions sont rapidement repérées par l'ensemble des opérateurs, et les cours s'ajustent aussitôt pour intégrer l'information privilégiée véhiculée par lesdites transactions. Par conséquent, les initiés ne peuvent pas réaliser un gain substantiel du fait de la détention d'informations privées.

Selon Gillet (1999), deux arguments permettent de justifier l'hypothèse forte de l'efficience informationnelle, en dépit de la difficulté de son admission :

- Le premier concerne l'apport informationnel que véhiculent les transactions réalisées par les initiées (comme précité). En effet, dans la mesure où les marchés financiers sont transparents, ces opérations sont vouées à l'échec, car elles sont facilement et rapidement repérables par les autres investisseurs, en particulier lorsqu'elles portent sur des volumes importants ;
- Le deuxième argument est lié aux problèmes des anticipations, et suppose que l'information détenue par les initiés ne leur permet de réaliser des gains anormaux que si *« la différence entre cette information et la moyenne des anticipations [des analystes] est supérieure aux coûts des transactions générées par l'opération d'arbitrage »* (Gillet, 1999., p. 99).

1-3-2- Les tests d'information privée

Dans le cadre de l'hypothèse forte de l'efficience informationnelle, les études empiriques ont pour objet d'effectuer une comparaison entre les performances réalisées par les détenteurs d'informations privées et celles des autres investisseurs. L'objectif étant de déterminer si les opérateurs qui sont structurellement mieux informés peuvent réaliser des profits anormaux. En ce sens, les tests de la forme forte peuvent être subdivisés en trois rubriques distinctes :

- Les tests portant sur l'étude des délits d'initiés ;
- Les tests portant sur l'analyse de la performance des professionnels de gestion de portefeuille ;
- Et une dernière rubrique dans laquelle sont regroupés l'ensemble des autres tests réalisés dans le cadre d'études effectuées dans des laboratoires de recherche.

Dans ce sillage, les écarts observés entre les rentabilités des initiés et celles des investisseurs moyens peuvent être imputés soit à un meilleur traitement et interprétation d'une information identique, soit à la détention d'information privilégiée. Le premier motif est souvent retenu par les partisans de la théorie de l'efficience informationnelle pour expliquer les résultats les tests empiriques.

a)- Les études des délits d'initiés[107]

Les premiers tests de l'hypothèse forte de la théorie de l'efficience informationnelle remontent à très loin. Osborne (1966) et Scholes (1972), furent les premiers à en tester cette troisième forme en analysant les profits réalisés par les *« insiders »*. Ces deux études concluent que les initiés précités détiennent, en effet, des informations privilégiées qui ne sont pas reflétées dans les cours des titres, et dont l'exploitation leur permet de générer des gains substantiels. Ils concluent ainsi à l'inefficience des marchés financiers au sens de la forme forte.

Par la suite, Jaffe (1974) corrobore les résultats obtenus par Osborne et Scholes à travers l'étude des opérations de spéculations réalisées par les *« insiders »*. En se basant sur le MEDAF comme modèle de référence, Jaffe démontre que les cours boursiers ne reflètent pas pleinement toutes les informations privées dont disposent les initiés. Ce qui l'amène à conclure que l'utilisation de ces informations permet aux *« insiders »* de réaliser des transactions avec des profits anormaux. En plus d'avoir infirmé la forme forte de l'efficience, Jaffe obtient également des résultats qui disconviennent à l'hypothèse semi-forte. En ce sens, il constate, par le biais de la méthode des résidus, que les cours du marché ne s'ajustent que très lentement aux opérations des *« insiders »*, ce qui permet aux *« outsiders »* de profiter de cet écart pour tirer parti d'informations qui deviennent publiques pour réaliser un excès de rendement. Ces résultats ont été confirmés par l'étude postérieure de Cheuk, Fan et So (2006), portant sur l'analyse des rentabilités des transactions des *« insiders »* sur la bourse de Hong Kong. Ces auteurs affirment que les opérations des *« insiders »* engendrent un excès de rentabilité, dont les *« outsiders »* peuvent profiter pour dégager une rentabilité anormale.

Cependant, Kerr (1980) obtient des résultats plus nuancés en effectuant une étude comparative entre les rendements de 24 portefeuilles, dont 12 détenues par des initiés et 12 gérés aléatoirement. L'étude démontre que les rendements des deux portefeuilles ne

[107] Gillet (1999) met l'accent sur la nécessité de distinguer les opérations d'initiés des délits d'initiés. À cet effet, il définit les opérations d'initiés comme des opérations non répréhensibles d'achat ou de vente de titres effectuée par des initiés. À partir du moment où celles-ci deviennent répréhensibles, elles sont qualifiées de délits d'initiés et engendrent ainsi des problèmes d'asymétrie d'information au sein marché.

manifestaient aucune différence révélatrice. Kerr conclut alors que la détention d'information privée ne procure pas aux *« insiders »* la possibilité de surperformer le marché. Dans ce sillage, Aktas, De Bodt et Van Hoppens (2008) s'intéressent à l'examen des rentabilités des initiés sur une fenêtre d'événement assez courte[108]. En dépit des rentabilités excessives non significatives observées, ils n'infirment cependant pas la forme forte de l'efficience. Selon ces auteurs, ces rendements anormaux agiraient comme un signal d'information qui concoure à la révélation des informations privilégiées, ce qui a pour conséquence l'ajustement des cours boursiers et l'accroissement de l'efficience informationnelle du marché.

Ces résultats contradictoires ont été nuancés par Fama (1991) dans sa revue de littérature, où il met l'accent sur le problème de l'hypothèse jointe.

b)- Analyse des performances des professionnels de gestion de portefeuille[109]

La deuxième catégorie des études ayant été effectuées pour tester la forme forte de l'efficience porte sur l'analyse de la performance des portefeuilles gérés par les professionnels du marché financier. Ces tests ont pour objet de déterminer la capacité des professionnels, en l'occurrence les gestionnaires de portefeuilles, à réaliser des rendements excessifs en profitant d'informations traitées par les analystes financiers. Pour appréhender ces tests, deux approches ont été suivies. La première consiste à étudier les rendements obtenus à partir des conseils fournis par les analystes financiers. La seconde a trait à l'analyse de l'information rendue publique découlant les conseils, par le biais de la méthode des études événementielles.

Le premier test de la forme forte dans le cadre de l'analyse des performances des professionnels du marché, a été réalisé par Jensen (1968-1969). Cette étude porte sur l'analyse de 115 fonds communs américains, dans le souci de faire ressortir si les liens que les gestionnaires de portefeuille ont développés avec les analystes financiers du fait de leur statut leur permettent de surperformer le marché. À la suite de ce test, Jensen corrobore la forme forte de l'efficience, car sur les 115 fonds communs étudiés, il n'a observé que deux d'entre eux avec des rentabilités excessives tandis que quatre autres ont sous-performé le marché. À cet effet, Jensen suppose qu'en moyenne les performances des professionnels dépasseraient celle du marché à hauteur de 01% au maximum. Dans le même ordre d'idées, l'étude de Henrikson

[108] Le choix d'une fenêtre d'événement courte se justifie par le fait que les performances de long terme peuvent être amputées à des événements publics, qui surviennent après les opérations réalisées sur la base d'information privilégiée détenues par les initiés.

[109] Selon Malkiel (2003), l'étude de la capacité des professionnels du marché à réaliser des gains substantiels constitue la catégorie de tests la plus pertinente pour examiner la forme forte de l'efficience informationnelle.

(1984) de 116 *« mutuels funds »* américains sur une période de douze ans, a démontré que leurs performances étaient presque similaires à celles réalisées par le marché, après soustraction des frais de gestion et des rémunérations des gérants. Cependant, Ippolito (1989) constate une différence de 0,83% entre les rentabilités des fonds communs étudiés et celles du marché.

En France, Albouy (1982) étudie la performance des Sociétés d'Investissement à Capital Variable (SICAV) sur une période de six ans. Après analyse de leurs rentabilités, il conclut que les performances réalisées par les SICAV n'affichaient aucune stabilité.

Finalement, les deux approches qui consistent à étudier les délits d'initiés et à analyser la performance des professionnels du marché ne permettent pas une validation totale de l'hypothèse forte de la théorie de l'efficience informationnelle (Potocki, Swist., 2012). Néanmoins, l'inefficience du marché constatée dans le cadre des deux méthodes ne permet pas aux initiés d'obtenir des rentabilités excessives importantes (Minh, Vayanos, 2008). Pour justifier les résultats en défaveur de l'efficience, les partisans de la théorie pointent du doigt le fait que les tests se limitent aux seuls délits d'initiés qui ont retenu l'attention des autorités de marché, du fait de l'importance des gains engendrés. En revanche, les délits ayant donné lieu à des pertes ne peuvent pas être examinés, car ils ne sont ni répertoriés ni rendus publics (Gillet, 1999., p. 100).

Au terme de cette section, nous avons passé en revue les trois formes de l'efficience informationnelle telles que définies par Eugène Fama, ainsi que leurs tests empiriques. Fama (1970-1991), en fonction de l'ancienneté des informations que les cours boursiers sont supposés refléter, établit une classification graduelle et progressive de l'efficience des marchés qui s'est traduite sous les trois formes : faible, semi-forte et forte.

La majorité des études précitées visant à tester ces trois formes se sont soldées par la validation plus ou moins totale de l'hypothèse d'efficience des marchés financiers. Cependant, certaines failles demeurent existantes sans pour autant que les tenants de la théorie ne puissent donner des explications convaincantes. Ces anomalies, ou biais feront l'objet de la section suivante.

Section 2 :

L'efficience informationnelle face à la détection d'anomalies

Dans ses tentatives de validation de la théorie de l'efficience informationnelle, Michael Jensen, dont la définition est plus réaliste, pronostique que « l'évidence empirique » fait ressortir quelques anomalies relatives aux conclusions des tests des trois formes. En effet, en dépit de la validation empirique de l'efficience par la plupart des études, celle-ci demeure un objectif idéal vers lequel conspirent les places financières mondiales et les autorités de marché.

Dans ce qui suit, nous exposerons les principales anomalies auxquelles la théorie de l'efficience informationnelle fait face. Ainsi, dans un premier temps, nous nous intéresserons aux anomalies liées aux phénomènes saisonniers en l'occurrence les effets de fin de cycle. Dans un second temps, notre attention sera portée sur les anomalies découlant des caractéristiques financières et boursières des sociétés cotées. Et dans un troisième et dernier temps, nous analyserons les différentes autres anomalies ayant été détectées sur les marchés financiers.

2-1- Les anomalies relatives aux phénomènes saisonniers : les effets calendaires

À partir du début des années 80, le paradigme de l'efficience informationnelle des marchés financiers commença à rencontrer certaines limites du fait des résultats des études empiriques menées à l'époque. Ces derniers ont mis en évidence l'existence d'anomalies qui remettent en cause le bien-fondé de l'hypothèse d'efficience (Haj, 2020., Pandaya, 2016., Plastun, et al., 2019). Les phénomènes saisonniers, appelés également biais de fin cycles, furent les premiers à être observés. Ces biais de fin de cycle consistent en un ensemble d'anomalies saisonnières émanant de la persistance de tendances régulières, observées au cours de périodes particulières, sur les marchés financiers.

2-1-1- L'effet fin de semaine (effet lundi)

Osborne (1962) fut le premier à observer un effet fin de semaine[110] sur les marchés financiers. Toutefois, l'introduction de cet effet autant que biais à la théorie de l'efficience informationnelle est attribuée à French (1980-1988), qui analysa dans le cadre de son étude la rentabilité des titres de la Bourse de New York sur une période de vingt-quatre ans (de 1953 jusqu'à 1977). Il constate ainsi que les titres dégageaient en moyenne une rentabilité boursière négative le lundi, et positive pour le reste des journées de la semaine. Alors que si nous partons du principe selon lequel les rendements boursiers sont fonction du temps, la performance des titres en fin de semaine (à savoir entre la fermeture du vendredi et celle du lundi), devrait être trois fois supérieure à celle réaliser durant le reste des jours de la semaine. Cependant, la réalité est autre dans le sens où les rendements des titres ne sont pas fonction du temps réel, mais ils sont fonction des heures de transaction (Branche, Echevarria, 1991). En ce sens, le rendement qu'un titre génère le lundi et que nous calculons entre la fermeture du vendredi et celle du lundi devrait être égal à celui générer pendant les autres jours de la semaine. Or, les résultats obtenus par French et repris dans le Tableau II.2 ci-après indiquent le contraire. Il en ressort qu'en termes de performances boursières, le lundi représente la journée la moins rentable, tandis que le mardi est terne. À partir de là, le marché financier commence à se stimuler crescendo, et les rentabilités enregistrent leurs taux les plus élevés durant les journées de mercredi, jeudi et vendredi. En outre, French constate le déplacement des rentabilités négatives vers le mardi lorsque le lundi n'est pas un jour ouvrable. En ce sens, un investisseur qui achète des actions à la clôture de la séance de lundi et les revend à la clôture de la séance de vendredi devrait dégager une rentabilité substantielle. Néanmoins, l'adoption d'une telle stratégie ne procure pas à l'investisseur une couverture parfaite des coûts de transaction (Albouy, 2005).

Tab. II.2. Illustration de l'effet fin de semaine à travers les rentabilités journalières du *'NYSE'* entre 1953 et 1977

	Lundi	**Mardi**	**Mercredi**	**Jeudi**	**Vendredi**
Moyenne	-0,1681	0,0157	0,0967	0,0448	0,0873
Écart-type	0,8427	0,7267	0,7483	0,6857	0,6600
T-Stat	-6,823	0,756	4,534	2,283	4,599
Nbr. Obs	1 170	1 193	1 231	1 221	1 209

Source : French, 1980.

[110] Appelé également effet lundi ou effet week-end.

Sur le marché français, Hamon & Jacquillat (1988-1992) puis Venezia & Shapira (2007) ont mis en évidence l'éveillement graduel du marché financier après les deux jours de week-end. Les résultats de ces études indiquent l'existence de l'effet fin de semaine, à la suite de l'observation de rendements négatifs le lundi puis progressivement positifs les autres jours de la semaine. De plus, ils remarquèrent pour donner suite à l'analyse des transactions quotidiennes des investisseurs que les professionnels du marché étaient moins disposés à effectuer des transactions en début de semaine et que leurs tendances d'achat et de vente diminuent au fur et à mesure. À l'opposé, les investisseurs individuels étaient beaucoup plus prédisposés à effectuer des transactions après le week-end, et que par la suite leur penchant de vente dépassait leur penchant d'achats pour le reste de la semaine.

L'observation de rendements négatifs ou inférieurs en début de semaine, et la détection de rendement substantiellement supérieur lors de la dernière journée ouvrable de la semaine, s'explique selon French par la surréaction instantanée du marché à la suite de l'annonce de nouvelles informations. Ainsi, pour éviter les éventuelles sous-évaluations émanant de ces surréactions, les entreprises ne divulguent leurs informations défavorables qu'après la clôture de la séance boursière du dernier jour ouvrable. De surcroit, cette anomalie peut être attribuée au réaménagement des portefeuilles des intermédiaires financiers. Ces derniers, craignant le risque non rémunéré qu'entraine une position ouverte par rapport au marché, préfèrent clore leurs positions en fin de semaine. Or, ce scénario aurait pour conséquence d'afficher un rendement supérieur pour le vendredi, ce qui ne correspond pas à la réalité du marché (Gillet, 2006).

2-1-2- L'effet fin de mois

À l'origine de la détection de l'anomalie de fin de mois, l'étude d'Ariel (1987) portant sur les rentabilités du *« NYSE »* échelonnées sur une durée de dix-neuf ans (de 1963 à 1981), relatives aux données journalières de 228 mois de transaction. Selon cette étude, les rendements boursiers durant la seconde moitié du mois sont nuls tandis qu'ils sont positifs durant la première moitié[111]. Ariel observe une rentabilité moyenne de 1,41% durant les neuf premières séances du mois, qui diminue progressivement pour atteindre -0,021% durant les neuf dernières séances du même mois. Pour distinguer l'effet fin de mois de l'effet janvier, Ariel l'exclut du cadre de son observation et les rentabilités moyennes obtenues précédemment deviennent respectivement 0,826% et -0,182%. Ce qui revient à dire que pour la première moitié du mois,

[111] À noter que dans son étude, Ariel considère que le mois débute dès le dernier jour du mois qui précède (J-01).

le rendement moyen cumulatif des indices pondérés et non pondérés[112] est positif. À contrario, ces mêmes indices fournissent des résultats négatifs pour la seconde moitié du mois.

Dans ses tentatives d'explication de l'effet fin de mois, Ariel avance que les résultats obtenus n'étaient pas influencés par les deux effets fins de semaine et congé, ce qui a été contesté par Wang et al (1997). Ces derniers mettent en évidence la présence de l'effet lundi dans la quatrième et cinquième semaine de chaque mois, et que la prise en compte de cet effet avait pour conséquence l'annulation de l'effet fin de mois. De plus, la considération de l'effet congé privilégiait la deuxième moitié du mois, dans la mesure où sur les huit congés habituels, trois adviennent en début de mois[113], et quatre en fin de mois[114]. En ce qui concerne l'effet janvier, Ariel déclare que celui-ci ne serait pas à l'origine de ses observations. Ainsi, il argumente qu'après l'exclusion du mois de janvier, la différence des rentabilités moyennes obtenues entre les deux moitiés de chaque mois était significativement positive excepté pour le mois de février. Dans ce même ordre d'idées et après s'être intéressé à l'effet taille des entreprises, Ariel affirme que l'effet fin de moi se manifeste davantage pour les entreprises ayant une grande taille.

Les résultats obtenus par Ariel ont été corroborés par l'étude de Mills & Coutts (1995), qui examinèrent la présence de l'effet fin de mois sur le marché britannique, en suivant la même méthode qu'Ariel. Au terme de leur étude, ils constatent la présence de l'effet fin de moi qui se traduit par l'observation de rendements moyens significativement positifs durant la première moitié du mois, et la baisse de ces rendements pendant la seconde moitié du mois jusqu'à atteindre un niveau significativement proche de zéro. Dans la poursuite des tentatives de vérification de l'effet fin de mois, Cadsby & Ratner (1992) réalisent une étude d'envergure internationale portant sur l'examen de 11 indices provenant de 10 pays, à savoir : les États-Unis, le Japon, le Royaume-Unis, le Canada, l'Allemagne, la France, l'Italie, la Suisse, l'Australie et Hong Kong[115]. À la suite de l'analyse des rendements moyens, ils concluent que ceux-ci sont positifs pendant les six premiers jours de chaque mois et qu'ils deviennent significativement négatifs pendant les autres jours du même mois, excepté pour l'indice de Hong Kong. Par la suite, le calcul de la différence des rendements moyens entre la première et

[112] Ariel (1987) utilise deux indices pour analyser les rentabilités des actions du *'NYSE'*. Le premier est un indice non pondéré qui retient uniquement les prix non pondérés. Le second est un indice pondéré qui reprend les prix pondérés par les volumes de transaction.
[113] Notamment le Jour de l'an, la Fête de travail et le 04 Juillet.
[114] Dont la Journée du Président, Jour du Souvenir, Action de Grâce et Noël.
[115] Contrairement à Ariel, Cadsby et Ratner utilisent une fenêtre de six jours (J-03 à J+03).

la seconde moitié du mois a conduit Cadsby & Ratner à rejeter la présence de l'effet fin de mois sur le marché français[116], italien, japonais et hongkongais. Ces résultats nuancés ont permis aux deux auteurs de rejeter l'explication selon laquelle l'effet fin de mois est engendré par les opérations d'habillage de bilan[117] trimestrielles effectuées par les gestionnaires de portefeuilles. Dès lors, le paiement d'intérêts sur les dividendes et les prêts, qui surviennent au cours du mois, est l'explication qui justifie l'observation de l'effet fin de mois, autant que biais à la théorie de l'efficience informationnelle, sur certains marchés et son absence sur d'autres.

2-1-3- L'effet fin d'année (effet janvier)

Une rentabilité anormale des titres en mois de janvier a été observée pour la première fois par Rozeff & Kinney (1976), à la suite de l'étude des performances des actifs financiers sur le marché américain échelonnés sur une période de soixante-dix ans (de 1904 à 1974). Ces deux auteurs ont constaté que les rentabilités boursières étaient sept fois plus importantes en mois de janvier que durant n'importe quel autre mois de l'année. Ainsi, la rentabilité moyenne positive des actions en mois de janvier égalait les 3,5%, tandis que les autres mois de l'année affichaient une rentabilité moyenne de 0,5%.

Ce constat a été corroboré par Keim (1983), qui note que l'effet fin d'année est beaucoup plus présent dans les entreprises ayant une faible capitalisation boursière. Il observe ainsi, que pour cette catégorie d'entreprises, que les rentabilités des actions atteignaient leur niveau le plus haut pendant les deux premières semaines de l'année, plus particulièrement du dernier jour du mois de décembre jusqu'aux cinq premiers jours du mois de janvier. Sur le marché français, Hamon & Jacquillat (1992) s'aperçoivent également de la présence du même effet sur la Bourse de Paris, à la suite de l'analyse de l'évolution des rentabilités des titres cotés sur ledit marché. Cependant, ils constatent que les performances les plus élevées du mois de janvier étaient réalisées par les titres ayant atteint leur niveau le plus bas en mois de décembre. Dans le même ordre d'idées, Agrawal & Tandon (1994) ont examiné l'existence de l'effet fin d'année à

[116] Sur le marché français, l'effet liquidation remplace l'effet fin de mois. Ceci est dû au fait que sur ce marché la clôture du mois boursier intervient quelques jours avant la fin du mois, car il s'agit d'un marché à règlement mensuel. Ainsi, cette clôture prématurée permet le dénouement des opérations du règlement mensuel avant la fin du mois calendaire (Gillet, 2006).

[117] Les opérations d'habillage de bilan (*« Windows-dressing »*) sont un ensemble d'opérations effectuées par les professionnels du marché en fin d'année, pour embellir leurs états financiers. Cadsby & Ratner réalisent un ensemble de tests pour éliminer les tournants annuels et trimestriels considérés comme causes de l'effet fin de mois, dont ces opérations d'habillage de bilan.

l'échelle internationale à travers l'étude des rentabilités quotidiennes de dix-huit pays[118]. Leurs résultats affirment la forte présence de cet effet dans quatorze cas sur les dix-huit étudiés, couvrant la période allant de 1971 à 1987.

Plusieurs explications ont été avancées pour tenter de justifier l'effet fin d'année, mais la plus évidente semble être celle relative à l'effet fiscal. En effet, dans le souci de réduire leur revenu imposable, les investisseurs préfèrent réaliser leurs moins-values (pertes) en fin d'année afin d'abaisser considérablement leur base d'imposition. Pour ce faire, les investisseurs sont contraints de céder massivement leurs titres financiers vers la fin du mois de décembre pour extérioriser leurs moins-values, et de les acheter par la suite vers le début du mois de janvier. En d'autres termes, une fois le mois de décembre passé, les investisseurs achètent en masse les grandes valeurs du marché pour compenser leurs fonds et présenter des performances plus attractives. Selon Heino (2011), cette pratique témoigne de la liquidation de titres perdants pendant le mois de décembre. Toutefois, certaines études menées dans des pays ayant une année fiscale qui ne coïncide pas avec l'année calendaire[119] ont introduit une nuance à cette explication avancée, dans la mesure où l'effet fin d'année subsiste. En outre, cette anomalie est également détectée sur les marchés financiers des pays connus comme étant des paradis fiscaux. Par conséquent l'explication fiscale ne doit être retenue que partiellement (Gillet, 2006). D'autres explications relatives aux opérations d'habillage de bilan, au *« changement brusque de l'aversion au risque […] des investisseurs »* (Gillet, 1999., p. 135), et à la date de déclaration des performances des fonds des professionnels du marché, ont également été avancées à l'égard de l'effet fin d'année.

Il ressort de ce qui a été dit que l'effet fin d'année constitue un biais à la théorie de l'efficience informationnelle dans la mesure où les mouvements anormaux que connaissent les performances des titres entre le mois de décembre et le mois de janvier peuvent être anticipés par les investisseurs. De ce fait, ils peuvent en faire usage pour dégager des rentabilités substantielles ce qui est incompatible avec le postulat de l'efficience des marchés financiers. Néanmoins, se servir de cette anomalie ne permet pas aux investisseurs de tirer des profits anormaux de façon systématique compte tenue des coûts de transaction et de la moindre liquidité qu'offrent les titres concernés (Albouy, 2005). Car force est de constater que ces

[118] Cet échantillon concerne les marchés financiers des pays suivants : l'Allemagne, la France, le Danemark, la Suisse, l'Italie, le Luxembourg, les Pays-Bas, la Suède, le Royaume-Unis, la Belgique, le Brésil, le Mexique, la Nouvelle-Zélande, Hong Kong, le Japon, Singapour, le Canada et l'Australie.
[119] Notamment la Grande-Bretagne et l'Australie.

dernières années l'effet janvier tend à s'estomper pour les titres des firmes à grande capitalisation. Cependant, son intensité demeure importante pour les titres des entreprises ayant une petite capitalisation (Mishkin, 2010).

2-1-4- L'effet congé et jour férié

La première étude à avoir constaté l'existence d'un tel effet est celle de Fields (1934), qui avait pour objet l'analyse des rentabilités des valeurs cotées sur le *« Dow Jones Industrial »*. Fields remarqua que les rentabilités générées par les titres le jour précédant les vacances et les jours fériés étaient supérieures à celle des autres jours. Par la suite, Ariel (1990) obtient des résultats similaires en étudiant la tendance des rentabilités boursières du marché financier américain sur une période de dix-neuf ans (de 1963 à 1982)[120]. En 1988, Lakonishol & Smidt confirment que 50% des hausses des rentabilités des valeurs du *'Dow Jones Industrial Average'* sur les quatre-vingt-dix ans précédant leur étude étaient causées par l'effet congé. Cependant, alors que la présence d'une hausse anormale des performances des titres avant les vacances (précongé) est confirmée par plusieurs études, l'anomalie demeure brumeuse pour la période concernant le retour des vacances, ou celle de post-jour férié.

L'explication de l'effet congé et jour férié réside dans l'optimisme des investisseurs pendant les périodes qui précèdent les congés et les jours fériés. Ce qui se traduit par une variation positive du marché. D'autres raisons peuvent être à l'origine de cette anomalie, notamment les réaménagements des portefeuilles des professionnels du marché, et la préférence des vendeurs à découvert de clore leurs positions avant les vacances et les jours fériés.

Par ailleurs, l'existence de cette anomalie à la théorie de l'efficience a été confirmer à l'échelle internationale, à la suite de l'étude de la présence de rentabilités anormales durant la période précongé sur marchés financiers japonais et anglais, en considérant les congés locaux dans le but de savoir si cette anomalie existe de manière indépendante.

[120] Dans son étude, Ariel (1990) considère les jours fériés suivants : le Jour de l'An, le Jour du Souvenir, le 04 Juillet, le Vendredi Saint, le Jour de Noël, l'Action de Grâce, le Journée du Président, la Fête du Travail. Ces jours précédant les congés américains.

2-2- Les anomalies relatives aux caractéristiques financières et boursières des firmes

Les études empiriques visant à tester la validité de la théorie de l'efficience informationnelle des marchés financiers ont relevé l'existence d'écarts entre la valeur fondamentale des firmes cotées, et les cours de leurs titres en bourse. Ces irrégularités ont été justifiées par le biais de trois effets relatifs aux caractéristiques desdites entreprises, à savoir l'effet taille, l'effet PER et l'effet *« book to market »*.

2-2-1- L'effet taille *« Size effect »*

L'effet taille a été détecté et mis en évidence par Banz (1981), Reinganum (1981) et Ibbotson (1984), sur le marché américain à la suite de l'étude des rentabilités des entreprises cotées sur le *« NYSE »*. Ces études ont toutes fait ressortir l'existence de rentabilités annuelles supérieures à celles calculées par MEDAF, réalisé par des actions d'entreprises dont la capitalisation boursière est faible. Ce qui revient à dire que l'effet taille présage que les actions des entreprises de petite taille (ayant une faible capitalisation boursière) donneraient lieu à une performance anormalement supérieure à celle des titres des entreprises ayant une capitalisation boursière plus importante. Le Tableau II.3 ci-après donne un aperçu sur l'effet taille à travers la comparaison des rentabilités des titres à faible capitalisation boursière et des titres du *« Standard & Poor's 500 »* sur le marché américain.

Tab. II.3. Illustration de l'effet taille : Comparaison des performances des portefeuilles de petite et de forte capitalisation sur le *« NYSE »*

	Portefeuille à faible capitalisation boursière	**Portefeuille à forte capitalisation boursière**	**Différence (faible/forte)**
Moyenne (%/an)	17,05%	11,26%	5,79%
Écart-type (%/an)	32,35%	20,62%	18,34%
Nombre de mois à rentabilité positive	406	408	360
Pourcentage de mois à rentabilité positive	58,3%	58,6%	51,7%

Source : D'après Ibboston (1984).

Les nombreuses études empiriques qui ont démontré cette première anomalie à l'encontre de la théorie de l'efficience informationnelle, ont tenté de l'expliquer de plusieurs manières. Tout d'abord, une faible capitalisation boursière se traduit par un risque plus important pour l'investisseur. Car plus la taille de l'entreprise est petite, plus ses chances de défaillances sont considérables. Par conséquent, la rentabilité exigée par les détenteurs des titres des entreprises à faible capitalisation sera plus élevée, compte tenu du risque supporté. La seconde explication donnée à l'effet taille est liée au risque de liquidité du titre. Sur le marché financier, la liquidité des titres à faible capitalisation boursière est limitée. Ainsi, les détenteurs désireux de céder ces titres se retrouvent très souvent confrontés au risque de liquidité. De ce fait, *« le risque d'étroitesse du marché incite les investisseurs à exiger un surcroit de rentabilité de la part des petites entreprises »* (Gillet, 1999., p. 137).

Au-delà de la remise en cause de l'hypothèse d'efficience des marchés financiers, l'effet taille peut provenir d'une modélisation erronée des rentabilités boursières. Selon les principes du MEDAF, les entreprises de petite taille ayant un risque plus élevé offrent des rendements supérieurs aux grandes entreprises, de façon à rémunérer le risque qu'engendre la détention de leurs actions. Toutefois même après ajustement au risque, la rentabilité moyenne des entreprises à petite capitalisation demeure élevée alors que celle des entreprises à capitalisation plus importante demeure faible, par rapport à l'estimation de leur Bêta. Dans ce sillage, Chan & Chen (1991) avancent que l'appréciation de la taille des entreprises par le biais de leur capitalisation boursière, ne considère que celles qui sont vulnérables et susceptibles d'être affectées par les mutations de l'activité économique. Cette vulnérabilité, qui ne peut être repérée par le coefficient Bêta, mais que la capitalisation boursière permet d'intégrer dans le facteur taille, serait à l'origine des rentabilités substantielles[121].

Sur les marchés américains, les études ont révélé que les gains substantiels des entreprises à faible capitalisation étaient plus importants en mois de janvier (Keim, 1983). De ce fait, une liaison fut établie entre l'effet taille et l'effet janvier[122]. Jacquillat et Solnik (1997) constatent, à travers l'observation de rendements journaliers, que l'effet taille se manifeste de façon positive et significative durant le dernier jour de décembre et les quatre premiers jours de janvier. Cependant, Hamon & Jacquillat (1992) mettent en évidence la présence de l'effet taille

[121] L'effet taille peut également être justifié par les coûts d'information élevés que nécessite l'évaluation des petites entreprises, l'ajustement des portefeuilles des investisseurs institutionnels, les effets fiscaux, ainsi qu'une mesure de risque inappropriée aux petites entreprises (Mishkin, 2010., pp. 183-184).
[122] Cette notion est développée en détail dans les pages qui suivent.

sur le marché financier français, sans pour autant identifier une quelconque liaison entre ce dernier et l'effet janvier. Bien au contraire, selon eux la situation sur le marché français est paradoxale, dans la mesure où l'effet taille n'est pas constaté en mois de janvier.

2-2-2- L'effet PER *« Price Earning Ratio »*

Basu (1977-1978) fut le premier à mettre en exergue l'existence d'une relation inverse entre le PER et la rentabilité[123]. Dans son étude, il a observé que les portefeuilles constitués d'actions dont le ratio cours/bénéfice est faible, surperforment les portefeuilles dont les actions disposent d'un ratio cours/bénéfice élevé. Ce constat est valable même après un ajustement des rentabilités. Pour faire simple, l'effet PER suppose que les titres ayant des PER importants dégagent des rentabilités anormalement inférieures à celles des titres ayant des PER faibles. D'un point de vue théorique, cette anomalie s'explique par un ensemble de facteurs liés au risque encouru par le détenteur du titre en question. En effet, dans un contexte de marché efficient les rentabilités substantielles sont proportionnelles à une prise de risque importante, ou à des propriétés caractérielles de l'action en question. De ce fait, le PER n'est pas considéré comme un ratio permettant de « battre le marché », mais les rentabilités qu'il justifie découlent d'un ensemble de paramètres relatifs au risque considéré dans un cadre global d'équilibre du marché.

Le constat de Basu fut corroboré par les études de Fama & French (1992), et Campbell & Shiller (1992) menées sur le marché américain. Néanmoins, Campbell & Shiller soulignent que le PER ne peut être considéré comme un indicateur pertinent dans le cadre d'anticipation des résultats ou des dividendes futurs par action. De ce fait, son intérêt se limiterait à l'anticipation des variations des cours futurs. Sur le marché français, des résultats similaires ont été obtenus par Girerd-Potin (1992) et Nivoix (1996), sans pour autant noter une variation significative de la volatilité[124]. Sur les marchés japonais, Chan & Al (1991-1998) soulignent la prédominance de l'effet *« book-to-market »* sur l'effet PER qui demeure observable tout de même. Cependant, Aggarwal & Al (1992) signalent l'existence d'une relation inverse entre la rentabilité et le PER de manière significative en mois de janvier, mais sans noter une prédominance de l'effet janvier. Ainsi, Nivoix (2007) constate dans son étude que l'effet PER n'est significativement observable que sur un horizon de trois mois, sans qu'il soit accompagné de l'effet taille ni d'une variation significative de la volatilité. C'est pourquoi le PER s'emploie

[123] Cette relation inverse peut être justifiée par la correction progressive des titres sous-évalués par le marché (Basu,1977).
[124] Idem pour les marchés allemands, mais pas sur les marchés italiens et britanniques (Nivoix, 2000).

habituellement de façon conjointe avec l'effet *« book-to-market »* comme élément de démarcation entre les titres à faible ratio cours/bénéfice et les titres à ratio élevé, nommés respectivement valeurs de rendement et valeurs de croissance.

2-2-3- L'effet *« book-to-market »*

Le *« book-to-market »* est un ratio financier qui permet d'étudier la surévaluation et la sous-évaluation d'une action. Il se calcule en rapportant la valeur fondamentale (ou comptable) d'une action à sa valeur de marché, à un instant donné. Si le ratio donne un résultat supérieur à 1, cela indique que l'action est sous-évaluée, car sa valeur comptable est supérieure à sa valeur de marché. Inversement, si le ratio *« book-to-market »* est inférieur à 1, l'action est surévaluée. Ainsi, une entreprise dont les actions sont fondamentalement sous-évaluées offre des perspectives de rendements intéressants aux investisseurs, dans la mesure où la valeur de marché d'une action finit toujours par égaler sa valeur fondamentale du fait que celle-ci ne peut pas être durablement en dessous de ladite valeur fondamentale.

L'effet *« book-to-market »* a été examiné, pour la première fois, par Rosenberg, Reid & Lanstein (1985), qui ont observé l'existence d'une relation positive entre le ratio *« book-to-market »* et la rentabilité des titres étudiés. Ce constat a été corroboré par Fama & Frensh (1991) qui examinèrent cet effet sur le marché américain. Ces derniers expliquent les rentabilités boursières à travers ce ratio (en plus de l'effet taille), et avancent que les entreprises ayant un *« book-to-market »* élevé ont des rentabilités espérées élevées. Ceci est dû au fait que l'entreprise soit appréciée par le marché qui la valorise au-delà de sa valeur comptable. Sur le marché japonais, Chan, Hamo & Lakonishok (1991) concluent également à la présence d'une relation positive entre la rentabilité des titres et ce ratio[125]. Ainsi, un faible ratio *« book-to-market »* témoigne de la méfiance du marché par rapport à l'aptitude de l'entreprise de générer une valeur ajoutée susceptible d'améliorer la perception des investisseurs quant à la valeur de marché de l'entreprise. Selon, Fama & Frensh (1993) l'effet *« book-to-market »* s'explique par deux facteurs. Le premier a trait à la prime de risque attribuée aux investisseurs qui acceptent de prendre des risques plus importants. Le second facteur concerne le risque systématique estimé par le coefficient Bêta dans le cadre du MEDAF. Par la suite, Fama & Frensh intègrent dans leurs explications de la rentabilité espérée d'un titre, d'autres caractéristiques relatives aux entreprises émettrices et qui peuvent éventuellement affecter la performance de leurs titres. Ce

[125] Cependant, une étude menée par Levis & Liodakis (2001) sur le marché britannique a donné lieu à des résultats nuancés. La relation positive entre le ratio *« book-to-market »* et les rentabilités boursières a été infirmée.

qui donne lieu à la construction d'un modèle multifactoriel qui incorpore deux éléments de risque additionnels relatifs à la taille des entreprises et au ratio *« book-to-market »*.

Ce modèle appelé « Modèle à trois facteurs », qui est en réalité une extension du MEDAF, permet d'expliquer les rendements excessifs d'un portefeuille via le facteur marché, le facteur taille et le facteur *« book-to-market »* que le MEDAF n'arrive pas à justifier (FAMA., FRENSH. 1996). Formellement, l'excès de rentabilité d'un portefeuille correspond à la formule suivante :

$$R_{p,t} - R_{f,t} = \alpha_p + \beta_p\left(R_{M,t} - R_{f,t}\right) + s_p SMB_t + h_p HML_t + \varepsilon_{p,t}$$

Avec :

- $R_{M,t} - R_{f,t}$: Désigne le facteur marché, ou bien la prime de marché qui indique l'excès de rendement du portefeuille de marché comparativement à un rendement sans risque ;
- SMB *« Small Minus Big »* : Désigne le facteur taille, ou bien la prime liée à la capitalisation boursière de la firme. Il s'obtient en calculant la différence entre la rentabilité des portefeuilles à forte capitalisation boursière et celle des portefeuilles à faible capitalisation boursière ;
- HML *« High Minus Low »* : Désigne le facteur *« book-to-market »*, ou bien la prime liée au ratio *« book-to-market »*. Il s'obtient en calculant la différence entre la rentabilité des portefeuilles ayant un ratio *« book-to-market »* élevé, et celle des portefeuilles dont le ratio *« book-to-market »* est faible ;
- Quant aux $\beta_p, s_p \; et \; h_p$: ils représentent des coefficients de sensibilité relatifs aux trois facteurs de risques.

Les facteurs *« SMB »* et *« HML »* tiennent compte, de façon pertinente, des risques liés aussi bien à la taille qu'au ratio *« book-to-market »* des firmes étudiées. Car d'une part, le *SMB* permet par le biais de la diversification de minimiser le risque assimilé au facteur taille, dans la mesure où la rentabilité de ce dernier, qui considère uniquement l'effet taille, équivaut à la différence de rentabilité entre les portefeuilles de petites et de grande taille. D'autre part, le HML qui ne tient compte que de l'effet *« book-to-market »* permet, en ayant recours à la diversification, de minimiser le risque lié au facteur *« book-to-market »*.

La pertinence de la modélisation des rendements boursiers des titres proposée par Fama & Frensh a été validée par Molay (2000) sur le marché français, et dont les résultats affirment

l'existence d'une relation positive entre la rentabilité des titres et le ratio *« book-to-market »*, et négative entre cette même rentabilité l'effet taille. Gillet (2006) explique cette relation par le fait que les titres dont le PER ou le *« book-to-market »* est faible, soient sous-évalués par rapport à leur valeur fondamentale, et la surévaluation des titres ayant un PER ou un *« book-to-market »* élevé. Par la suite, l'ensemble de ces sous-évaluations et surévaluations vont progressivement se corriger de telle sorte à ce que les prix des titres à faible PER et *« book-to-market »* augmentent de manière plus soutenue que le marché, et leurs rentabilités va devenir plus importante également. Or, cette explication conteste la théorie de l'efficience informationnelle qui suppose une intégration instantanée de toute nouvelle information. Dès lors, aucun titre coté ne peut faire l'objet d'une sous-évaluation ou d'une surévaluation, car les prix de marché reflètent la valeur fondamentale des titres, sinon il s'agirait d'un biais à la théorie de l'efficience informationnelle (Gillet, 1999., pp. 138-139).

Toutefois, force est de constater que le modèle à trois facteurs de Fama & Frensh présente une limite importante. En effet, ce modèle suppose que les caractéristiques liées au marché, à la taille des firmes et au ratio *« book-to-market »*, soient stables sur des intervalles d'études assez importants (5 ans). De même, le risque de marché demeure la variable la plus pertinente et la plus significative pour expliquer les rentabilités boursières des actifs financiers.

2-3- Les autres anomalies de la théorie de l'efficience

En plus des anomalies calendaires et celles liées aux caractéristiques financières et boursières des firmes cotées, d'autres facteurs peuvent être à l'origine de l'apparition de poches d'inefficience sur le marché financier, notamment les introductions en bourse, l'intégration d'un titre dans un indice boursier de référence, et aussi les conditions météorologiques.

2-3-1- Impact de l'introduction en bourse[126] sur l'efficience informationnelle

À la suite de l'analyse de l'évolution des rentabilités des titres des entreprises fraîchement introduites en bourse, Ibbotson (1975) constate que les opérations d'introduction en bourse peuvent constituer une source d'anomalie à l'hypothèse d'efficience. En effet, les actions des entreprises qui s'introduisent pour la première fois en bourse sont la plupart du

[126] En anglais, les opérations d'introduction en bourse sont désignées sous l'abréviation *« IPO »* qui signifie *« Initial Public Offering »*.

temps sous-évaluées, ce qui génère à court terme des rentabilités anormalement supérieures à celles du marché. Cette sous-évaluation trouve ses origines dans les problèmes liés aux asymétries informationnelles, aux comportements stratégiques des actionnaires d'origine[127], à leur volonté à attirer les investisseurs en affichant des prix attractifs, et à la recherche d'une certaine liquidité des actions émises sur le marché secondaire[128].

La sous-évaluation initiale des actions lors de leur introduction en bourse offre aux investisseurs la possibilité de réaliser les rentabilités substantielles, à travers l'acquisition systématique de ces titres lors de leur émission et leur cession à des prix supérieurs au prix de leur introduction. Ce qui constitue, par conséquent, un biais à l'hypothèse d'efficience informationnelle qui suppose l'impossibilité de dégager tout profit anormal. Ibbotson (1975) constate, cependant, que sur le long terme les rentabilités des actions ayant fait l'objet d'une introduction en bourse ont tendance à réaliser des performances inférieures à celles du marché.

2-3-2- Impact de l'intégration d'un titre dans un indice boursier de référence

Selon Albouy (2005), la gestion indicielle pratiquée par les gérants d'entreprises et les professionnels du marché dont le but est d'imiter au plus près les performances réalisées par les indices boursiers de référence, accentue l'importance de ces derniers qui est déjà assez notable. De ce fait, l'incorporation d'un titre dans un indice important a pour conséquence d'augmenter le niveau de sa performance. En revanche, l'exclusion d'un titre d'un indice de référence provoque une baisse considérable de la valeur et des performances dudit titre.

L'effet de l'intégration d'un titre dans un indice boursier sur sa rentabilité s'explique par l'influence et l'intérêt qu'accordent les opérateurs du marché aux indices. En effet, ces derniers constituent des points de référence pour de multiples fonds qui évaluent leurs performances sur la base d'un indice ou *« benchmark »*. Cela dit, la composition des indices évolue sans cesse pour intégrer les meilleures valeurs de la cote, et en fournit la représentation possible. Ainsi, les titres qui ne répondent plus aux critères de sélection appliqués par l'indice

[127] En dépit du coût qu'occasionne la sous-évaluation des actions aux actionnaires d'origine lors d'une introduction en bourse, celle-ci permet de contenir la dilution des grands actionnaires à travers les perspectives de rentabilités qu'elle offre et qui accentuent l'attractivité des titres de l'entreprise. Cette forte souscription va permettre aux actionnaires d'origine de sélectionner les investisseurs individuels qui ne sont pas intéressés par la prise du contrôle de l'entreprise (Dfour, Molay, 2008., pp. 7-8).

[128] La sous-évaluation des actions lors de leur introduction renforce le marché secondaire, dans la mesure où la vente desdites actions permet aux intermédiaires de générer des revenus de courtage qui composeraient les pertes liées à l'acquisition des actions initialement sous-évaluées (Dfour, Molay, 2008., p. 8).

ne feront pas plus partie de ce dernier, et seront aussitôt remplacés par les valeurs les mieux performantes.

Cependant, l'impact de l'incorporation d'un titre dans un indice boursier *« se trouve en contradiction avec l'hypothèse d'efficience des marchés qui nous enseigne que les actions sont de parfaits substituts entre elles »* (Albouy, 2005., p. 116). De plus, l'augmentation de la performance d'une entreprise suit à son intégration dans un indice, ne peut être le reflet de sa valeur fondamentale.

2-3-3- Impact des conditions météorologiques

L'existence d'une relation entre la météo et les performances des titres en bourse a été observée pour la première fois par Saunders (1993), à la suite de l'étude de l'impact des conditions météorologiques de la ville de New York sur les rendements des actions coté à la bourse de Wall Street. Dans le souci de démontrer l'influence du taux d'ensoleillement sur le comportement des investisseurs, Saunders a analysé les performances des plus importants indices, à savoir le *« DJIA »* et le *« NYSE/Americain Stock Exchange (AMEX)»* de 1927 jusqu'à 1989. Pour ce faire, il a mis en place une échelle d'évaluation[129] des taux de couverture nuageuse de la ville de New York allant de 0 à 10, dans le but de classifier et de quantifier les données météorologiques collectées. Ainsi, au terme de cette étude, il démontra la présence d'une corrélation entre l'évolution des cours des actions cotées sur les indices précités et les conditions météorologiques. Néanmoins, il s'avère que cette corrélation n'est significative que lorsque les journées sont extrêmement ensoleillées ou particulièrement couvertes. Saunders conclut, alors, que les conditions météorologiques exercent une influence sur l'humeur des investisseurs, ce qui influe sur leur comportement et par ricochet sur l'évolution des performances des actifs boursiers.

Dans le prolongement de ce postulat, Hirshleifer & Shumway (2003) essayent à leur tour d'examiner l'impact de la météo sur l'évolution des marchés financiers. De ce fait, ils analysent les liens pouvant relier l'ensoleillement matinal de 26 villes (exprimé en données quotidiennes entre 1982 et 1997), et l'évolution journalière de l'indice boursier de marché. Les résultats de Hirshleifer & Shumway mettent en évidence l'existence d'une relation entre

[129] Le 0 indique un temps parfaitement ensoleillé et entièrement dégagé, et le 10 fait référence à une journée nuageuse et intégralement couverte.

l'ensoleillement, mesuré par l'indice de *« couverture du ciel »*[130], et les rendements générés par l'indice de marché. En d'autres termes, ils ont relevé l'existence d'une relation positive entre les rendements des titres et l'ensoleillement. Ainsi, les taux de rentabilité sont significativement supérieurs pendant les journées ensoleillées, cette corrélation est appelée « effet soleil ». Ce dernier s'explique le fait que l'humeur des investisseurs soit influencée par les conditions météorologiques. En ce sens, le beau temps mettrait en bonne humeur les investisseurs, ce qui entraîne leur optimisme. Or, ces derniers expriment leur optimisme par l'achat de titres dans le but d'en tirer profit. Appliqué à un cadre plus général, ce raisonnement se traduit par la réaction positive des performances des marchés financiers aux journées ensoleillées, à travers la réalisation de rendements significativement supérieurs[131].

Seulement, ces résultats vont à l'encontre du paradigme de l'efficience informationnelle des marchés financiers qui suppose que les cours boursiers traduisent fidèlement les données fondamentales de l'entreprise, et non pas l'environnement météorologique. L'effet soleil est par conséquent l'une des anomalies de l'efficience informationnelle. Toutefois, *« l'existence de coûts de transaction ne semble pas permettre la mise en place de stratégies profitables fondées sur les prévisions météorologiques »* (Broihanne, et al., 2004., p. 41).

2-4- Les phénomènes de sur/sous réaction

Selon l'hypothèse semi-forte de la théorie de l'efficience informationnelle, les investisseurs réagiraient de façon instantanée et immédiate à la publication de nouvelles informations. Cette réaction devrait, en principe, survenir le jour même et à l'instant même de la divulgation de l'information. Or, les tests d'efficience empiriques ont signalé la persistance de la présence de rentabilités substantielle durant les mois qui suivent la date de révélation de l'information au public. Ainsi, ces études (en particulier celles de : De Bondt & Thaler. 1985, Bernard & Thomas. 1989, Mai. 1992, Jegadeesh & Titma. 1993, Clements & Al. 2009, Truong.

[130] L'indice *« couverture du ciel »*, utilisé par Hirshleifer & Shumway (2003), permet d'évaluer le taux d'ensoleillement pendant une journée. Cet indice s'organise sur une échelle de 0 à 8, où le 0 indique un temps ensoleillé et le 8 fait référence à un temps couvert.

[131] D'autres chercheurs ont corroboré ce postulat à travers l'obtention de résultats similaires, notamment Akhtari (2011).

2011, Alwathainani. 2012, etc.) mettent en exergue l'existence de phénomènes de surréaction et de sous-réaction, non justifiés par le modèle à trois facteurs de Fama et French (1993)[132].

2-4-1- Le phénomène de surréaction à l'information (*« Overreaction »*)

Selon De Bondt & Thaler (1985), le phénomène de surréaction se manifeste lorsque les titres ayant donné lieu à de faibles performances lors des précédentes périodes, génèrent des performances supérieures sur les périodes antérieures, et inversement[133]. En ce sens, les titres qui étaient perdants sur les périodes postérieures deviennent gagnants lors des périodes subséquentes (Caporale, et al., 2019).

Pour démontrer l'existence de surréaction sur le marché, De Bondt & Thaler analysent les rentabilités des titres du *« NYSE »* sur une période échelonnée de 1926 à 1982. Pour calculer les rentabilités cumulées moyennes, ils distinguent les portefeuilles constitués de titres gagnants de ceux contenant des titres perdants, chacun des deux portefeuilles étant composé de 35 titres. Par la suite, les deux auteurs définissent la période de test qui n'est autre que la période subséquente à celle de la formation des portefeuilles, et obtiennent les résultats repris dans le Tableau II.4 ci-après.

Tab. II.4. Rendements cumulés anormaux des portefeuilles perdants, gagnants et des portefeuilles d'arbitrage selon des durées de formation de 5, 2 et 3 ans

Années	Nbr. de titres	Rendements cumulés anormaux des titres gagnants	Rendements cumulés anormaux des titres perdants	Rendements cumulés anormaux des portefeuilles d'arbitrage (12 mois)	Rendements cumulés anormaux des portefeuilles d'arbitrage (24 mois)	Rendements cumulés anormaux des portefeuilles d'arbitrage (36 mois)
5 ans	50	1,463	-1,194	0,156 (2,04)	0,196 (2,15)	0,230 (2,07)
3 ans	35	1,375	-1,044	0,054 (0,77)	0,181 (1,71)	0,246 (2,20)
2 ans	35	1,130	-1,130	-0,156 (0,16)	0,101 (1,41)	

Source : D'après De Bondt & Thaler, 1985.

Dans ce tableau (i.e. Tab. II.4), les rendements des portefeuilles d'arbitrage résultent de la différence entre les rendements des titres gagnants et perdants considérés sur la période de

[132] À travers le modèle à trois facteurs, Fama et French (1993) ont tenté d'apporter une explication aux phénomènes de surréaction et sous-réaction à l'information, en les attribuant aux risques auxquels sont exposés les investisseurs.
[133] Le phénomène de surréaction a été détecté bien avant 1985, par Keynes (1936) et Williams (1938).

test. Ainsi, l'adoption d'une stratégie d'arbitrage, à travers l'achat de titres ayant donné lieu à de très faibles performances par le passé et la vente de ceux qui ont généré de meilleures performances, consiste une anomalie à la théorie de l'efficience dans la mesure où l'adoption d'une stratégie inverse permettrait aux investisseurs de dégager des rentabilités substantielles, car selon De Bondt & Thaler le phénomène de surréaction à est accompagné par un retournement de la tendance des rendements. En effet, l'existence d'une dépendance négative entre les rendements cumulés fait en sorte que les portefeuilles gagnants deviennent perdants (et vis-versa) sur le long terme. De ce fait, les investisseurs qui inversent leurs positions subséquemment à la période de formation des portefeuilles seraient plus enclins à générer un rendement anormal et à « battre le marché ».

Dans une autre étude, De Bondt & Thaler (1987) ont constaté que le portefeuille d'arbitrage dégageait une rentabilité modérément supérieure en mois de janvier[134]. Néanmoins, la rentabilité des portefeuilles d'arbitrage demeure significative durant les onze autres mois de l'année. Conscients que l'effet janvier à lui seul n'explique pas pertinemment cette rentabilité anormale, Chan (1988) et Ball & Kothari (1989) l'attribuent aux risques systématiques des deux portefeuilles (gagnants et perdants). Ainsi, la dissimilitude des risques systématiques d'un portefeuille à un autre serait à l'origine de la différence des rentabilités obtenues. Chopra & Al (1992) quant à eux, assignent les rendements anormaux des portefeuilles d'arbitrage aux taxes fiscales de fin d'année[135], à la suite d'une étude dans laquelle ils tiennent compte de l'effet taille à travers l'ajustement des rentabilités à la taille des firmes émettrices. La même année, Mai (1992) affirme l'existence du phénomène de surréaction en observant la présence de rentabilités significatives et positives générées par des portefeuilles d'arbitrage. De plus, il constate la concordance des classements des portefeuilles en fonction de leur performance avec celles réalisées par les capitalisations boursières. Cependant, d'autres explications de nature « comportementales » ont été données par quelques auteurs. En ce sens, De Bondt & Thaler (1987) ont relié la surréaction du marché à l'optimisme des investisseurs. Tandis que Barberis, Shleifer & Vishny (1998) et Hong & Stein (1999), ainsi que Daniel, Hirshleifer &

[134] Les études menées sur le marché américain mettent en relief l'existence d'un lien entre l'effet janvier et l'effet taille dans le cadre de l'analyse des rendements des portefeuilles d'arbitrage.

[135] Cette explication, qui suppose que pendant la première année qui suit la formation des portefeuilles un retour à la moyenne des rentabilités devrait être observé (De Bondt, Thaler, 1985), est lacunaire pour deux raisons. D'abord, parce que la différence de rentabilités entre les portefeuilles perdants et gagnants, observée en mois de janvier, se maintient au-delà de la période de formation des portefeuilles. Ensuite, sur le long terme la différence de rentabilités entre les portefeuilles perdants et gagnants observée en janvier, est plus nette durant la première année qui suit la formation des portefeuilles (Atron, 2005., pp. 45-50), ce qui s'oppose à la justification fournie par De Bondt & Thaler (1985-1987).

Subramanyam (1999) l'impute au comportement erroné des investisseurs. Ces explications comportementales s'opposent au paradigme de l'efficience informationnelle, fondé sur la rationalité du comportement des investisseurs qui surréagissent aux informations[136].

D'autres recherches sont venues corroborer le postulat selon lequel il existerait un phénomène de surréaction sur les marchés financiers, notamment celle de Clements & Al (2009). Ces derniers ont suivi dans leur étude la même démarche méthodologique que celle adoptée par De Bondt & Thaler (1985), et concluent en attribuant ce phénomène au risque systématique des portefeuilles. D'autre part, Alwathainani (2012) s'est intéressé à la surréaction en analysant la continuité des rentabilités des portefeuilles sur le court terme (*« momentum effect »*), et l'inversion de la tendance des prix sur le long terme (*« reversal effect »*). Cette étude s'est soldée par la confirmation des deux effets précités, et par conséquent l'affirmation du phénomène de surréaction, et ce à travers l'adoption d'une stratégie basée sur la vente de titres perdants et l'achat de titres gagnants.

2-4-2- Le phénomène de sous-réaction à l'information (*« Underreaction »*)

À la suite de l'étude de Ball & Brown (1968), portant sur l'analyse de la réaction des investisseurs après l'annonce d'un événement, ils observent l'existence de rentabilités anormales qui s'étalent sur une période de soixante jours après la divulgation de l'information. Ainsi, l'étude de Ball & Brown relative au marché américain à travers l'analyse des annonces des résultats de 261 entreprises américaines a mis en exergue l'existence d'un certain « effet de l'annonce », qui se maintient sur une période de deux mois suivant le jour de la publication des résultats. Par ailleurs, Bernard & Thomas (1989) se sont intéressés aux rendements anormaux engendrés par un événement, à travers la mise en place d'une classification des actions selon le degré de surprise engendré à l'occasion des récentes annonces de résultats. Ensuite, ils ont établi deux portefeuilles distincts dont le premier est exclusivement composé d'actions d'entreprises n'ayant annoncé que de bonnes nouvelles. Le second portefeuille, quant à lui, est constitué d'actions des entreprises qui n'ont annoncé que de mauvaises nouvelles. Ainsi, l'observation de ces portefeuilles a montré l'existence de rentabilités anormales moyennes, engendrées par les portefeuilles des firmes porteuses de bonnes nouvelles, significativement supérieures à celles des portefeuilles des firmes porteuses de mauvaises nouvelles, et ce sur un échelon de six mois après l'annonce des résultats. De ce fait, Bernard & Thomas (1989) déduisent que les investisseurs ne réagissent pas de façon immédiate à l'annonce de résultats. Par conséquent, les

[136] Cette notion est développée en détail dans la troisième section de ce chapitre.

cours ne s'ajustent pas instantanément en intégrant l'information rendue publique. En d'autres termes, le marché sous-estime l'importance des informations nouvellement divulguées, et ne les reflète dans les cours des titres concernés que de façon graduelle et progressive. Dès lors, les investisseurs qui acquièrent les actions concernées à l'instant de l'annonce de bonnes nouvelles se trouvent en position de réaliser des rendements anormaux, puisqu'ils pourront profiter de la correction progressive des cours en vendant leurs actions au cours que le marché aurait dû afficher au moment même de la divulgation de la bonne nouvelle. Ce constat a conduit Bernard & Thomas (1989) à considérer que les investisseurs sous-réagissent à la publication de nouvelles informations, ce qui s'oppose au paradigme de la forme semi-forte de l'efficience informationnelle. En effet, selon le postulat de l'hypothèse semi-forte de l'efficience informationnelle, le marché devrait refléter immédiatement et pleinement toute information qui vient d'être publiée. Or, les observations de Bernard & Thomas (1989) montrent que la réaction des investisseurs à l'annonce des résultats est, dans un premier temps, limitée. Six mois après publication des résultats, les cours se corrigent progressivement pour enfin atteindre le seuil prévu par la théorie de l'efficience.

Par ailleurs, Jegadeesh & Titman (1993) montrent que le phénomène de surréaction permet aux investisseurs de mettre en place une stratégie basée sur l'effet *« momentum »*. Selon ce dernier, les rendements des titres obéissent à un principe de continuité relative qui fait en sorte que les investisseurs qui acquièrent des titres ayant généré des rendements positifs sur la période antérieure (allant de 3 à 12 mois) dégageraient une rentabilité substantielle sur la période postérieure, qui s'étale de 3 à 12 mois. En revanche, pour les titres ayant donné lieu à des rendements négatifs durant les 3 à 12 mois précédents, l'adoption d'une stratégie *« momentum »* consiste à vendre à découvert ces titres. Selon Jegadeesh & Titman (1993), l'effet *« momentum »* est dû à la sous-réaction des investisseurs, qui n'intègrent pas immédiatement et pleinement l'information publiée dans leur prise de décisions. Ce constat a été corroboré par l'étude de Rouwenhorst (1998) sur les marchés européens développés, et Rouwenhorst (1999) sur les marchés émergents, celle de Chui et al (2000) sur les marchés asiatiques[137], ainsi que l'autre étude de Jegadeesh & Titman (2001) sur le marché américain[138].

[137] D'après l'étude de Chui et al (2000), l'adoption d'une stratégie *« momentum »* sur le marché japonais ne permet pas aux investisseurs de générer des rentabilités moyennes supérieures.
[138] Selon Lesmond, Schill & Zhou (2004), une stratégie *« momentum »* ne permet pas réellement de dégager des profits anormaux. Seulement, du fait du nombre important de transactions que sont amenés à réaliser les investisseurs qui veulent suivre cette stratégie, l'effet *« momentum »* ne fait en réalité qu'occasionner des rentabilités supérieures illusoires.

Le phénomène de sous-réaction à l'information ne concerne pas uniquement les annonces de bénéfices. D'autres chercheurs se sont intéressés à l'annonce d'autre événement, notamment l'annonce de distribution et de changement de dividendes étudiée par Charest (1978), les introductions en bourse étudiées par Loughran & Ritter (1995), les rachats d'actions auxquels se sont intéressées Ikenberry et al (1995), les divisions d'actions analysées par Ikenberry & Ramnath (2002), etc. Dans ce même sillage, d'autres chercheurs se sont intéressés au phénomène de sous-réaction, mais en tentant d'analyser la dimension que ce dernier pouvait atteindre, compte tenu de la qualité (bonne ou mauvaise) de l'information véhiculée par l'événement annoncé. En ce sens, Krichler (2009) constate que la sous-réaction des investisseurs apparaît de manière plus accentuée lorsqu'il s'agit de l'annonce d'une mauvaise nouvelle. Ce constat vient soutenir le postulat antérieur de Swaminathan & Lee (2000) qui concluent, à la suite de leur étude portant, que le marché a tendance à refléter les mauvaises nouvelles plus progressivement que les bonnes[139].

[139] Le premier chercheur à avoir constaté l'existence d'une disparité entre la vitesse de réaction des investisseurs aux bonnes et aux mauvaises nouvelles est Charest (1978). Ce dernier observe une disproportion entre les rentabilités substantielles générées à la suite de l'annonce d'une bonne nouvelle, et celles générées à la suite de la publication d'une mauvaise nouvelle. Ainsi, il remarqua une moyenne de rentabilités anormales significativement supérieure du fait de l'annonce d'une baisse de dividende (mauvaise nouvelle).

En somme, cette seconde section qui avait pour objet la présentation et la discussion des différents biais mises en évidence à l'encontre de la théorie de l'efficience informationnelle, nous a permis de passer en revue les différentes études ayant mis en exergue les anomalies relatives aux caractéristiques financières des firmes cotées, les anomalies d'ordre calendaires (ou saisonnières), ainsi que les divers phénomènes de surréaction et de sous-réaction relatifs à la publication de nouvelles informations. Tous ces facteurs constituent pour les détracteurs de l'hypothèse de l'efficience informationnelle une insuffisance à cette théorie, qui créerait des poches d'inefficience et permettrait ainsi aux investisseurs de réaliser des rendements significativement supérieurs à la performance du marché.

Bien que les résultats des études ayant jeté la lumière sur ces biais soient pertinents, il est cependant possible de les contester. En effet, la prise en compte du risque et l'importance du montant des coûts de transaction que les investisseurs doivent supporter en adoptant des stratégies qui consistent à tirer profit de ces nombreuses anomalies, constituent deux facteurs importants permettant de nuancer les résultats obtenus. Toutefois, les partisans de la finance comportementale justifient l'existence de ces anomalies moyennant des modèles basés sur la notion de rationalité limitée des investisseurs. Ce courant de pensée fait l'objet de la section suivante.

Section 3 :

Émergence de la finance comportementale en réponse à la persistance des anomalies de l'efficience informationnelle

La détection d'anomalies sur les marchés financiers et l'apparition de poches d'inefficience est à l'origine de la remise en cause du paradigme de la finance classique. En effet, les recherches ont mis en évidence l'irrationalité de certains investisseurs lors du processus de prise de décision, ce qui donne lieu à la formation de prix (cours) qui ne reflètent pas toujours la valeur fondamentale des titres cotés. En ce sens, la finance comportementale cherche à expliquer les insuffisances du cadre théorique des postulats de la finance classique, et plus particulièrement de la théorie de l'efficience informationnelle fondée sur la rationalité du comportement des investisseurs.

Dans cette section, nous nous pencherons d'abord sur la définition et les différentes implications de la finance comportementale. Ensuite, nous nous intéresserons au contexte dans lequel a émergé ce courant de pensée à travers une brève présentation de la théorie des perspectives, les différents types de rationalité, ainsi que la théorie de l'arbitrage.

3-1- Émergence de la finance comportementale

La persistance des insuffisances de la théorie de l'efficience informationnelle des marchés financiers a alimenté le courant de pensée comportementaliste, qui vise à étudier la formation des prix sur le marché financier par les travers de la psychologie des investisseurs qui y sont présents.

3-1-1- Définition et implications de la finance comportementale

La finance comportementale est un courant de pensée qui cherche à expliquer les anomalies (citées dans la précédente section) observées sur les marchés financiers, en faisant intervenir les théories psychologiques comportementales et cognitives. Cette branche de

l'économie apparue, vers la fin des années soixante-dix[140], postule que les décisions des investisseurs peuvent être influencées par leurs émotions, ce qui se répercute inévitablement sur le marché en rendant ces décisions imprévisibles et irrationnelles.

Par opposition à la théorie de l'efficience informationnelle, la finance comportementale explique les anomalies qui apparaissent sur les marchés financiers en se référant au travers des comportements humains, et à la psychologie des investisseurs. Ce courant de pensée considère que ces derniers n'agissent pas toujours de façon rationnelle, et que leurs décisions sont soumises à des erreurs de jugement systématiques (désignés sous le nom de « biais cognitifs »), conjuguées à un ensemble de facteurs émotionnels tels que l'excès de confiance et la peur. Ainsi, selon le postulat de la finance comportementale les anomalies calendaires et les phénomènes de volatilité excessive sont dus à l'interférence de biais cognitifs lors de la prise de décision par les investisseurs, ces derniers n'étant pas totalement rationnels. Il s'agit donc *« d'abandonner les axiomes de la décision rationnelle et la thèse de l'efficience des marchés »* (Tadjeddine, 2013., p. 19), pour mettre la lumière sur les situations d'inefficience des marchés financiers.

Pour outrepasser le paradigme de la théorie financière classique, qui suppose que les marchés obéissent à des règles de rationalité pure pour donner lieu à des équilibres économiques efficaces, le courant de la finance comportementale attribue les anomalies du marché à des facteurs purement psychologiques regroupant les biais émotionnels, cognitifs et sociaux. Toutefois, l'intérêt qu'attribue ce courant de pensée aux déséquilibres engendrés par le comportement des investisseurs (tel que les phénomènes de surréaction, sous réaction, ou encore de volatilité excessive) fait d'elle une discipline très prisée par les fonds d'investissement dans la mesure où elle permet de mettre en place des stratégies permettant de détecter et de tirer profit de situations « illogiques ». En effet, la finance comportementale tente de tirer profit du comportement quelques fois irrationnel des investisseurs, qui découle des faiblesses[141] de ces deniers en tant qu'être humain, et d'en faire usage pour déduire des

[140] Ce courant de pensée est né au sein de l'« École de Chicago », a été récompensé en 2017 par le prix Nobel d'Économie décerner à Richard Thaler qui a travaillé sur les biais cognitifs des investisseurs. Cependant, le courant comportementaliste a déjà obtenu ce prix tant convoité à de maintes reprises. En 2013, il a été attribué à Robert Shiller à la suite de ses recherches sur la finance comportementale. En 2002, c'est Daniel Kahneman qui fut récompensé à la suite de son analyse approfondie portant sur les différents modes de décision du cerveau, en l'occurrence « la théorie des perspectives » (les travaux de Kahneman ont influencé Thaler). Plus loin encore, en 1978, c'est Herbert Simon qui fut récompensé après avoir démontré la rationalité limitée qui caractérisait l'*homo economicus*.

[141] L'être humain est caractérisé par un ensemble de faiblesses qui se manifestent dans son comportement lors de la prise de décision, à titre l'exemple la peur, la culpabilité, l'avidité, etc.

tendances qui seront par la suite exploitées pour dégager des bénéfices. L'application de cette stratégie jumelée avec l'utilisation des irrationalités procure aux investisseurs un horizon de placement plus important, et des rentabilités plus attractives.

Par ailleurs, les travaux qui constituent le courant de pensée comportementaliste se caractérisent par leur hétérogénéité. En ce sens, Schinckus (2009) souligne l'existence d'un point de jonction qui permet de relier l'ensemble de ces travaux hétéroclites. Selon cet auteur, trois hypothèses fondamentales ont été utilisées dans ces recherches :

- La première hypothèse est celle qui suppose l'existence de biais comportementaux découlant de la récurrence de comportements irrationnels. Ces derniers sont issus de la rationalité limitée des investisseurs, qui trouve ses origines dans leur recours à des heuristiques (routines décisionnelles) ;
- La seconde hypothèse a trait à l'environnement dans lequel sont prises les décisions. Les choix et les décisions des individus sont fortement influencés par le contexte et la situation dans laquelle se trouve la personne. En ce sens, les préférences des individus dépendent aussi bien de sa culture que de l'état du marché dans lequel il opère. Ainsi, cette hypothèse suppose que les différents phénomènes observés sur le marché découlent des inscriptions environnementales des décisions ;
- La troisième hypothèse sur laquelle s'accorde l'ensemble des travaux qui s'inscrivent dans le courant comportementaliste concerne le rejet de la théorie de l'efficience informationnelle des marchés financiers. Selon les partisans de la finance comportementale, l'hypothèse d'efficience informationnelle n'est pas vérifiée, car la rationalité des investisseurs n'est pas substantielle. De ce fait, les cours s'éloignent de la valeur fondamentale des titres et les informations ne sont ni pleinement ni instantanément reflétées.

3-1-2- Contexte d'émergence de la finance comportementale

Bien que la finance comportementale ne fût officiellement reconnue qu'en 2002 à la suite de l'attribution du prix Nobel d'Économie à Kahneman & Smith, cette branche de la finance a commencé à voir le jour bien avant. Vers la fin des années 1970, une étude menée par les psychologues Kahneman & Tversky (1979) a mis en exergue un manque de rationalité de la part des investisseurs lors de leur processus de prise de décision, ce qui biaise cette dernière. Selon l'expérience de ces deux chercheurs, un individu qui réalise un gain d'un montant de 1000 € a tendance à retirer son placement du marché de peur de perdre le gain réalisé. En

revanche, un individu ayant réalisé une perte de 1000 € a tendance à camper sur ses positions dans l'espoir de réaliser un gain qui lui permettra d'alléger la perte enregistrée, au risque de l'alourdir. Cette constatation s'explique par la théorie des perspectives.

a)- La théorie des perspectives

Formulée par Kahneman & Tversky (1979), la théorie des perspectives explique les décisions des investisseurs en se référant à leurs émotions et à la situation de perte ou de gain dans laquelle ils se trouvent. Cette théorie défend l'idée selon laquelle les individus ont des appréciations différentes des gains et des pertes. De ce fait, leurs décisions ne sont pas prises uniquement à partir des résultats et des probabilités de gains ou de pertes éventuelles, mais le processus de prise de décision est également influencé par la façon et le cadre dans lequel est présentée une situation offrant un choix.

Kahneman & Tversky (1979) proposent de scinder le processus mental de prise de décision en deux parties complémentaires, qui décrivent un modèle de choix risqué comprenant :

- Une phase d'édition : c'est une étape préliminaire, qui consiste en l'analyse, le tri et la reformulation simplifiée des perspectives et des options offertes par la situation dans le souci de rendre la phase suivante plus
- Une phase d'évaluation : qui concerne l'examen des perspectives et des options éventuelles qu'offre la situation dans laquelle se trouve l'investisseur.

Les enjeux de ces deux phases font de la théorie des perspectives un modèle permettant d'intégrer différents aspects cognitifs lors du traitement de l'information et tout au long du processus de prise de décision par l'investisseur. En ce sens, la phase d'édition permet d'intégrer une certaine subjectivité dans la mesure où l'investisseur réinterprète et reformule de façon simplifiée la situation dans laquelle il se trouve. Tandis que la phase d'évaluation justifie les décisions prises, en tenant compte de la plus grande utilité subjective qu'elles offrent à l'investisseur[142].

La théorie des perspectives repose sur l'idée de base selon laquelle les perspectives qui s'offrent à un investisseur (perte ou gain) dépendent d'un point de référence caractériel à

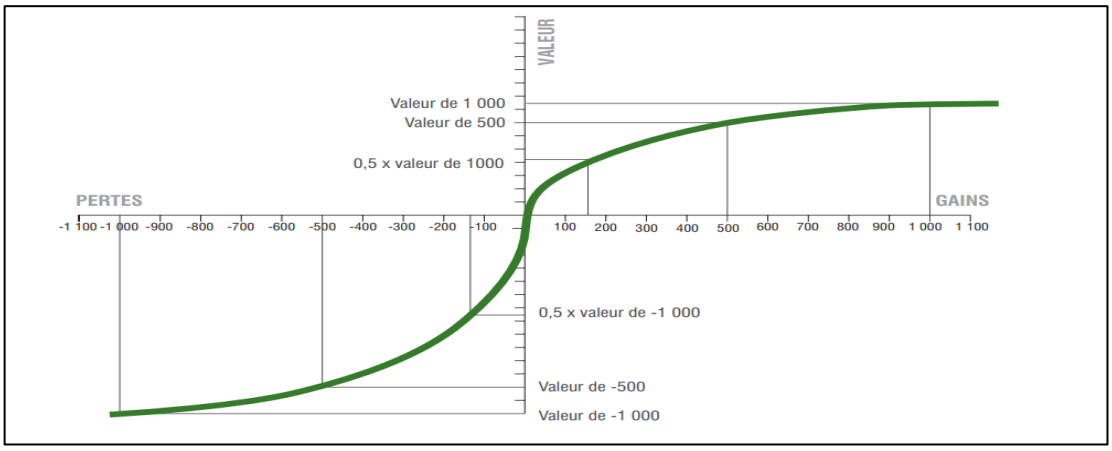
[142] Toutefois, il est important de signaler que pour calculer l'utilité subjective d'une perspective, la théorie des perspectives intègre deux fonctions (fonction de valeur subjective et fonction de pondération des probabilités), qui la différencient de la théorie de l'utilité classique (Martinez, 2010).

chaque investisseur. Ce point de référence est appelé par Kahneman & Tversky : état initial de la richesse. Pour expliquer cette notion de dépendance, les deux chercheurs font appel à un exemple qui traduit deux salaires : le premier dispose d'un salaire de 1000 €, et le second s'élève à 5000 €. Ces deux salaires bénéficient d'une augmentation de 150 € chacun. Puis ils se demandent lequel de ces deux salariés sera satisfait de son augmentation. À partir des deux salaires, qui sont considérés comme des points de référence, Kahneman & Tversky concluent qu'une augmentation de 150 € est plus importante lorsque le point de référence est de 1000 €. Ainsi, la valeur subjective qu'attribue le premier salarié à l'augmentation est plus importante que celle qu'attribue le deuxième salarié.

Par ailleurs, la théorie des perspectives suppose que les investisseurs manifestent une dépendance par rapport à la valence négative ou positive de changement envers leur point de référence initial. En ce sens, Kahneman & Tversky estiment que les investisseurs réagissent de manière plus prononcée aux pertes qu'aux gains, c'est l'aversion aux pertes. Pour illustrer ce postulat, ils donnent l'exemple de deux individus *(A)* et *(B)*, le premier trouvant une somme de 100 € et le second perdant la même somme de 100 €. Selon la théorie des perspectives, la personne *(B)* ayant perdu de l'argent exprimera un mécontentement plus important que l'enjouement ressenti par la personne *(A)* ayant trouvé de l'argent.

La Figure II.3 ci-après illustre la dépendance par rapport à l'état initial de la richesse, et l'aversion aux pertes des investisseurs.

Fig. II.2. La fonction de la valeur de la théorie des perspectives



Source : Kahneman & Tversky, 1999.

La fonction retracée dans la zone de gain de ce graphique est semblable à la fonction de l'utilité. Cependant, la courbe obtenue dans la zone de perte traduit le comportement de prise de risque des investisseurs conjugué à leur aversion pour la perte (Martinez, 2010).

La théorie des perspectives, mise en place par Kahneman & Tversky (1979) par opposition à la théorie économique de l'utilité, offre une perception différente qui explique de manière plus réaliste l'évolution du processus de prise de décision chez les individus de façon générale, et les investisseurs, de façon plus particulière.

b)- De la rationalité substantive à la rationalité limitée et procédurale

Le processus de prise de décisions par des investisseurs opérant sur les marchés financiers est un processus complexe qui dépasse le cadre de l'optimisation de l'utilité espérée, comme le revendique le postulat de l'*homoeconomicus* dans la théorie économique.

Sur le marché financier, le comportement des investisseurs est soumis à l'environnement dans lequel ils opèrent, et leurs capacités et connaissances sont limitées. De ce fait, leur comportement ne peut être optimisant, mais il s'inscrit dans une logique de satisfaction (Simon, 1955). Selon Simon (1955), les agents économiques, d'une manière générale, ne disposent pas des capacités cognitives requises, ni même des informations et du temps nécessaires pour effectuer des choix optimaux. Dès lors, ils procèdent de façon approximative pour prendre les décisions qui seraient à même d'atteindre le niveau de satisfaction qu'ils se seraient fixé. Cependant, ce modèle de rationalité limitée se heurte à la problématique de fixation du niveau de satisfaction de chaque individu. Ainsi, le modèle de Simon devient irréfutable dans le sens où *« toute solution peut […] devenir rationnelle en faisant varier le seuil de satisfaction »* (Ferriere, 2011., p. 37). Cette limite a conduit Simon à revoir sa théorie de rationalité limitée, durant les années 1970, et à s'orienter vers l'étude du processus de prise de décisions en soi. En ce sens, la rationalité procédurale suppose que la véritable rationalité ne concerne pas uniquement le niveau de satisfaction, mais elle concerne l'ensemble du processus de prise de décision. Il s'agit, par conséquent, de la rationalité de la procédure de la décision qui implique une étude détaillée du processus séquentiel suivi pour effectuer des choix et prendre des décisions[143].

[143] À ce sujet, Simon dira que *« nous ne pouvons escompter une rationalité substantive que dans les situations suffisamment simples […]. Dans toutes les autres situations, nous devons nous attendre à ce que l'esprit utilise les informations imparfaites qu'il possède, simplifie et se représente la situation comme il peut, et fasse les calculs*

Finalement, l'introduction de facteurs psychologiques et le développement de la notion de rationalité, à travers l'examen des différents biais psychologiques et cognitifs qui prennent en considération l'interprétation subjective des investisseurs et les différences dans leurs modes de perception, procurent une explication plus pertinente à la rationalité limitée des individus qui est considéré comme la pierre angulaire du courant de la finance comportementale. Cette rationalité limitée conjuguée à la théorie des perspectives développée par Kahneman & Tversky (1979) semble fournir des bases solides aux explications comportementales.

c)- L'arbitrage face à ses limites

Depuis le début des années 1980, les chercheurs dans le domaine des marchés financiers ont commencé à se référer à des modèles hétérogènes pour expliquer les croyances et les comportements des investisseurs. Cet intérêt s'est manifesté à la suite de l'obtention de résultats théoriques qui n'épousent pas la réalité des marchés financiers. Les chercheurs se sont aperçus de l'existence de deux catégories d'investisseurs : à savoir les investisseurs rationnels réputés pour prendre leurs décisions sur la base d'informations fiables et pertinentes, et une autre catégorie nommée les bruiteurs (ou les *« noise traders »*). Ces derniers se réfèrent aux récentes tendances des cours des titres pour mettre en place leurs stratégies d'investissement, et se comportent ainsi de manière totalement irrationnelle, creusant un écart important entre les cours des titres et leurs valeurs fondamentales qu'ils sont supposés de refléter.

Selon Ritter, *« la concurrence entre les investisseurs cherchant des profits anormaux fait converger les prix vers leur valeur 'correct' »* (Ritter, 2003., p. 430). En d'autres termes, les arbitragistes acquièrent les titres sous-évalués et se débarrassent des titres surévalués lorsque les *« noise traders »* créent un écart entre le cours des titres et leurs valeurs fondamentales. Cette concurrence entre arbitragistes sera à l'origine du retour des cours vers la valeur fondamentale des titres. Par conséquent, le risque lié aux bruiteurs est théoriquement nul. Or, il s'avère que l'irrationalité des investisseurs sur le marché accentue de plus en plus les

qui sont en son pouvoir. Nous ne pouvons escompter prédire ce qu'il fera dans de telles situations, à moins que nous ne sachions quelles informations il a, quelles formes de représentations il préfère et de quels algorithmes il dispose » (Simon, 1992., pp. 11-14).

erreurs d'évaluation. En effet, le pessimisme[144] et l'optimisme[145] accentués des investisseurs irrationnels engendrent des pertes importantes pour les arbitragistes dans la mesure où ils amplifient les erreurs d'évaluation que ces derniers doivent supporter.

Il ressort de ce qui a été dit que les stratégies d'arbitrages peuvent comporter des risques auxquels elles exposent les arbitragistes. Ainsi, les limites de l'arbitrage sont :

- Le risque fondamental : c'est le risque qu'une information nouvellement émise sur le marché fasse varier les cours en les orientant dans une direction non anticipée par les investisseurs. Le risque fondamental se manifeste lorsque les arbitragistes se rendent compte d'une erreur d'évaluation, et qu'ils essaient de trouver le même actif sur un autre marché, mais évalué correctement. Sinon, les arbitragistes seraient contraints de supporter le risque fondamental ;
- Le risque des bruiteurs : c'est le risque que le comportement irrationnel des investisseurs devienne incontrôlable, et écarte fortement les cours des titres de leur valeur fondamentale. Ce qui rend les actions correctrices des arbitragistes difficiles, et les expose à des risques d'évaluation plus importants. Le risque des bruiteurs est principalement dû à l'imprévisibilité du comportement des *« noise traders »* ;
- Les coûts d'implantation : les opérations d'arbitrage engendrent des coûts importants relatifs à la mise en place d'une telle stratégie. Les coûts d'implantation comprennent les commissions, les frais de prise de position à découvert (frais d'emprunt d'actifs à découvert), les écarts acheteurs-vendeurs, et les frais découlant de l'activité de recherche visant à trouver les éventuelles erreurs d'évaluation sur lesquelles les arbitragistes prendront position.

Ces limites de l'arbitrage, avérées de façon empirique, peuvent être à l'origine d'une mauvaise évaluation des titres sur le marché conduisant à l'apparition d'écarts anormaux qui perdurent. Simon & Wiggins (2001), Bessière & Kastner (2008), ainsi que Bessière & Elkemali (2012) ont démontré que les écarts entre les cours des titres et leurs valeurs fondamentales s'expliquent par les sentiments des investisseurs. Ces derniers réagissent toujours avec

[144] Lorsque les *« noise traders »* sont pessimistes par rapport à un actif donné, ceci engendre une sous-évaluation de ce dernier par le marché. Dans ce cas de figure, les investisseurs rationnels anticipent un retour des cours vers la valeur fondamentale et achètent l'actif pour empocher un gain. Or, un excès de pessimisme de la part des bruiteurs provoquera une autre baisse des cours, et occasionnera une importante perte aux arbitragistes.

[145] En revanche, l'optimisme des *« noise traders »* provoquera une surévaluation des titres, et déclenchera leur vente à découvert de la part des investisseurs rationnels. Cependant, si cet optimisme persiste les cours continueront à augmenter, ce qui occasionnera une perte pour les arbitragistes ayant vendu avant l'échéance.

optimisme avant la survenance d'un krach boursier, et manifestent un comportement pessimiste après le krach en particulier envers les firmes du secteur concerné[146].

Finalement, l'exploration des voies de la rationalité limitée des investisseurs et des limites de l'arbitrage a permis d'élucider les premières bases fondamentales du courant de pensée de la finance comportementale. L'étude approfondie des erreurs d'évaluations que les investisseurs sont susceptibles de commettre et qui remettent en cause la théorie de l'efficience informationnelle a permis d'attribuer les écarts persistants dans le temps entre les cours boursiers des titres et leur valeur fondamentale aux sentiments et aux comportements des investisseurs, développés dans le point suivant.

3-2- Les apports de la finance comportementale

La finance comportementale explique les écarts anormaux enregistrés sur les marchés financiers en les attribuant à un ensemble de biais cognitifs, émotionnels et sociaux qui caractérisent le comportement des investisseurs sur les marchés financiers. L'ensemble de ces facteurs est à l'origine de l'apparition d'anomalies de marchés, remettant en question les postulats de l'efficience informationnelle.

3-2-1- Les heuristiques comportementales

L'heuristique est un processus permettant la mise en œuvre de solutions lors de la résolution de problèmes. Selon Gardair (2007), l'heuristique peut être définie comme une *« règle de raisonnement qui conduit à une simplification du problème et permet de le résoudre rapidement, mais pas toujours correctement »* (Gardair, 2007., p. 44). En effet, la notion des comportements heuristiques telle que présentée par Kahneman & Tversky (1974) suppose que les choix faits par les individus n'épousent pas les principes édictés par la théorie de la rationalité parfaite. Ceci est dû au fait que, lors du processus de raisonnement, les individus procèdent en suivant des stratégies cognitives qui leur offrent la possibilité de gagner du temps en opérant des inférences, et en prenant des raccourcis de raisonnement.

[146] Dans leur étude relative aux biais d'optimismes et aux phénomènes de sous/sur réaction durant la bulle internet de 2001, Bessière & Kastner (2008) ont noté que les analystes financiers réagissent de façon optimiste aux informations avant l'éclatement de la bulle. De même, ils ont remarqué une réaction pessimiste de ces derniers, envers les mêmes entreprises, après la survenance du krach.

Ainsi, les heuristiques comportementales renvoient aux approximations de la pensée auxquelles les individus se réfèrent, lorsqu'ils sont amenés à prendre des décisions. Ces approximations, qui découlent de la préférence que manifestent les individus pour les méthodes simplificatrices, reposent sur un ensemble de connaissances basées sur les probabilités d'occurrence de certains événements (Lazuarni, Asri, 2019). De ce fait, les approximations de la pensée occasionnent des erreurs dans le jugement des individus qui les éloignent des choix rationnels qu'il aurait pu prendre dans une situation donnée. Il s'agit donc de biais heuristiques, qui regroupent l'ancrage, la représentativité, la disponibilité et le conservatisme.

a)- L'heuristique d'ancrage

Le biais d'ancrage, appelé également « biais de point de départ », fait référence à la difficulté qu'expriment les agents à se départir de leurs impressions antérieures, et à l'influence excessive de leur estimation d'une quantité par une quantité arbitraire indiquée lors de la formulation du problème (Hirshleifer, 2001). Selon Bassière & Kaestner (2009), le phénomène d'ancrage fait également référence à la surconfiance que ressentent les individus vis-à-vis des informations antérieures au détriment des nouvelles informations. Ainsi, ils estiment que *« l'ancrage [des individus] à une valeur passée [les] conduit à sous-estimer le poids d'une information nouvelle au profit de la valeur d'ancrage. Les nouvelles croyances sont alors insuffisamment révisées, ce qui se traduit, d'un point de vue empirique, par une sous-réaction »* (Bassière, Kaestner, 2009., p. 24).

Il ressort de ce qui a été dit que le biais d'ancrage désigne l'importance qu'accordent les individus à une valeur de base, considérée comme cadre de référence, lorsqu'ils sont amenés à prendre une décision ou à estimer une valeur dans le cadre de la résolution d'un problème donné. Pour illustrer cette heuristique liée à l'ancrage, Tversky & Kahneman (1974) ont mené une expérience qui consiste à interroger des participants sur les pays membres de l'ONU. Pour se faire, ils ont suivi trois étapes :

- Dans un premier temps, les participants procèdent au tirage aléatoire d'un nombre compris entre 1 et 100 ;
- Ensuite, ils répondent à cette question : *« selon vous, le nombre de pays africains membres de l'ONU est-il supérieur ou inférieur au nombre tiré ? »* ;
- Dans un troisième et dernier temps, ils leur demandent : *« à combien estimez-vous le nombre de pays africains membres de l'ONU ? »*.

Le résultat de cette expérience a montré que les participants ont été fortement influencés par le nombre qu'ils ont tiré aléatoirement, dans la mesure où les réponses données à la dernière question dépendaient de la valeur d'ancrage qu'ils ont tiré. En effet, la valeur médiane des estimations des participants ayant tiré le nombre 10 lors de la première étape était de 25 pays. Tandis que la valeur médiane des estimations des participants ayant tiré le chiffre 65 était de 45pays. Les conclusions de Tversky & Kahneman (1974) montrent que les individus se focalisent de manière excessive sur un point d'ancrage (qui est dans ce cas la façon avec laquelle est présentée la situation) au point où leur esprit n'arrive plus à tenir compte des probabilités de survenance d'un événement, et n'apprécie plus les nouvelles informations ou le nouveau contexte.

b)- L'heuristique de représentativité

L'heuristique de représentativité fait référence à la prédisposition des individus à se référer à un nombre d'éléments limité, pour construire leur jugement au cours du processus de prise de décision. Ainsi, les individus considèrent ces éléments comme étant suffisamment représentatifs de la réalité. Ce qui les amène à fonder leurs décisions sur des stéréotypes, plutôt que de se référer à un raisonnement logique et probabiliste qui découle d'une analyse statistique détaillée et approfondie. En effet, le processus de prise de décision s'avère quelques fois complexe pour les individus. Ce qui les pousse à prendre des raccourcis mentaux, en généralisant des situations à partir de cas particuliers (Tversky, Kahneman, 1974), et en interprétant les probabilités d'occurrence d'événements en tenant compte de leur degré de ressemblance aux événements antérieurs.

Le biais de représentativité ou de similitude repose, d'une part, sur l'hypothèse selon laquelle les individus évaluent la probabilité de survenance d'un événement ou d'un échantillon en fonction du degré de similitude qu'il peut y avoir entre les propriétés fondamentales dudit échantillon (ou événement), et sa population mère (ou l'événement antérieur). L'évaluation d'un événement s'effectue, d'autre part, en se référant à la manière par laquelle ce dernier reflète les traits caractériels du processus qui était à l'origine de son déclenchement (Tversky, Kahneman, 1974).

Sur les marchés financiers, le biais de représentativité se traduit par l'importance qu'accordent les investisseurs aux similarités qui existent entre les événements antérieurs et la probabilité de survenance d'événements futurs. Ce qui les conduit à ignorer les probabilités de base, et influe par conséquent sur la formation des cours boursiers. Dans ce sillage, Kaestner

(2004) réalise une étude dont l'objet est d'étudier l'influence que peut avoir le phénomène de représentativité sur la formation des cours boursiers. En ce sens, Kaesnter postule que *« le biais de représentativité correspond à la tendance de l'investisseur à extrapoler une information nouvellement acquise. Cette tendance est fonction des croyances antérieures. Si l'information nouvelle est de nature à confirmer des données passées, l'extrapolation se fera plus facilement, et l'impact du biais de représentativité sera accru »* (Kaestner, 2004., p. 118). Le recours aux similitudes dans le cadre du processus de prise de décision conduit les investisseurs à s'éloigner du raisonnement rationnel, et à opérer des choix qui s'opposent aux postulats de la théorie de l'efficience informationnelle des marchés financiers. Le raisonnement des investisseurs se trouve donc soumis à deux biais que distinguent Barberis & Thaler (2003) :

- Négligence à l'égard de la taille de l'échantillon : cette heuristique se manifeste lorsque les investisseurs tirent des conclusions à partir d'une quantité d'informations limitée. Ils se mettent alors à prendre comme référence des échantillons trop petits et à les généraliser sur un ensemble plus grand. Sur les marchés financiers, ce biais entraine une surréaction aux cours des actions[147] ;
- Négligence à l'égard des taux de base : cette heuristique a trait au désintérêt que manifestent les individus par rapport aux données statistiques et probabilistes relatives à l'occurrence d'un événement, ou à une situation quelconque. Ces derniers préfèrent se référer à des données faciles d'accès et qui leur sont familières, au détriment des informations pertinentes.

c)- L'heuristique de disponibilité

L'heuristique de disponibilité désigne la tendance des individus à privilégier et à fonder leur raisonnement sur des informations immédiatement disponibles. De ce fait, les individus créent des liens pour tenter de rapprocher un événement ou une situation à d'autres qui leur sont familiers. Ils s'abstiennent, ainsi, d'examiner les nouvelles informations qui pourraient leur procurer une vision plus rationnelle et pertinente de la situation. En d'autres termes, le biais de disponibilité suppose que *« les sujets [ayant recours à] cette règle heuristique évalue la probabilité d'un événement par la facilité avec laquelle des exemples ou des cas similaires [leur] viennent à l'esprit »* (Pouget, 2000., p. 105).

[147] Selon De Bondt & Thaler (1985), la négligence à l'égard de la taille d'un échantillon pousse les investisseurs à croire que la hausse constante d'un cours boursier est une manière pertinente d'évaluation de son cours futur. Ce qui entraine la surréaction des analystes financiers à la divulgation d'informations contenant les résultats positifs ou négatifs réalisés par la société émettrice.

Selon Tversky & Kahneman (1974), trois facteurs sont à l'origine de l'heuristique de disponibilité :

- Le premier facteur a trait à la motivation de l'individu. En effet, des individus peu motivés se réfèrent très souvent à des événements facilement mémorisables ;
- Le second concerne la facilité d'accès aux informations pertinentes. Ce facteur fait en sorte que les individus ne se limitent pas uniquement à des informations stéréotypées, et déjà acquises ;
- Le dernier facteur est lié à l'expérience des individus. Ces derniers ne se référant à une expérience antérieure que si elle leur procure des éléments de différenciation par rapport à d'autres expériences.

Dans le cadre des marchés financiers, l'heuristique de disponibilité se manifeste chez les investisseurs à l'occasion de l'occurrence d'événements ayant un impact important sur les cours des titres, comme l'éclatement de bulles spéculatives, la radiation d'une société, ou encore une guerre. Le poids de ces événements favorise leur remémoration, et marque les esprits des investisseurs. Ainsi, ils essaient de trouver des points de similitudes à chaque fois qu'une situation pareille se présente. Par conséquent, les décisions des investisseurs sont fortement influencées par ce genre d'événements. Plusieurs études ont démontré l'impact du biais de disponibilité sur le comportement des analystes financiers[148], d'une part, et sur la réaction des investisseurs d'autre part.

Dans le cadre de l'étude du comportement des investisseurs face à l'heuristique de disponibilité, Barber & Odean (2008) ont mis en relief l'intérêt des investisseurs envers des titres ayant capté leur attention, que ce soit à travers la production de rentabilités importante ou en ayant fait l'objet d'une médiatisation.

d)- L'heuristique de conservatisme

Le phénomène de conservatisme est un biais heuristique qui se rapporte à la dissonance cognitive des individus. Ces derniers ont tendance à surévaluer les informations qui s'inscrivent dans le cadre de leurs convictions, et à sous-évaluer les informations qui s'opposent à leurs opinions.

[148] L'étude de Ganzach (2001) témoigne de l'importance qu'accordent les analystes financiers à l'attitude globale du marché, dans la formation de leurs prévisions.

Selon Edwards (1961-1968), le conservatisme[149] se manifeste lorsque les individus perçoivent de nouvelles informations auxquelles ils n'arrivent pas à accorder autant d'importances que les anciennes. De ce fait, leur évaluation de la situation se trouve biaisée à cause de la surpondération des informations passées et de la sous-pondération des informations nouvellement émises. Un tel comportement peut apparaitre lorsque les individus manifestent une certaine aversion au changement, ou lorsque ces derniers campent sur leurs opinions et refusent d'admettre leurs erreurs (conservatisme des croyances). Sur les marchés financiers, l'heuristique de conservatisme engendre une sous-réaction aux nouvelles informations. Ce qui est à l'origine de la sous-évaluation de certains titres, et de la surévaluation d'autres.

3-2-2- Les biais émotionnels et sociaux

Selon les postulats de la finance comportementale, les biais cognitifs, ou les heuristiques comportementales, précités peuvent déclencher des pertes considérables aux investisseurs. S'en suit alors une réaction négative de ces derniers par rapport à cette décadence, qui va pousser les investisseurs à prendre des décisions et à adopter un comportement anarchique qui ne fera qu'amplifier la situation dans laquelle ils se trouvent. C'est ce que le courant de pensée comportemental considère comme biais émotionnels.

a)- Les biais émotionnels

Les biais émotionnels concernent les humeurs des investisseurs, et leurs états émotionnels qui peuvent avoir un impact sur leurs anticipations et leurs décisions.

- **L'excès de confiance**

Le biais d'excès de confiance désigne la tendance des investisseurs à surestimer leurs capacités, leurs connaissances, leurs aptitudes et leurs chances de succès. En effet, selon l'étude de Taylor & Brown (1988), les individus surévaluent leurs compétences et estiment que leur intelligence est supérieure à la moyenne. De ce fait, ils surclassent leurs opportunités de gain et leurs performances sur les marchés financiers par rapport aux autres opérateurs (Weinstein, 1980). Ainsi, les professionnels du marché manifestent un excès de confiance supérieur à celui des autres investisseurs, car ils surpondèrent la qualité des informations qu'ils détiennent, et estiment posséder des compétences meilleures que celles des autres investisseurs

[149] Le modèle de Barberis, Shleifer & Vishny (1998) résulte de l'étude simultanée de l'heuristique de représentativité et du biais de conservatisme. Ce modèle sera exposé en détail dans les pages qui suivent.

(Griffin, Tversky, 1992). En ce sens, la formation des cours boursiers s'écarte des postulats de rationalité et de l'hypothèse de l'efficience informationnelle.

D'après Odean (1998) et Odean & Gervais (2001), les investisseurs qui manifestent un excès de confiance réalisent des volumes de transaction plus importants que ceux des investisseurs rationnels, tout en générant des rentabilités inférieures à celles de ces derniers. Dès lors, l'excès de confiance sur les marchés financiers favorise et accentue leur volatilité en particulier lorsque les investisseurs arrivent à réaliser d'importantes séries de rendements positifs[150].

- **Les biais affectifs**

Les biais affectifs, appelés également « heuristique d'affectivité », désignent les erreurs de jugement qui peuvent se produire durant le processus de raisonnement ou d'évaluation d'une situation, à la suite de l'influence des états affectifs des individus. Ce qui résulte de l'interférence des émotions avec le jugement moral. Cette interférence est d'autant plus prononcée lorsque les individus détiennent des informations fondamentales qui font défaut.

Sur les marchés financiers, l'heuristique d'affectivité peut être à l'origine d'erreurs d'anticipation des investisseurs lorsque les états affectifs et émotionnels de ces derniers influent sur leurs décisions financières. En effet, une bonne humeur générale sur le marché inciterait les investisseurs à agir de manière plus optimiste. Ce qui se traduit par un comportement qui a tendance à surestimer les rentabilités espérées et à sous-évaluer les risques. Selon Benartzi, Kahneman & Thaler (1999), les biais affectifs seraient engendrés par les croyances des investisseurs. Ainsi, leur étude a démontré que l'optimisme des investisseurs les poussait à se focaliser beaucoup plus sur leurs éventuels gains, plutôt que de songer aux pertes qu'ils pourraient subir à la suite d'une opération.

L'étude des biais affectifs a permis, entre autres, d'expliquer certaines des anomalies de la théorie de l'efficience informationnelle. En ce sens, les anomalies liées aux phénomènes météorologiques s'expliquent selon les postulats de la finance comportementale par la qualité de l'environnement dans lequel les investisseurs sont tenus de prendre leurs décisions. De ce fait, les belles journées ensoleillées créent une bonne humeur chez les investisseurs favorisant ainsi l'évaluation positive des rendements, ce qui les incite à acheter

[150] Les investisseurs qui obtiennent des séries de rendements positifs ressentent un excès de confiance supérieur à ceux qui réalisent des séries de rendements négatifs. De ce fait, ils investissent davantage et prennent plus de risques (Odean, 1998).

des actifs financiers. Concernant l'effet weekend, l'approche comportementale justifie les rendements élevés du dernier jour de la semaine par la perspective réjouissante de la fin d'une semaine de travail. Les investisseurs seraient, par conséquent, plus enclins à acheter étant donné leur bonne humeur (l'inverse se produit en début de semaine).

- **L'effet d'autruche**

Selon le courant de pensée comportemental, les investisseurs sur les marchés financiers sont soumis à un autre biais émotionnel désigné sous l'appellation « effet d'autruche ». Cette heuristique se traduit par la préférence des investisseurs à fuir les informations qui ne s'inscrivent pas dans le cadre de leurs opinions, et qui contredisent leur choix au détriment des informations qui renforcent leurs choix déjà construits. En d'autres termes, les investisseurs ont tendance à ignorer les informations qui sont source de stress en raison de leur incompatibilité avec leurs convictions. L'effet d'autruche consiste, donc, à éviter les critiques négatives et les informations déplaisantes afin de ne pas remettre en cause ses propres intuitions relatives à un actif donné.

Cette heuristique s'oppose aux postulats de la théorie de l'efficience informationnelle des marchés financiers, qui suppose que les investisseurs intègrent toute l'information pertinente disponible lors de la prise de décisions.

b)- Les biais sociaux et le mimétisme

Aux côtés des biais émotionnels, viennent se greffer des biais sociaux qui exercent une influence aussi considérable sur le processus de prise de décision. Les biais sociaux désignent le fait d'être influencé par les décisions de la société, et à s'appuyer sur des informations dont les investisseurs ne peuvent vérifier ni la source ni la pertinence pour orienter leurs placements. De plus, le facteur culturel et l'origine d'un investisseur peuvent constituer des biais d'ordre social et culturel, incitant ce dernier à orienter ses choix vers les actifs des entreprises dont les principes épousent les siens.

Le **mimétisme** désigne le comportement moutonnier des investisseurs sur le marché financier, qui les pousse à reproduire les agissements des autres investisseurs sans aucune justification d'ordre financier ou informationnel. Jondeau (2001), définis ce phénomène comme étant *« un ensemble de comportements individuels présentant des corrélations. Toutefois, de nombreux investisseurs peuvent être amenés à acheter les mêmes titres pour la simple raison que, agissant en toute indépendance, ils ont reçu des informations corrélées. Par conséquent,*

la notion de mimétisme suppose une prise de décision à la fois systématique et erronée de la part d'un groupe. Intuitivement, un investisseur agit par mimétisme quand il est prêt à effectuer un placement donné en ignorant les décisions des autres investisseurs, mais qu'il change d'avis lorsqu'il constate que ces derniers ont renoncé à ce placement » (Jondeau, 2001., p. 86).

Sur les marchés financiers, les comportements mimétiques sont à l'origine des bulles spéculatives et des krachs boursiers. En effet, la divulgation d'une information contenant une mauvaise nouvelle entraine, aussitôt, un mouvement de panique qui engendre la chute des cours des actifs concernés. Dès lors, ce mouvement est amplifié par le mimétisme de certains investisseurs qui cherchent à imiter le comportement de leurs pairs[151], ce qui engendre une situation d'euphorie ou de berne sur les marchés financiers. Cependant, le mimétisme des investisseurs s'inscrit dans trois logiques distinctes :

- Le mimétisme normatif : lorsque les investisseurs cherchent à se conformer ;
- Le mimétisme informationnel : les investisseurs imitent les autres en pensant qu'ils détiennent de meilleures informations ;
- Le mimétisme autoréférentiel : les investisseurs, influencés par le comportement de la majorité, tentent de l'imiter.

En plus de ces trois catégories, il y a lieu de distinguer deux types de comportements mimétiques : le mimétisme fallacieux, et le mimétisme intentionnel. Tandis que le premier type a lieu de façon indépendante, lorsque les investisseurs opèrent des choix identiques sur la base de mêmes informations. Le mimétisme intentionnel quant à lui se produit lorsque les investisseurs s'imitent entre eux de manière intentionnelle.

Selon la littérature financière, les comportements mimétiques apparaissent beaucoup plus sur les marchés financiers émergents. Kim & Wei (1999) se sont intéressés au comportement des investisseurs[152] sur le marché des actions de la bourse coréenne. Le résultat de cette étude montre que les investisseurs non-résidents en Corée adoptent un comportement mimétique plus souvent que les résidents. Ceci s'explique par la non-accessibilité et la rareté de l'information. De ce fait, les non-résidents se contentent d'imiter les résidents pensant que leur présence sur place leur procure un accès à l'information. De plus, Kim & Wei (1999)

[151] Imiter les autres investisseurs sur le marché financier apporte une certaine assurance, et diminue le stress et la peur d'afficher une contre-performance, à la suite d'un investissement ou à une opération risquée. Ce biais psychologique permet d'expliquer la hausse non justifiée des titres, qui alimente les bulles spéculatives.

[152] Pour mener à bien leur étude, Kim & Wei (1999) ont classé les investisseurs en fonction de leur nationalité, leur lieu de résidence, et leur catégorie (particulier ou institutionnel).

concluent que les investisseurs individuels sont plus enclins à adopter un comportement mimétique que les investisseurs institutionnels, pensant que ces derniers disposent d'informations plus pertinentes. Ainsi, les imiter leur permettrait d'en profiter gratuitement. D'autres études se sont penchées sur la question du mimétisme chez les gestionnaires de fonds et les analystes financiers. En ce sens, l'étude de Lakonishok, Shleifer & Vishny (1992) montre que les gestionnaires de fonds sont enclins à imiter la stratégie adoptée par le plus performant d'entre eux[153]. Toutefois, ils mettent l'accent sur le fait que ce comportement mimétique ne concerne que les actions de petite capitalisation boursière.

Selon Froot, Scharfstein & Stein (1992) et Scharfstein & Stein (1990), le comportement mimétique chez les gestionnaires de fonds s'explique par la corrélation positive de leurs stratégies d'investissement, qui découlent du même contenu informatif auquel ils ont accès. De plus, ces professionnels du marché qui disposent d'une importante notoriété sont constamment en concurrence. De ce fait, suivre et imiter la stratégie des bons gestionnaires leur procure une certaine confiance, dans la mesure où ça réduit leur anxiété de devoir être seule à afficher des performances négatives.

En plus des heuristiques comportementales et des biais émotionnels et sociaux, les investisseurs expriment certaines préférences en matière de risque, notamment l'aversion aux pertes et l'aversion au regret. Ces préférences peuvent biaiser leurs décisions d'investissement et les écarter des postulats de la théorie de l'efficience informationnelle en les amenant à miser sur des titres sans aucune justification financière.

3-3- Les explications fournies par la finance comportementale aux phénomènes de sur- et sous-réaction

Fama & French (1993) ont tenté d'expliquer, à travers le modèle à trois facteurs, les rentabilités des stratégies de surréaction et *« momentum »* par les risques auxquels sont exposés les investisseurs lors de leur intervention sur le marché financier. Toutefois, la persistance des rentabilités de ces stratégies demeure inexpliquée. En ce sens, les paradigmes de la finance comportementale attribuent les phénomènes de surréaction et de sous-réaction aux biais cognitifs des investisseurs, qui interviennent lors du processus de prise de décision pour altérer

[153] Cette stratégie est appelée *« follow the leader »*.

l'interprétation de l'information. À travers ces modèles comportementaux[154], les partisans du courant de pensée comportementale tentent de réconcilier entre les phénomènes de surréaction et de sous-réaction à l'information, en portant un intérêt particulier sur l'impact de l'arrivée de nouvelles informations sur l'élaboration des anticipations des investisseurs.

3-3-1- L'explication de Barberis, Shleifer & Vishny (1998)

Le modèle fourni par Barberis, Shleifer & Vishny (1998) explique les phénomènes de surréaction et de sous-réaction, en se basant sur deux heuristiques comportementales mises en évidence par Kahnman & Tversky (1974). Selon cette modélisation, les biais d'ancrage et de représentativité seraient à l'origine de la sous-réaction et de la surréaction des investisseurs aux informations.

Les auteurs supposent que l'heuristique d'ancrage serait à la base de la sous-réaction des investisseurs aux informations. Ces derniers, sous l'effet de leur lenteur à modifier leurs croyances lors de l'arrivée d'une nouvelle information, réviseraient leurs anticipations très lentement ce qui donne lieu à des réactions insignifiantes et modestes. Ceci se traduit par l'ajustement progressif des cours boursiers afin d'intégrer la nouvelle information parvenue sur le marché, contrairement à l'ajustement immédiat prévu par la théorie de l'efficience informationnelle. Pour donner plus de rigueur et de précision à leur explication, Barberis, Shleifer & Vishny (1998) proposent la modélisation suivante :

$$E(r_{t+1}/z_t = G) > E(r_{t+1}/z_t = B)$$

Ceci revient à dire que la rentabilité moyenne réalisée après l'arrivée d'une bonne nouvelle sur le marché $(z_t = G)$, est supérieure à la rentabilité moyenne réalisée à la suite de l'annonce d'une mauvaise nouvelle $(z_t = B)$. Ainsi, la sous-réaction des investisseurs est engendrée par la non-intégration instantanée de toutes les informations divulguées sur le marché à l'instant *(t)*. Ce qui se traduit par le réajustement des cours boursiers à une période ultérieure, notée *(t+1)*.

Concernant le phénomène de surréaction, Barberis, Shleifer & Vishny (1998) l'attribuent à l'heuristique de représentativité. Selon ces auteurs, la surréaction des investisseurs se produit lorsque l'arrivée d'une série de bonnes nouvelles engendre une rentabilité espérée inférieure à celle provenant de l'annonce d'une série de mauvaises nouvelles. Cela étant

[154] À savoir les modèles théoriques comportementaux proposés par : Barberis, Shleifer & Vishny (1998), Daniel, Hirshleifer & Subrahmanyam (1998), et Hong & Stein (1999).

principalement dû à la propension des investisseurs à considérer certains événements comme étant représentatifs de la réalité.

D'un point de vue empirique, le phénomène de surréaction se manifeste, d'après Barberis, Shleifer & Vishny (1998), en suivant la formalisation suivante :

$$E\left(r_{t+1}/z_t = G, z_{t-1} = G, \dots, z_{t-j} = G\right) < E\left(r_{t+1}/z_t = B, z_{t-1} = B, \dots, z_{t-j} = B\right)$$

Sachant que *(j)* est, au moins, égale à 1.

Cette équation signifie que les investisseurs ont tendance à ressentir un excès d'optimisme à la suite de l'annonce d'une série de bonnes nouvelles. De ce fait, ils fondent leurs croyances futures sur la base de stéréotypes positifs et estiment que les prochains événements auront les mêmes conséquences positives. Il y a, donc, une surréaction à l'information due à l'extrapolation de cette dernière, et qui peut être à l'origine d'une hausse importante du niveau des prix des actifs financiers. Cependant, l'annonce d'une série de mauvaises nouvelles aura comme conséquence la rectification de la surévaluation initiale des investisseurs, à travers l'engendrement de rentabilités dont le signe s'inscrit dans le sens opposé de celui des rentabilités découlant de la réaction initiale des investisseurs.

3-3-2- L'explication de Daniel, Hirshleifer & Subrahmanyam (1998)

Le modèle proposé par Daniel, Hirshleifer & Subrahmanyam (1998) repose sur deux biais psychologiques qui caractérisent deux catégories d'investisseurs présents sur le marché financier. Il s'agit, d'une part, de l'excès de confiance qui est à l'origine de la surestimation des informations que les investisseurs collectent eux-mêmes, ce qui les conduit à baiser leurs comportements en filtrant les informations afin de conserver leur confiance. D'autre part, Daniel, Hirshleifer & Subrahmanyam (1998) identifient le biais d'autoattribution qui suggère que les individus ont tendance à attribuer leurs succès à des causes internes et à des aspects personnels, ce qui leur permet de préserver l'estime qu'ils avaient d'eux-mêmes. En revanche, les individus attribuent leurs échecs à des causes et des influences externes[155].

Dans l'explication fournie par Daniel, Hirshleifer & Subrahmanyam (1998), deux catégories d'investisseurs sont prises en compte. La première concerne les investisseurs

[155] La finance comportementale qualifie cette approche d'autoattribution par « biais de complaisance ». En effet, les comportements futurs des individus peuvent être biaisés à cause de la complaisance que ces derniers manifestent envers eux-mêmes. De ce fait, ils s'estiment meilleurs par rapport aux autres sous l'effet d'attribution.

informés et qui ont accès à des informations privées. La seconde catégorie a trait aux investisseurs inexpérimentés et qui ne détiennent que les informations publiquement disponibles. Ainsi, la première catégorie manifeste un excès de confiance à l'occasion de la perception d'une information privée. Ce qui engendre une surréaction de ces derniers, dû à la surestimation de la qualité de l'information dont ils disposent. Or, une fois le signal de l'information répandu sur le marché financier, la surréaction initialement engendrée par la première catégorie d'investisseurs se modifie progressivement et les cours se corrigent graduellement. En d'autres termes, Daniel, Hirshleifer & Subrahmanyam (1998) supposent que les investisseurs sous-réagissent aux informations publiques dans un premier temps. Par la suite, la tendance des prix à court terme se stabilise. Le biais d'autoattribution quant à lui, accentue l'excès de confiance dans la mesure où ce sentiment s'accroit pour les investisseurs ayant réalisé un succès sur le marché financier, à la suite d'une prise de position réalisée sur la base d'informations privées. Cette situation est interprétée comme une affirmation de l'information privée. En revanche, une opération qui se solde par un échec se traduit par l'infirmation de l'information privée sur la base de laquelle la décision d'investissement a été prise. Dans ce contexte, l'investisseur remet en cause la pertinence et la précision de ces informations, ce qui le rend par conséquent moins confiant.

Daniel, Hirshleifer & Subrahmanyam (1998), expliquent dans leur modèle le phénomène de surréaction à long terme et celui de sous-réaction sur le court terme à travers des biais comportementaux relatifs à l'excès de confiance des investisseurs informés, et à l'effet d'autoattribution qui caractérisent les individus de manière générale, et les investisseurs plus particulièrement.

3-3-3- L'explication de Hong & Stein (1999)

Dans le souci de réconcilier les phénomènes de sous-réaction et de surréaction, Hong et Stein (1999) ont adopté une approche différente de celles utilisées par Barberis, Shleifer & Vishny (1998) et Daniel, Hirshleifer & Subrahmanyam (1998). En effet, le modèle de Hong et Stein (1999) ne repose pas sur des biais cognitifs comme les précédents, mais il est fondé sur le principe d'hétérogénéité des investisseurs d'une part, et l'hypothèse de diffusion graduelle de l'information publique sur les marchés financiers.

Hong et Stein (1999) distinguent deux catégories d'investisseurs qui interagissent sur le marché, et les classifient en fonction de leur rationalité limitée. La première catégorie concerne les investisseurs informés, à savoir les *« newswatchers »*, dont les décisions sont

prises en se référant aux données fondamentales de la société émettrice. La seconde catégorie se rapporte aux investisseurs qui établissent leurs choix d'investissement en fonction des évolutions récentes des cours. Cette catégorie est désignée sous le nom de *« momentum traders »*, en raison de leur tempérament à suivre les *« newswatchers »*. À partir de cette classification, les deux auteurs supposent que le phénomène de sous-réaction est engendré par la lenteur de l'ajustement des cours à l'information privée détenue par les *« newswatchers »*, qui ne se réfèrent en aucun cas aux informations contenues dans les séries historiques des cours boursiers. En revanche, l'interaction de la deuxième catégorie permet d'éliminer partiellement la sous-réaction initialement créée par les *« newswatchers »*, à travers son exploitation pour des fins d'arbitrage. En ce sens, les *« momentum traders »* sont à l'origine d'un phénomène de surréaction dû à l'exploitation de la sous-réaction initiale et à l'excessivité de l'effet *« momentum »*.

D'après l'explication de Hong & Stein (1999), fondée sur l'hypothèse sous-jacente de diffusion graduelle de l'information publique, deux catégories d'investisseurs interagissent sur le marché financier pour créer en alternance des phénomènes de sous-réaction et de surréaction.

3-3-4- La réaction de Fama face aux explications comportementales

La publication de travaux qui tentent de justifier les anomalies de la théorie de l'efficience informationnelle par des explications comportementales a suscité les réactions des partisans de ladite théorie, notamment son fondateur Eugène Fama. En effet, à la suite de la parution des modèles comportementaux précités, Fama (1998) effectue un examen critique des modèles proposés par Barberis, Shleifer & Vishny (1998) et Daniel, Hirshleifer & Subrahmanyam (1998).

À la suite de l'analyse du modèle de Barberis, Shleifer & Vishny (1998), Fama (1998) décèle quelques insuffisances, notamment l'incapacité du modèle à appréhender les prévisions de l'inversion des rentabilités à long terme pour l'ensemble des événements[156]. De ce fait, Fama (1998) estime que le retour à la moyenne des rentabilités boursières sur le long terme n'est que le résultat du hasard. Néanmoins, il reconnait que cette première modélisation

[156] À titre d'exemple les opérations de fusion (Asquith, 1983), la distribution et la suppression de dividendes (Michealy, et al., 1995), les opérations de rachat d'actions (Ikenberry, et al., 1996), ainsi que les augmentations de capital et les introductions en bourse (Mitchell, Stafford, 2000).

fondée sur des explications comportementales présente une description plus convaincante des événements que le modèle essaye d'analyser.

Concernant le modèle proposé par Daniel, Hirshleifer & Subrahmanyam (1998), celui-ci se propose d'étudier un nombre limité d'événements ayant pour objectif de tirer parti de la surévaluation ou sous-évaluation d'un actif particulier, et agirait comme signal d'alerte sur le marché pour ramener les prix à leur juste valeur en résorbant l'écart causé par la surévaluation ou la sous-évaluation. Fama (1998) remarque alors que les cours boursiers ne réagissent pas suffisamment aux périodes d'annonce des événements, en raison de la surpondération de leurs propres prévisions par rapport à la véritable valeur du titre en question.

Fama (1998) conclut que les tentatives d'explication comportementales de la formation des cours boursiers n'ont, finalement, pas pu modéliser les phénomènes de surréaction et de sous-réaction en même temps. Tandis que le recours au modèle de marché offre une alternative qui permet d'étudier les deux phénomènes simultanément, qui ne sont finalement que le fruit du hasard. Fama (1998) évoque, encore une fois, les problèmes d'ordre méthodologique qui seraient à l'origine de la divergence des résultats obtenus dans chacune des études. En effet, chaque approche méthodologique recourt à un mode de pondération déterminé, s'intéresse à la mesure d'une performance particulière, et est fondée sur des perspectives temporelles précises.

À travers cette section, nous avons examiné le courant de pensée comportemental depuis son émergence jusqu'à l'apparition des modèles qui avaient pour objectifs d'apporter des réponses à la persistance des anomalies détectées dans la théorie de l'efficience informationnelle. La finance comportementale s'est, donc, proposé de donner des explications aux divers phénomènes qui se produisent sur les marchés financiers en faisant appel aux heuristiques comportementales et aux biais émotionnels et sociaux qui caractérisent le comportement des investisseurs, et qui interviennent au cours du processus de prise de décision.

Les trois modèles présentés (Barberis, Shleifer & Vishny (1998), Daniel, Hirshleifer & Subrahmanyam (1998) et Hong et Stein (1999))[157], en dépit de la dissemblance des hypothèses sur lesquelles ils reposent, sont à l'origine de la réconciliation des phénomènes de surréaction et de sous-réaction des investisseurs à l'information.

[157] Nous nous sommes limités à ces trois modèles, car à notre connaissance, ils sont les seuls à étudier les deux phénomènes simultanément (de sur- et sous-réaction) en essayant de les réconcilier.

Conclusion au deuxième chapitre

Nous avons parcouru, dans ce second chapitre, les différentes étapes qui ont marqué l'évolution de la théorie de l'efficience informationnelle des marchés financiers, depuis l'apparition de ses premières contestations jusqu'à l'émergence de la finance comportementale. Ainsi, nous avons réexaminé la classification proposée par Fama (1970-1991) axée sur une typologie permettant de canaliser les différentes études en trois tests empiriques (les tests de prévision des rendements pour la forme faible, les tests d'étude événementielle pour la forme semi-forte, et les tests d'information privée pour la forme forte). Cette catégorisation graduelle correspond à des approches différentes permettant de tester l'hypothèse d'efficience, tout en spécifiant les démarches propres à chaque forme. La plupart des tests empiriques réalisés ont pu aboutir à une validation totale ou partielle de la théorie de l'efficience.

Toutefois, certaines études empiriques ont mis en évidence des anomalies relatives aux tests des trois formes. De ce fait, nous nous sommes intéressés, à travers ce chapitre, aux différents biais détectés sur les marchés financiers. À ce titre, nous avons évoqué quelques anomalies relatives aux caractéristiques financières des sociétés émettrices, des anomalies relatives aux phénomènes saisonniers (telles que l'effet fin de semaine, fin de mois, ou encore fin d'année), et météorologiques. De plus, nous avons porté une attention particulière aux deux phénomènes de sur- et sous-réaction, ainsi que l'impact de certains événements sur le fonctionnement efficient des marchés.

À la suite de cela, nous avons abordé l'approche prônée par les partisans du courant de pensée comportemental qui considèrent les limitations cognitives des investisseurs, l'influence des émotions dans le processus de prise de décision, ainsi que l'impact des interactions sociales sur l'orientation des choix de placement individuels. En ce sens, nous avons abordé les différentes heuristiques et les biais émotionnels et sociaux qui influent sur le comportement des individus. Par ailleurs, nous nous sommes penchés sur les différentes explications fournies par la finance comportementale à travers l'étude des trois modèles permettant de réconcilier les phénomènes de surréaction et de sous-réaction.

Finalement, il apparait que l'émergence de la finance comportementale a fortement contribué à l'apparition d'un nouveau paradigme remettant en cause les postulats de la théorie de l'efficience informationnelle. Selon ce paradigme, la rationalité des investisseurs est limitée par des heuristiques comportementales et des erreurs de jugement, biaisant ainsi leurs choix

d'investissement. Ce qui constitue un bouleversement dans les hypothèses sur lesquelles est fondée la théorie de l'efficience informationnelle.

La pertinence des visions développées par la finance comportementale, qui représente un courant de pensée plus humain permettant d'identifier les comportements biaisés, nous a poussés à maintenir une approche comportementale dans l'analyse de l'efficience informationnelle de notre échantillon d'étude. Cette approche se manifeste à travers nos hypothèses de recherche et notre démarche méthodologique.

Chapitre III

Efficience informationnelle, volatilité et notion de volatilité normale

« Although size and book to market equity seem like ad hoc variables for explaining average stock returns, we have reason to expect that they proxy for common risk factors in returns »

Eugène Fama, Common risk factors in the returns on stocks and bonds , 1993, p. 7.

Introduction au troisième chapitre

Dans les deux précédents chapitres, nous avons analysé de façon très approfondie les différents aspects de la théorie de l'efficience informationnelle des marchés financiers, en passant en revue ses fondements théoriques, ses tests empiriques ainsi que les multiples biais qui lui ont été assignés. Trois notions dominantes interactives ont retenu notre attention dans la construction de cette théorie notamment, la notion de volatilité boursière, de rentabilité et celle de valeur fondamentale. Ces trois concepts représentent, dans le cadre de notre travail, les notions clés sur lesquelles nous avons bâti nos trois hypothèses de recherche. C'est pourquoi il est fondamental de les explorer et de les développer de manière détaillée.

Le présent chapitre, à travers ses trois sections, approfondit la triade des notions culminantes précitées. En ce sens, dans la première section sera étudié le concept de volatilité boursière en se penchant sur les divers aspects que recèle cet élément essentiel dans l'étude des marchés financiers et la vérification de l'hypothèse d'efficience informationnelle. Ainsi, et après avoir présenté la notion de volatilité boursière (Knight, 1921) en référence à l'incertitude (Gilles, 1992., Cornelle, 1981) et au risque (Dudler. 1988., Kwiecinski 1991, cité par Gilles. 1992), nous examinerons ses différents aspects et propriétés statistiques, ses facteurs déterminants ainsi que ses types. Nous nous intéresserons également à la transmission et aux clusters de volatilité, point déterminant dans la poursuite de notre étude et la mise en place de notre modèle de mesure de l'efficience informationnelle.

Dans la deuxième section, une attention particulière sera portée au rapport qui existe entre la volatilité, la rentabilité et le risque. De ce fait, la volatilité sera examinée à travers la rentabilité et ses différents faits stylisés. De même, elle sera analysée en tant que proxy du risque compte tenu de son importante dans l'appréciation et l'évaluation de ce dernier. Enfin, les différents prototypes de la modélisation de la volatilité seront succinctement présentés.

Dans la troisième section, une analyse conceptuelle sera effectuée autour de la notion très controversée de valeur fondamentale. Dans ce sillage, nous proposons un jeu de bascule entre la valeur fondamentale et une notion d'équilibre du marché financier. À cet effet et dans le souci de justifier notre choix conceptuel, nous exposons tout d'abord la notion de valeur fondamentale, les multiples approches d'évaluation financière dans laquelle elle s'inscrit ainsi que les outils qui permettent de la calculer. Par la suite, nous argumentons les raisons du rejet de notre première hypothèse fondée sur ladite valeur fondamentale, avant de justifier pourquoi

nous nous sommes positionnés dans un contexte d'équilibre du marché défini par une « volatilité normale » calculée à partir des rentabilités boursières.

Pour ce faire, ce troisième chapitre sera scindé en trois sections.

- **Section 1 :** Le concept de volatilité boursière
- **Section 2 :** Volatilité, rentabilité et risque : formalisation
- **Section 3 :** Valeur fondamentale ou notion de volatilité normale

Section 1 :

Le concept de volatilité boursière

La volatilité est un concept central en finance permettant la mesure du risque de marché et par ricochet l'estimation du *« return »* par unité de risque. De ce fait, la volatilité est mise à profit aussi bien en gestion de risques qu'en gestion de portefeuille en termes d'allocation optimale d'actifs.

Cette section, à travers une analyse approfondie du concept de volatilité, vise à baliser le terrain pour l'étude empirique des données collectées. Ainsi, après avoir défini la volatilité et l'évolution qu'a connue ce concept, nous nous intéresserons à ses différents aspects, ainsi qu'aux divers facteurs d'ordre structurel et conjoncturel qui la déterminent.

1-1- Définition et historique de la volatilité

L'utilisation du concept de volatilité s'est vue accentuée depuis la parution de l'ouvrage de Knight (1921). Ce dernier établit une frontière entre ce qu'il caractérise de risque mesurable et de risque non mesurable. Le premier pouvant être estimé en se référant aux fluctuations éventuelles des cours des titres sur le marché. Tandis que le second fait référence aux fluctuations non prévisibles, et donc à l'incertitude. C'est ainsi que le concept de volatilité devint crucial en finance en introduisant une distinction entre le prévisible, le probable et l'incertain.

1-1-1- Définition du concept de volatilité

Par définition, le terme « volatilité » désigne la propension d'un titre à s'écarter de sa moyenne historique et son degré de dépendance par rapport aux fluctuations générales observées sur le marché. Il s'agit, en d'autres termes, d'une mesure statistique permettant d'estimer la variation du cours d'un actif financier en se référant à une période plus ou moins espacée. La volatilité d'un actif se réfère à la quantité d'incertitude ou de risque vis-à-vis de la taille du changement dans la valeur d'un titre. La volatilité est une méthode décisive de mesure et d'évaluation du degré de risque d'un actif financier. En effet, une forte volatilité reflète une

variation importante du cours du titre en question sur une période bien déterminée. Ainsi, tout investissement dans cet actif est considéré comme comportant un risque élevé, car en dépit de l'importance de son rendement financier à court terme, l'espérance de gain ou de perte demeure considérable. À l'inverse, les actifs à faible volatilité sont caractérisés par un risque très faible du fait qu'il y ait une certaine certitude dans le remboursement du titre[158].

La volatilité peut donc être considérée comme source de risque, mais aussi d'opportunité. D'un point de vue psychologique, plus la volatilité est importante, plus il est difficile pour un investisseur d'agir de manière rationnelle et de contrôler ses émotions. En ce sens, la volatilité est source de risque. De surcroit, lorsque l'horizon de placement est cout, une forte volatilité augmente la possibilité de perte considérable. En revanche, lorsque l'horizon de placement est plus long, la volatilité offre aux investisseurs l'opportunité d'acheter plus bas et de vendre plus haut. Toutefois, plus l'horizon de placement est long, plus les investisseurs sont exposés aux bruits du marché.

Originellement, le calcul mathématique de la volatilité s'effectuait uniquement sur la base de l'écart-type de la rentabilité, ou bien à travers l'estimation des mouvements de cours d'un actif par rapport aux mouvements obtenus de la mesure des mouvements de son indice sous-jacent. Actuellement, plusieurs autres méthodes de mesure de la volatilité ont vu le jour.

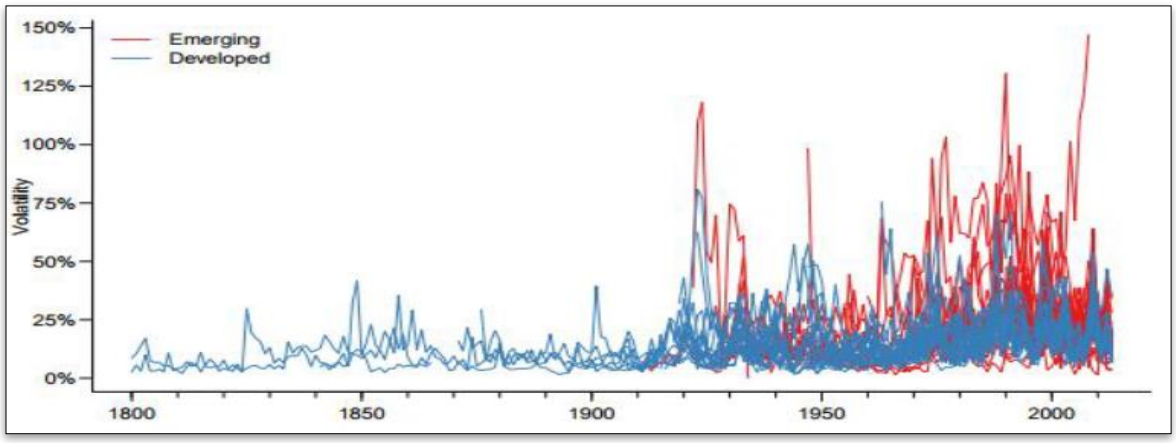
La volatilité est également un concept utilisé pour désigner les oscillations qui caractérisent les fluctuations des cours boursiers d'une manière générale. En ce sens, la volatilité est du ressort de tous les horizons (court, moyen et long), et ne se préoccupe que de l'amplitude des variations indépendamment du sens des mouvements. Dans ce sillage, les marchés ayant une très faible volatilité se caractérisent par des fluctuations de prix moins soudaines, ce qui n'est autre que le reflet de leur stabilité. En revanche, les marchés à forte volatilité connaissent des mouvements de prix plus brusques et imprévus, en plus d'une agilité extrême des prix associée à l'importance du volume de transactions.

1-1-2- Évolution de la volatilité et augmentation des volumes de transaction

D'un point de vue historique, la volatilité a connu des périodes de hausse et de baisse comme le montre la Figure III.1 ci-dessous, qui distingue la volatilité des pays développés et émergents.

[158] Le cas des obligations et des Bons de Trésor, par exemple.

Fig. III.1. Évolution de la volatilité sur les principaux marchés financiers développés et émergents



Source : Danielsson, Valenzuela, Zer (2016).

Comme nous pouvons le constater à travers ce graphique, qui retrace l'évolution de la volatilité depuis 1800 en pourcentage, celle-ci était à son plus faible niveau durant la période allant de 1800 à 1913[159]. Puis à partir de 1930, elle commença à évoluer de manière plus forte et brusque, et atteignit régulièrement des volatilités anormales (en 1930, puis durant la période allant des années 1980 jusqu'à 2010). L'analyse de la volatilité représentée dans le graphique montre qu'après une importante hausse survenue durant la fin des années 90, la volatilité a connu une stabilisation momentanée à un niveau très haut. Par la suite, vers le début des années 2000, une importante hausse fut enregistrée. Le graphique illustre, entre autres, l'importance des mouvements de volatilité dans les pays émergents par rapport aux pays développés.

Au cours de ces vingt dernières années, le volume des échanges sur le marché financier a remarquablement augmenté. Cet accroissement des quantités de titres achetés et vendus a creusé un écart important entre le mouvement des échanges réalisés durant notre époque contemporaine, comparativement aux périodes antérieures. Ainsi, l'augmentation des volumes de transaction contribue à l'apparition d'un milieu plus favorable à la volatilité.

Selon une étude réalisée par Avouyi-Dovi et al (1997) portant sur la mesure de l'influence de plusieurs types de déterminants[160] des principaux indices boursiers du G5 à partir

[159] Danielsson et al (2016) qualifient cette période de la période avant l'intronisation de l'étalon-or.
[160] Les auteurs se sont intéressés, dans leur papier, à l'examen de l'influence de plusieurs déterminants des principaux indices boursiers du G5 (à savoir le Dow Jones, le CAC40, le DAX, le Nikkei, le FT-100), notamment les mécanismes de contagion internationale, les interactions entre rendement et volatilité ainsi que l'impact des volumes de transaction.

de données quotidiennes sur la période 1988-1995, la prise en compte du volume de transaction pose un problème du fait de l'endogénéité de ce dernier vis-à-vis de la volatilité. Pour contourner cette difficulté, les séries des volumes de transactions sont filtrées afin d'obtenir une décomposition entre volume anticipé et non anticipé. Cette étape préalable de décomposition du volume se fait en quatre temps. Tout d'abord, il s'agit d'extraire les effets systématiques du volume de transaction[161]. Ensuite, la partie non systématique de ce dernier est décomposée en volume anticipé et non anticipé (Avouyi-Dovi, et al., 1997). Par la suite, la variable rendement est introduite afin d'admettre les interactions entre le rendement et le volume. Ainsi, pour expliquer le caractère endogène du volume à l'égard de l'évolution des rendements, Gallant et al (1992) ont mis en exergue la corrélation existante entre la volatilité passée et le volume de transaction. Enfin, la décomposition du volume de transaction en partie anticipée et non anticipée tient compte d'une réaction différenciée des investisseurs par rapport à la qualité des informations contenues dans le volume, relativement au fait que ces informations soient anticipées ou non anticipées.

Le résultat de l'étude menée par Avouyi-Dovi et al (1997) a mis en évidence l'impact du volume de transaction sur la volatilité des cours boursiers des principaux indices du G5. De ce fait, le volume de transactions exerce un effet significativement positif sur la volatilité, et tous les indices boursiers ayant fait l'objet de leur étude (à l'exception du CAC40) se sont avérés sensibles à l'évolution du volume de transaction et en subissent l'effet volume. Pour donner plus de précision, Avouyi-Dovi et al (1997) ont détaillé cet effet à travers la décomposition entre volume anticipé et non anticipé. En ce sens, c'est particulièrement le volume non anticipé qui exerce un impact positif sur la volatilité des cours. En outre, les auteurs concluent que les résultats de l'influence du volume non anticipé sur la volatilité sont proportionnellement similaires à ceux du volume non décomposé.

1-2- Les clusters et la transmission de la volatilité

Mandelbrot (1963) a noté, à la suite de l'observation de l'évolution des rentabilités des actifs financiers et des indices boursiers, que les variations importantes ont tendance à être suivies par des variations d'importance similaire. En revanche, les petites variations ont

[161] Les effets systématiques font référence aux tendances déterministes ainsi qu'aux effets jours de la semaine et jours fériés.

tendance à être suivies par de faibles variations. Cette caractéristique inhérente à l'observation des graphiques de volatilité est désignée sous le concept de regroupement de la volatilité. Par ailleurs, la volatilité, qui évolue à travers le temps, se caractérise par des pics orientés aussi bien vers le haut que vers le bas, et des chocs qui ont lieu lorsqu'un régime plus ou moins stable subi soudainement un changement radical orienté, soit vers une augmentation en flèche ou une chute vertigineuse vers le bas (Agnihotri, 2014).

Le regroupement de la volatilité par grappes est généralement dû à l'une des particularités qui se manifeste lors de l'étude des séries financières, et qui correspond à l'apparition de phénomènes d'accumulation de la volatilité *« volatility clustering »*. Autrement dit, le regroupement de la volatilité par grappes, ou les fortes périodes de variation des cours trouve ses origines dans les corrélations des séries financières. D'un point de vue empirique, le regroupement de la volatilité se manifeste à travers les rentabilités boursières. En effet, l'analyse de ces dernières montre l'absence de toute corrélation entre les rentabilités des actifs financiers, tandis que l'examen des rentabilités absolues met en évidence une relation de corrélation, et fait apparaître une fonction d'autocorrélation positive significative. Ce postulat a été appuyé par de nombreuses études, dont les travaux fondateurs sont ceux de Granger & Ding (1993-1996) portant sur la dépendance des séries chronologiques de la volatilité sur le court terme, et sur le long terme nous citons les travaux de Granger, Ding & Engel (1993).

Pour rendre compte des propriétés de regroupement de la volatilité, les processus de type ARCH, à titre d'exemple le modèle ARCH-M, permettent de procéder à une mesure du risque tout en considérant sa variation dans le temps, d'une part. D'autre part, les extensions du modèle ARCH permettent de déterminer la rentabilité d'un titre ou d'un portefeuille tout en intégrant la variation du risque en fonction du temps. Cette propriété est possible grâce à la variance conditionnelle du processus ARCH-M, qui intervient ici autant que variable explicative du calcul de la moyenne.

Par ailleurs, dans l'analyse des séries financières de haute fréquence, ce sont les processus GARCH qui permettent de modéliser le regroupement de la volatilité (Howard, 2012) notamment, à travers son extension GJR-GARCH. En effet, les paramètres estimés dans

l'équation de la variance conditionnelle permettent d'intercepter la persistance des chocs de volatilité[162] (Bensafta, Semedo, 2011).

Dans ce même ordre d'idées, et indépendamment des postulats de la théorie de l'efficience informationnelle, l'analyse des mouvements de volatilité entre les marchés financiers à l'échelle internationale a montré la présence de transmission de la volatilité entre ces différents marchés. En effet, l'étude des phénomènes de transmission en variance[163] a montré l'existence d'une relation entre les rendements boursiers moyens des différentes places financières internationales. De plus, l'analyse des relations entre les marchés financiers a démontré qu'en période de crise[164], des effets de contagions sont observables. D'une part, à l'échelle internationale, ces effets sont justifiés par les interdépendances entre le marché américain, considéré comme une place de référence, et les autres marchés notamment le marché anglais, français et japonais. D'autre part, les effets de contagions s'expliquent par les co-mouvements des marchés émergents. En outre, la globalisation financière et l'intégration internationale imposent aux marchés financiers la double contrainte du prix unitaire et la présence de facteurs communs à toutes les places financières (Bensafta, Semedo, 2011). L'étude de ces différents aspects des crises financières, qui sont apparues dans des pays différents et dont les éléments déclencheurs ne sont pas les mêmes, a mis en exergue l'importance de l'impact des crises financières sur le comportement des investisseurs et des gestionnaires de portefeuille face à l'occurrence d'événements et de risques imprévus.

Selon Engel et al (1990), qui décrivent la transmission de la volatilité comme une pluie de météorites[165], la dépendance en variance constatée dans leur étude ainsi que les co-mouvements des marchés financiers ne sont que le reflet de l'inefficience de ces derniers. Ceci s'explique par le fait que les variations de la volatilité accompagnent la diffusion de nouvelles

[162] La persistance, dans l'extension GJR-GARCH, renvoie à l'effet cumulé des chocs de la volatilité et est noté : $\varphi_j = \sum_{i=1}^{p}(\alpha_{ij} + 1/2\gamma_{ij}) + \sum_{k}^{q}\beta_{kj}$. Par ailleurs, la persistance des chocs peut être analysée à travers la notion de demi-vie « *half-life* » des chocs de volatilité, qui permet d'estimer la durée pendant laquelle un choc réduirait de moitié la volatilité (Bensafta, Semedo, 2011).

[163] Nous citons les travaux de Ng. 2000, Granger & Al. 2000, Chakrabarti & Roll. 2002, etc.

[164] La plupart des travaux concernant l'étude des relations entre les marchés ont porté sur l'examen de l'effet de contagion en période de crise, en particulier lors du krach boursier américain de 1987, la bulle internet de 2001 et la crise des « *subprimes* » de 2007. À titre illustratif, nous pouvons citer Forbes & Rigobon (2002), Pericoli & Sbarcia (2003), McAleer & Nam (2005), Bensafta & Semedo (2009).

[165] Dans le cadre de l'étude de la transmission de la volatilité sur le marché de change américain et japonais, Engel et al (1990) procèdent au test des hypothèses « *heat waves* » et « *meteor shower* » en ayant recours à une modélisation correspondant aux processus VAR et GARCH. L'hypothèse « *heat waves* » suppose l'existence d'une autocorrélation de la volatilité à l'échelle locale. En revanche, l'hypothèse alternative « *meteor shower* » suppose la transmission de la volatilité entre différents marchés. Au terme de leur étude, Engel et al (1990) obtiennent des résultats qui soutiennent l'hypothèse de la transmission de la volatilité sur les marchés de change.

informations, ce qui permet aux investisseurs de faire des prévisions quant au risque et à l'évolution future des cours des titres. Dès lors, la sensibilité des marchés financiers aux informations et aux aléas de l'environnement apparaît sur le plan empirique comme une dépendance en variance. Ce résultat remet en cause l'hypothèse de l'efficience informationnelle, étant donné qu'il met l'accent sur les informations contenues aussi bien dans les prix des actifs que dans les variations de la volatilité desdits prix.

La théorie de l'efficience informationnelle des marchés financiers suppose que les prix reflètent instantanément et pleinement les informations disponibles. En ce sens, le marché devrait produire des estimations correctes, et les cours ne devraient, en théorie, jamais s'écarter considérablement de la valeur fondamentale des actifs. En d'autres termes, l'évolution de la volatilité des taux de rentabilités boursières ne devrait pas dépasser une certaine marge raisonnable. Or, les travaux fondateurs de Schiller (1981), et de Leroy & Porter (1981) fondés sur l'application des tests des bornes de variance, ont détecté une importante volatilité des cours boursiers qui ne peut être justifiée par la variation des dividendes[166] (Schiller, 1981), et qui dépasse largement la borne appropriée dans le cas des actions cotées sur le marché américain[167].

D'un point de vue théorique et dans un contexte de marché efficient, la valeur des cours boursiers ne devrait pas s'écarter considérablement de celle de la valeur fondamentale. Dans le cas contraire, un phénomène de volatilité excessive se manifesterait à travers une bulle spéculative, un krach boursier ou une crise. Par définition, une bulle spéculative se manifeste lorsque les prix des actifs cotés s'éloignent d'une manière considérable et durable de la trajectoire des valeurs fondamentales, conduisant à l'apparition et à l'amplification de la divergence entre ces deux paramètres (prix et valeur fondamentale). Par ailleurs, l'autre facteur qui contribue à l'amplification des bulles spéculatives est l'euphorie des investisseurs et les phénomènes moutonniers, qui nourrissent ces écarts jusqu'à occasionner un krach boursier qui se matérialise par l'éclatement de la bulle à travers l'effondrement des cours. Dès lors, la contagion aux autres marchés et aux autres secteurs engendre une crise. Ce processus témoigne de la fragilité des fondements de la théorie de l'efficience informationnelle lorsque nous essayons de la transposer à la réalité des marchés financiers. Toutefois, les partisans de

[166] La variation excessive de la volatilité des cours constatée dans l'article de Schiller (1981), ne trouve pas ses origines dans une variation équivalente de la valeur fondamentale. Ainsi, l'analyse de l'évolution des taux de rendement des cours boursiers montre l'existence d'une volatilité excessive par rapport aux fondamentaux économiques, ce qui remet en cause les postulats de la théorie de l'efficience informationnelle.

[167] D'autres travaux sont venus appuyer les résultats des études précitées en constatant une volatilité excessive, notamment Mankiew, Romer & Shapiro (1985), Campbell & Shiller (1987), et West (1988). Néanmoins, Marsh & Merton (1986) et Kleidon (1986) ont réfuté ces résultats à la suite de leurs travaux.

l'efficience justifient ces failles comme étant des accidents momentanés, et décrivent les bulles spéculatives comme l'exception qui confirme la règle (Malkiel, 2003). Cependant, les néoclassiques, adeptes immodérés de l'efficience, demeurent non convaincus de la pertinence du phénomène de bulles spéculatives. Car d'un point de vue empirique, ils révoquent en doute l'identification des bulles[168], et établissent la théorie de bulles rationnelles pour approuver leur point de vue. Cette théorie, qui s'inscrit dans le contexte de l'efficience informationnelle des marchés, est fondée sur la rationalité du comportement des agents même en cas d'apparition de bulle. Ces derniers seraient enclins à se procurer des actifs à des prix supérieurs à leurs valeurs fondamentales à partir du moment où ils considèrent que d'autres agents seraient prêts à débourser plus pour acquérir le même actif, dans le futur. Ainsi, l'augmentation de la demande des premiers agents alimenterait la croissance des cours, et formerait des bulles qui sont parfaitement rationnelles, étant donné que ces agents ont conscience de la surévaluation des actifs, mais leurs anticipations les poussent à prévoir le prolongement du mouvement spéculatif. Ceci correspond incontestablement aux postulats de la théorie des anticipations rationnelles.

De ce fait, et partant du principe que la théorie de l'efficience informationnelle ne conçoit la crise et l'excès de volatilité que comme le produit d'une irrationalité passagère, nous tenterons dans les prochaines sections de mesurer l'efficience des marchés à travers l'analyse de la volatilité de leurs indices de référence.

1-3- Aspects et propriétés statistiques de la volatilité

De nos jours, le concept de volatilité occupe une place prépondérante en finance de marché. C'est une notion clé qui intervient dans la gestion de risque, la diversification de portefeuille, ainsi que l'évaluation des prix des produits dérivés à l'exemple des options et des warrants. Plusieurs aspects et propriétés statistiques caractérisent la volatilité.

1-3-1- Les aspects de la volatilité

La volatilité des actions se caractérise par un certain nombre d'aspects tel que la symétrie par rapport au cours moyen de l'action. En effet, la volatilité des cours des actions est

[168] À propos de la crise de la tulipe en Hollande (1634-1637), Garber (2007) avance que cette dernière n'est pas due à une bulle spéculative, mais à phénomène de spéculation qu'il décrit comme étant *« un passe-temps d'hiver insignifiant, joué autour d'une table par des agents hantés par la peste qui essayent de se distraire en pariant sur un marché de la tulipe en pleine effervescence »* (Garber, 2007).

symétrique relativement au cours moyen (Ma, et al., 2018, Mahamat, 2017, Tauchen, Zhou, 2011., Prokopczuk, et al.,2016). Les actions qui connaissent une certaine stabilité réagissent d'une manière moins brutale aux annonces de nouvelles informations. Ainsi, deux types de stabilité sont à distinguer : la stabilité à un niveau de cours bas « stable bas », et la stabilité à un niveau de cours haut « stable haut ». Dans le premier cas de figure, le cours de l'action subit une variation moins brusque à la suite de l'arrivée d'une mauvaise nouvelle sur marché, comparativement à sa variation à la hausse lors de l'annonce d'une bonne nouvelle. En revanche, lorsque l'action se caractérise par une stabilité à un niveau de cours haut, sa variation à la hausse en cas de bonne nouvelle sera moins forte que sa variation à la baisse en cas de mauvaise nouvelle (Gouard, et al., 2003., Coulon, 2009).

Compte tenu des aspects précités, la volatilité permet aux investisseurs[169] de dégager des profits importants en calquant leurs opérations sur les fluctuations des cours des titres de façon instantanée et sur de très courtes périodes (minute ou seconde). Toutefois, la volatilité est très souvent entourée d'un important risque de perte. Pour y remédier, les investisseurs mettent en place une stratégie préventive, qui intervient avant l'ouverture de leur position sur le marché, et qui consiste à accommoder le niveau de volatilité du titre aux profits qu'ils souhaiteraient générer[170]. Cependant, cette stratégie n'est pas toujours efficace, car, comme le postule la théorie de l'efficience, rien n'est prévisible sur le marché étant donné qu'à n'importe quel instant une nouvelle information peut venir altérer l'évolution du cours d'un titre habituellement très peu volatile. Néanmoins, la mise en place ce type de stratégie qui tient compte de l'aversion au risque, les investisseurs profitent des périodes de forte et de faible volatilité qui caractérisent l'ensemble des marchés financiers. Ces derniers exercent une influence considérable sur la volatilité des titres qui y sont cotés, dans la mesure où les marchés euphoriques et à très forte activité augmentent la flexibilité des titres, contrairement aux marchés ternes et à faible activité.

1-3-2- Les propriétés statistiques de la volatilité

La volatilité est un phénomène caractérisé par plusieurs propriétés d'ordre statistique.

[169] En particulier ceux qui opèrent sur les produits dérivés, et adoptent une stratégie d'investissement de court terme en clôturant l'intégralité de leurs positions avant la fermeture du marché. Ces investisseurs sont couramment appelés les *« Day traders »*.

[170] Dans l'élaboration de leur stratégie d'investissement, les investisseurs tiennent compte de la volatilité du titre considéré. En effet, le type de risque souhaité est lié au niveau de volatilité, car les investisseurs n'ayant pas ou ayant peu d'aversion au risque (ils préfèrent une rentabilité faible à un risque élevé) porteraient leur choix sur des titres plus volatiles.

- La volatilité est autocorrélée, et elle varie dans le temps (Karmakar, 2005., Joldes, 2019). Par conséquent, les prix sont caractérisés par leur hétéroscédasticité, et la volatilité passée peut être à l'origine de la volatilité future. Ceci est dû au fait que les graphes de volatilité ayant fait l'objet d'études empiriques ont montré l'existence de concentration de pics de volatilité ainsi que de volatilité très faible, à certains endroits ;
- La volatilité est caractérisée par une asymétrie (Ning, et al., 2015). Cette propriété apparait dans les études empiriques et se manifeste par le fait que la volatilité a tendance à augmenter à la suite des chocs négatifs. En d'autres termes, les chocs négatifs ont plus de conséquences sur la volatilité comparativement aux chocs positifs de même amplitude ;
- En termes d'évolution de la volatilité, une certaine redondance dans la puissance des chocs a été observée. Ainsi, les petits chocs de volatilité sont suivis par d'autres petits chocs, et inversement. Ce phénomène est désigné sous le nom de regroupement de volatilité ;
- L'autre propriété de la volatilité est sa transmissibilité, observée de façon empirique entre les différents rendements boursiers moyens des marchés financiers. Engel et al (1990) décrivent la transmission de la volatilité en distinguant deux effets différents : l'effet de vague de chaleur et l'effet de pluie de météorites. L'effet de vague de chaleur stipule que la volatilité provient des pays qui font l'objet de l'étude. Tandis que l'effet de pluie de météorites postule que la source de la volatilité n'est autre qu'une transmission entre différents pays et différents marchés. Cette hypothèse soutient que cette dépendance en variance reflète l'imperfection des marchés financiers, et offre ainsi la possibilité de mettre en place des stratégies d'investissement qui tiennent compte du niveau de risque pour dégager une rentabilité anormale. La très forte interdépendance en variance entre les marchés est, par conséquent, due au fait qu'il y ait d'importantes masses d'informations contenues dans la volatilité des prix des actifs financiers cotés[171] (Kyle, 1985).

La transmission internationale de la volatilité est due, principalement, à deux facteurs : les relations entre les marchés financiers marquées par les effets de contagion, et l'intégration internationale véhiculée par les mouvements de libéralisation et de globalisation financière (Bensafta, Gervasio, 2011). D'une part, durant les périodes de turbulence financière, les chocs

[171] Selon Ross (1989) et Engel et al (1990), l'évolution de la dynamique de la volatilité des cours boursiers est engendrée par l'arrivée ou la diffusion de nouvelles informations sur le marché. Ainsi, les cours évoluent en fonction de la qualité de ces informations nouvellement émises.

et les déséquilibres se propagent d'un marché à un autre, conduisant à l'apparition d'une certaine similitude dans l'évolution de la volatilité des prix des actifs sur des marchés géographiquement regroupés ou dispersés. Les études ayant été réalisées sur l'effet de contagion ont montré que les « crises financières, de nature et de source géographique différentes, se sont manifestées avec des conséquences profondes sur le comportement privé des agents, en matière de gestion de portefeuille face à des risques imprévus ayant des temporalités non anticipées » (Bensafta, Gervasio, 2011., pp. 278-279). D'autre part, l'intégration internationale entre les marchés se justifie par le fait qu'ils évoluent dans des contextes caractérisés par l'existence de facteurs communs, ainsi que le prix du risque qui est identique sur tous les marchés. L'ensemble de ces facteurs communs contribue à l'interdépendance des marchés et à la transmission des mouvements de volatilité.

1-4- Les facteurs déterminants de la volatilité

La volatilité que connaissent les cours boursiers, en particulier depuis qu'ils ont commencé à enregistrer une tendance haussière vers les années 1997, est le résultat de l'interaction d'une multitude de facteurs structurels et conjoncturels que nous proposons d'analyser dans ce qui suit.

1-4-1- Les facteurs structurels

La volatilité peut être expliquée à travers trois facteurs d'ordre structurel, à savoir : la rentabilité, l'effet de levier et le ratio PER.

a)- La rentabilité

La rentabilité d'un actif financier est en relation étroite avec sa volatilité. En effet, la notion de volatilité renvoie au caractère aléatoire des prix ou de la rentabilité future des actifs qui ne cesse d'évoluer vers la hausse ou vers la baisse à travers le temps. Ainsi, la rentabilité et la volatilité évoluent de façon aléatoire, mais de manière proportionnelle. Car plus le risque du titre considéré est élevé, plus son espérance de gain ou sa rentabilité future est importante (Coulon, 2009).

Pour une société cotée, le cours de ses titres est rattaché aussi bien au bénéfice qu'elle dégage, qu'à la valeur de ses dividendes. D'une part, le cours de toute action dépend du bénéfice que la société distribue à ses actionnaires sous forme de dividende. Une relation positive existe

entre le bénéfice et le cours d'un titre. Celle-ci se justifie par le fait que les investisseurs, avant d'arrêter leur choix d'investissement, s'intéressent toujours aux flux de bénéfices sur la base desquels ils s'orientent vers des projets ayant un potentiel qui leur permettraient de dégager le plus de bénéfice. La valeur de toute action est, donc, liée au bénéfice qu'elle dégagera[172]. D'autre part, les cours des actifs dépendent, également, du dividende que la société distribue à ses actionnaires. En effet, le cours de toute action englobe un montant qui correspond à la somme du dividende qui sera distribué. Ainsi, une fois la répartition des dividendes effectuée, le cours de l'action subit une baisse équivalente au montant du dividende par action. De ce fait, la distribution de dividendes a un impact négatif sur les fluctuations des cours boursiers[173]. Cependant, plusieurs désaccords, et pas des moindres, sont à signaler notamment dans le modèle de Gordon & Shapiro (1956-1959) qui postule que les dividendes distribués sont des variables déterminantes de la valeur des actions en bourse sur le court terme. De ce fait, un taux de croissance du dividende élevé, véhiculé par l'importance de ce dernier, a pour conséquence un accroissement de la valeur boursière de l'action.

Il ressort de ce qui a été dit qu'une relation existe entre la rentabilité d'une entreprise (plus particulièrement son bénéfice et son dividende) et les fluctuations des cours boursiers. Autrement dit, la rentabilité des entreprises est un facteur déterminant de la volatilité dans la mesure où il existe une relation de corrélation entre l'évolution de la valeur des cours des actions et le bénéfice généré par l'entreprise, ainsi que le taux de dividende distribué.

b)- L'effet de levier

Le levier financier de l'entreprise (dettes/capitaux propres) désigne la différence entre la rentabilité des capitaux propres et la rentabilité économique, et est obtenu à travers la soustraction du coût de la dette de cette dernière.

Black (1976) et Christie (1982), ont mentionné l'existence d'une relation entre le levier financier et la volatilité du titre en question. L'explication fournie est que l'augmentation du risque financier et donc du levier, véhiculé par l'occurrence de déclins en bourse, conduit à

[172] L'existence d'une relation positive entre le cours d'une action et son bénéfice a été démontrée à travers une étude empirique réalisée par Murphy (1986) (Prat, 1982., p. 63), portant sur 200 entreprises américaines cotées. Les résultats obtenus par Murphy témoignent de l'existence d'une corrélation positive entre la croissance des cours de ces sociétés et le bénéfice qu'elles dégagent.

[173] À la suite d'une étude portant sur plus de 40 sociétés cotées sur la bourse de Paris, Chenut (1980) démontre l'existence d'une relation négative entre l'évolution des cours des entreprises et la répartition de dividendes qu'elles effectuent sur leurs actionnaires.

l'augmentation de la rentabilité espérée sur les titres et par conséquent à l'augmentation du cours boursier et de la volatilité de ce dernier.

c)- Le ratio PER

Le PER est un indicateur qui permet de mesurer la corrélation entre les bénéfices et le cours d'une action[174]. Pour analyser l'impact du PER sur la rentabilité, deux situations sont à distinguer : le premier impact se manifeste lorsque nous considérons le PER comme un outil permettant d'estimer la capitalisation boursière d'un actif coté. Dans cette première situation, le PER nous renseigne sur l'effet de la variation du bénéfice en faisant ressortir le nombre de fois dans lesquelles le bénéfice a été incorporé dans le cours. Partant du principe que, dans ce cas de figure, le PER est calculé sur la base d'un bénéfice net d'impôts, il nous donne une estimation sur la richesse qu'un actionnaire empoche au cours d'une année. En conséquence, la hausse du bénéfice par action engendre une baisse du PER, et inversement. Ce qui revient à dire que les titres à fort PER, dégagent des performances inférieures à l'indice de marché. Tandis que les actions qui disposent d'un faible PER, arrivent à réaliser des performances qui dépassent largement celles réalisées par l'indice de marché[175]. Le second impact du PER sur la volatilité se manifeste lorsqu'il définit comme un outil permettant d'évaluer et de faire ressortir la valeur d'une action. En ce sens, une relation positive existe entre le PER et ladite valeur de l'action. Ce qui revient à dire que plus le PER est important, plus la valeur de l'action est élevée. Les deux situations précitées exposent l'influence du PER sur la volatilité des titres.

Dans leur article, Fama & French (1992), ont confirmé cette proposition en imputant l'essentiel des variations des cours boursiers au PER (et au ratio de capitalisation boursière sur actif net), contrairement au postulat du MEDAF qui les assignait au coefficient Bêta du modèle de Markowitz.

1-4-2- Les facteurs conjoncturels

En plus des facteurs structurels relatifs aux caractéristiques intrinsèques du titre en question, d'autres facteurs externes relatifs à la conjoncture économique influent sur la volatilité.

[174] Pour plus de détail sur la notion de PER, voir Chapitre I, section 2.
[175] Ce postulat fut démontré par Basu (1977), réalisée sur 700 sociétés du NYSE. Cette étude affirme que les investisseurs qui réalisent une performance supérieure à celle d'une gestion indicielle passive, sont ceux qui acquièrent des titres à faible PER.

a)- L'inflation

L'inflation est un facteur conjoncturel dont le rôle est parfois paradoxal sur l'évolution des cours sur le marché financier. En effet, certaines études soulignent l'existence d'une relation étroite entre les fluctuations des cours et l'inflation, alors que d'autres études renient la présence de ce type de relations.

À la suite de l'analyse de l'évolution des cours sur le marché américain, Lintner (1972) démontre que, pendant les périodes de déflation, l'évolution des cours des actions subit une baisse qui peut être la même en période d'inflation. Ce qui met en exergue l'existence d'une relation de corrélation entre les taux de variation annuelle des prix de gros et ceux de l'indice général des cours en bourse. Fisher, quant à lui, met en évidence la relation de la rentabilité nominale des actions et des différentes composantes de l'inflation. Ainsi, l'identité de Fisher suppose que cette rentabilité nominale correspond au montant de l'inflation anticipé et du taux réel de la rentabilité de l'action. Ceci se justifie par le fait que les entreprises cotées tiennent compte de l'inflation dans leurs prix de vente et dans la valorisation de leurs actifs réels. Ainsi, en situation d'inflation, les cours boursiers s'orientent vers la hausse. Or, sur le court terme, les entreprises n'ont pas toujours la faculté de réagir rapidement à l'inflation en réajustant de manière efficace et correcte leurs prix et leurs marges. Par conséquent, l'inflation serait un facteur qui influe négativement sur les cours des actions.

Toutefois, certaines études ont plaidé contre la relation défendue par l'identité de Fisher, notamment celle de Fama (1981) pour qui la relation négative entre le taux nominal de rentabilité des actions et l'inflation proviendrait de l'impact négatif qu'engendre l'inflation sur l'activité économique réelle. Selon l'hypothèse dite proxy de Fama, la prise en considération d'une variable relevant de l'activité économique réelle en situation d'inflation, telle que la croissance du PIB et la production industrielle dans les régressions, engendrerait des résultats identiques à ceux obtenus par l'identité de Fisher. Cependant, un modèle alternatif de causalité inversé a été proposé par Geske & Roll (1982), et dans lequel les deux auteurs supposent que c'est la rentabilité des actions qui pourraient avoir des effets sur l'inflation. Par ailleurs, d'autres facteurs sont pris en compte pour expliquer ce lien de causalité inversé, à l'exemple de la politique fiscale.

L'inflation est, donc, l'un des facteurs conjoncturels qui a un impact sur la volatilité dans la mesure où l'exploitation de la relation entre l'inflation et le taux nominal de rentabilité

des actions offriraient une certaine protection contre l'inflation, du fait que l'évolution des prix des actions est un indicateur pertinent permettant d'anticiper l'inflation.

b)- Le taux d'intérêt

Variable de référence dans la détermination de la valeur fondamentale des actions, le taux d'intérêt est un facteur dont l'impact est très important sur l'évolution des cours boursiers, car toute variation des taux d'intérêt se répercute sur les fluctuations des titres cotés. De plus, la baisse des taux d'intérêt a tendance à orienter l'épargne vers des placements sur le marché financier, qui offre une rémunération plus intéressante pour les épargnants, comparativement à celle qu'ils obtiendraient en plaçant leur épargne dans des comptes de dépôts.

Selon l'explication fournie par Aglietta (2001), une relation indirecte existerait entre le cours des titres cotés et le taux d'intérêt pratiqué sur le marché monétaire. Le cours des actifs financiers est influencé par le volume de crédit disponible, qui est lui-même le résultat de la variation des taux d'intérêt indiquée dans la politique monétaire ayant pour objet la stabilité des prix. En d'autres termes, la baisse du volume des crédits induite par l'augmentation du taux d'intérêt a pour conséquence la baisse des investissements sur le marché financier, et par conséquent la décote des cours des actifs.

Cependant, la relation directe entre le cours des actifs financiers et le taux d'intérêt apporte une autre explication. En effet, la valeur d'un actif financier à l'instant *(t)* résulte de l'actualisation du taux d'intérêt de l'instant *(t)*, et des flux monétaires futurs générés. De ce fait, toute augmentation du taux d'intérêt se traduirait par une baisse de la valeur de l'actif en question, et vis-versa.

c)- Les crises

Les événements économiques d'envergure sont des facteurs conjoncturels qui influent sur la volatilité en perturbant l'évolution des cours boursiers. D'après l'étude de Schwert (1989), portant sur la Grande Dépression de 1929-1939 aux États-Unis, la volatilité des cours des actions a atteint des niveaux deux à trois fois plus importants que sa valeur moyenne en situation de stabilité.

En plus des crises, d'autres facteurs conjoncturels relatifs à l'environnement économique, mais aussi à la situation politique, au cadre réglementaire, ou encore aux phénomènes naturels sont susceptibles d'influencer la volatilité des cours en agissant sur la dynamique et les pics de

cette dernière. Par ailleurs, l'occurrence de certains événements nationaux et internationaux favorise la très forte volatilité des marchés financiers, ce qui indique que l'intégration joue un rôle prépondérant dans la volatilité (Rizvi, et al., 2018., p. 144).

d)- L'apparition des marchés dérivés

L'impact de l'apparition des marchés dérivés sur la volatilité est un sujet très controversé, qui suscite de vives réactions au sein de la communauté universitaire. En effet, dès le début des années 1970-1980 les innovations financières, dont les produits dérivés, ont provoqué d'importantes inquiétudes quant à leur impact sur la volatilité. Toutefois, les études empiriques ayant été réalisées dans ce sens ont plaidé contre le fait que les produits dérivés favorisent la volatilité des marchés financiers (Dynan, et al., 2006., Jermann, Quadrini, 2006., Kleidon, Whaley, 1992) et ce même s'ils sont source d'instabilité qui est due au fait qu'ils favorisent l'augmentation de l'incertitude ainsi que l'ampleur et la fréquence des risques extrêmes, ce qui accroit la probabilité d'occurrence de risque systémique (Capelle-Blancard, 2009).

En dépit des résultats négatifs obtenus par les études précitées, l'interrogation relative au possible accroissement de la volatilité excessive découlant des produits dérivés, demeure récurrente, car même si les marchés dérivés ne créent pas la volatilité[176], mais ils sont un moyen de la répandre sur les marchés. Les études économétriques réalisées dans ce sens montrent que l'effet déstabilisateur induit par l'augmentation de la spéculation à travers les marchés à terme se manifeste lors de la présence de certains investisseurs qui détiennent une information imparfaite, ce qui conduit les autres investisseurs à surréagir à ce qu'ils considèrent comme étant des informations privées, déstabilisant ainsi le marché (Stein, 1987). Newberry (1987) attribue cet effet déstabilisant au fait que les marchés dérivés poussent les investisseurs à opter pour les stratégies les plus risquées, ce qui conduit à une augmentation de la volatilité. En revanche, selon Guesnerie & Rochet (1993), en dépit des aptitudes stabilisatrices des marchés à terme[177], il est très difficile, voire impossible d'atteindre l'équilibre à cause des effets d'apprentissage engendrés par la difficulté d'anticiper le comportement des autres investisseurs.

[176] Toutefois, les possibilités que les marchés dérivés soient créateurs de volatilités ne sont guère négligeables si l'on tient compte des caractéristiques de ces derniers notamment, le fait qu'ils favorisent la rapidité des transactions, qu'ils portent sur des contrats futurs standardisés, qu'ils soient organisés autour d'une chambre de compensation permettant d'échanger à toute heure et de réagir immédiatement aux nouvelles informations.
[177] Sur les marchés à terme, les prix sont moins volatils à l'équilibre (Guesnerie, Rochet, 1993).

Ces équilibres peuvent apparaître de façon artificielle (*'Sunspot Equilibrium'*) lors de l'utilisation d'options (Bowman, Faust, 1997).

Sur les marchés boursiers, les études empiriques (Cao, Wartz, 2007., Chakravarty, et al., 2004) montrent globalement que l'introduction de produits dérivés n'occasionne pas une augmentation de la volatilité sur les marchés sous-jacents. Cependant, sur les marchés d'actions, les produits dérivés ont pour effet un accroissement de l'activité au comptant, ce qui a comme conséquence la facilité du processus de découverte des prix.

1-5- Les types de volatilité[178]

Plusieurs types de volatilité sont à distinguer : la volatilité historique qui est une mesure de l'ampleur des variations passées, la volatilité implicite dont l'objet est de donner une estimation de la perception du risque futur estimé à l'aide de la prime sur option, la volatilité réalisée, ainsi que la volatilité de Parkinson.

1-5-1- La volatilité historique (ex post)

La volatilité historique (ou volatilité ex post), qui sert à analyser les variations historiques (passées ou présentes) des cours des titres, est un élément de référence pour l'évaluation du risque d'un titre sur le marché des actions. Par conséquent, un actif à forte volatilité historique est un actif ayant une forte espérance de rentabilité, mais aussi un important risque de perte. À l'opposé, lorsqu'un actif présente une faible volatilité historique, sa rentabilité espérée est aussi faible tout comme le risque qu'il véhicule.

Le calcul de la volatilité ex post s'effectue sur la base des cours historiques de l'actif sous-jacent moyennant la méthode de l'écart-type[179] sans biais de la rentabilité, pour une période déterminée ramenée à une année. Elle est, ensuite, exprimée en pourcentage des cours moyens de l'actif sous-jacent pour une période donnée. Ainsi, elle peut être calculée sur différents horizons (annuels, mensuels, journaliers, par heure ou par minute), en fonction des

[178] La volatilité historique, basée sur l'évolution du graphique des prix est utilisée sur le marché des actions. En revanche, la volatilité implicite est réservée au marché des produits dérivés, plus particulièrement au marché des options.

[179] L'écart-type désigne l'écart moyen des données utilisées par rapport à la moyenne de ces données, d'où : $\sigma(x) = \sqrt{V(xx)} = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^{n}(x_t - x^-)^2}{n}}$. Sachant que *(V)* représente la variance, (x_t) est la variation du cours à l'instant *(t)*, et *(n)* renvoi au nombre total de périodes. À noter que (x^-) désigne la moyenne des variations du cours.

exigences de l'étude menée. La méthode de calcul de la volatilité historique est simple et facilement réalisable du fait qu'elle repose sur un modèle qui est basé sur des valeurs connues. Cependant, elle peut être critiquée sur plusieurs niveaux. D'une part, cette approche essaye d'utiliser les méthodes qui font appel aux valeurs extrêmes, ce qui est dû à la confusion des valeurs lors du calcul de la moyenne et de l'écart-type. En effet, certaines annonces de nouvelles informations provoquent d'importants pics de prix qui affectent considérablement la moyenne et l'écart-type et se diffusent sur l'ensemble des valeurs, augmentant ainsi la sensibilité du modèle. D'autre part, la seconde critique adressée à cette méthode réside dans le fait qu'elle repose sur le calcul de la volatilité future à partir de données historiques. Or, la théorie de l'efficience informationnelle suppose qu'il est impossible de prédire l'évolution future des cours en se référant aux informations contenues dans les séries historiques des cours. De plus, les innombrables crises qui ont secoué la sphère financière ont démontré que cette approche se heurte très souvent au caractère pseudoaléatoire des prix. Or, la simplicité que véhicule la volatilité historique fait d'elle une approche très régulièrement utilisée dans la prédiction de l'avenir à partir de données passées.

1-5-2- La volatilité ex ante

La volatilité ex ante a trait à l'amplitude de la variation des cours, dont l'idée sous-jacente est de geler la composition du portefeuille. Elle s'obtient à partir de la volatilité des titres qui composent le portefeuille et de leur pondération à la date prise en compte dans le calcul. Ainsi, la volatilité ex ante permet d'estimer le risque futur d'un portefeuille à partir de la composition de ce dernier au moment de l'évaluation.

Cependant, la volatilité ex ante ne prend pas en considération les variations imprévisibles qui peuvent éventuellement se produire et affecter la composition du portefeuille initiale. De plus, le risque ex ante que tente de prévoir la volatilité ex ante est basé sur des estimations historiques du risque calculées sur une période antérieure à celle de la prévision.

1-5-3- La volatilité implicite

La volatilité implicite, qui est déduite à partir du prix d'une option, fait référence aux anticipations du marché par rapport aux variations futures de l'option pour une période qui correspond à la durée de vie de ce produit dérivé. En d'autres termes, la volatilité implicite fait référence à une volatilité attendue dans le futur, et que l'on peut extrapoler du cours d'une option sur un indice boursier. Ainsi, plus la volatilité implicite est importante, plus le gain

espéré est intéressant et plus le risque auquel s'expose l'investisseur est important, ce qui engendre une prime de risque élevée. À l'inverse, une faible volatilité implicite renvoie à une faible rentabilité espérée et à un niveau de risque inférieur[180].

La volatilité implicite est calculée via des formules mathématiques, qui mesurent l'écart à la moyenne des mouvements de cours du risque d'un actif durant une période déterminée, à travers l'établissement d'une relation de corrélation entre le risque et la rentabilité de chaque titre. De ce fait, ce type de volatilité permet d'évaluer l'évolution du risque inhérent à chaque titre et d'estimer sa rentabilité future.

Le calcul de la volatilité implicite, qui s'exprime en pourcentage, se base sur le modèle de Black & Scholes (1973) et sur l'algorithme Newton-Raphson[181].

Selon la modélisation de Black & Scholes, le sous-jacent (S_t) connais une diffusion dans le temps qui répond à la formule suivante :

$$S_t = S_{0e^{\left(r-\frac{\sigma^2}{2}\right)t+\sigma W_t}} \quad ; \forall t \geq 0$$

Sachant que (S_0) est la valeur à l'origine du sous-jacent, (σ) est la volatilité du sous-jacent, (r) désigne le taux sans risque qui contient des informations sur le rendement du sous-jacent, et (W_t) est un mouvement brownien standard tel que : $W = W_t; (t \geq 0)$. Ceci revient à supposer que le prix de l'action soit :

$$\frac{dS_t}{S_t} = rdt + \sigma dW_t$$

Le recours au modèle de Black & Scholes permet de calculer la prime de l'option en se référant à la volatilité anticipée pendant la durée de vie de l'option. Cependant, ce modèle présente la limite d'être applicable uniquement aux options européennes dont les primes sont souvent inférieures aux primes des options américaines. Une telle caractéristique a tendance à biaiser les résultats obtenus lors du calcul de la volatilité implicite pour les options américaines,

[180] Les stratégies d'investissement basées sur la volatilité consistent à effectuer une comparaison entre la volatilité implicite et la volatilité historique de l'actif sous-jacent, afin de mettre en place une stratégie sur option optimale en tirant des conclusions fondées sur la volatilité à venir.

[181] Appelé également la méthode de la tangente, l'algorithme de Newton-Raphson est une méthode numérique itérative de résolution des équations du type *f(x)=0* ayant pour but de trouver la racine de cette fonction (c'est-à-dire trouver (*x)*). Cette approche algorithmique repose sur la méthode du point fixe avec une fonction *(g)* qui elle-même dépend de la dérivée de la fonction de départ *(f)*.

qui est généralement surestimée. Toutefois, le modèle Black & Scholes (1973) demeure un modèle de référence.

Par ailleurs, trois facteurs sont à l'origine des influences que peut subir la volatilité implicite : le prix de l'option (plus il est élevé, plus la volatilité implicite est importante), sa maturité ou sa durée de vie (plus elle est longue, plus la volatilité implicite est considérable, et enfin le niveau du taux sans risque qui fait référence au taux de rendement d'un placement sans risque (à titre d'exemple les obligations de l'État) qui est un élément basique dans la formule du modèle de Black & Scholes[182].

Eu égard à l'importance de la volatilité implicite en termes de gestion de risque, un indice de volatilité ayant pour objet la mesure de la volatilité implicite sur une période de trente jours a été mis en place par la *« Chicago Board Options Exchange »* (CBOE). Cet indice de volatilité, en l'occurrence le VIX *« Volatility Index »,* a été conçu en 1993 pour être estimé uniquement à partir des options à la monnaie de l'indice américain S&P 100. Par la suite, il fut perfectionné avec l'aide de la banque américaine *« Goldman Sachs »* pour se référer à un panel plus large d'options d'achat et de vente du S&P 500[183]. Ce qui procure aux investisseurs une appréciation plus objective du risque de marché à travers le calcul de la moyenne des prix pondérés de différentes options du S&P 500. L'interprétation du VIX dépend des valeurs obtenues à la suite de la pondération des options. En effet, une valeur inférieure à 20 indique une phase de calme qui correspond à une période de très faible volatilité. En revanche, lorsque la valeur du VIX dépasse 30, ceci traduit la volatilité du marché issue de l'incertitude qui régit le comportement des investisseurs.

1-5-4- La surface de volatilité

La surface de volatilité, appelée également structure par terme de la volatilité implicite, est une représentation graphique tridimensionnelle de la volatilité implicite des options. Selon le modèle de Black & Scholes, fondé sur l'hypothèse d'efficience informationnelle des marchés financiers, lors de la tarification des options l'ensemble des variables d'évaluation[184] sont

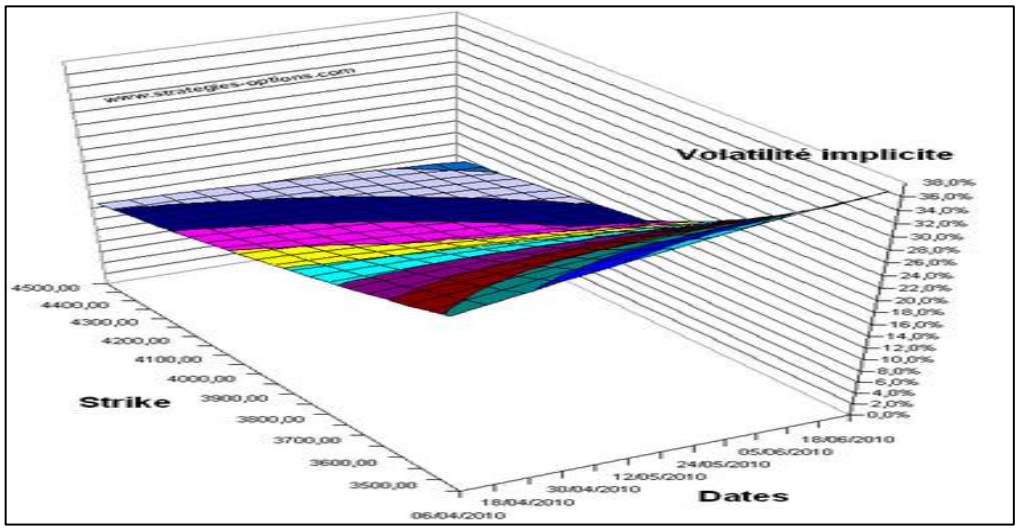
[182] Dans le souci de surveiller l'évolution de la volatilité implicite des options sur le S&P 500, le *« Chicago Board Options Exchange »* (CBOX) a créé le VIX *« Volatility Index »*. Ce dernier est un indice annualisé qui mesure l'évolution de la volatilité. Il s'est avéré que le VIX est en hausse lorsque son sous-jacent (en l'occurrence le S&P 500) connait une période de baisse importante.

[183] À partir du VIX conçu pour suivre l'évolution de la volatilité du S&P 500, d'autres indices de la peur ont été créés notamment, le VNX pour suivre l'évolution du NASDAQ, et le VXD pour suivre l'évolution du Dow Jones.

[184] Les variables qui servent de référence pour l'évaluation d'une option sont les suivantes : le prix d'exercice de l'option, le taux d'intérêt sans risque, le prix actuel su sous-jacent, l'échéance jusqu'à l'expiration de l'option et l'écart-type des rendements boursiers (ou la volatilité).

connues et identiques pour tous les investisseurs, excepté la volatilité pour laquelle ces derniers doivent établir des estimations. Ainsi, la cotation des options se fait sur la base d'une volatilité implicite qui diffère d'une option à une autre pour un même sous-jacent. De ce fait, deux structures sont à distinguer : la première est une structure par terme qui dépend de la maturité des options. La seconde est une structure liée au prix d'exercice de l'option, appelée *« smile »* ou *« skew »* en fonction de sa forme. C'est ce qui désigne une surface de volatilité implicite notée $\big(\sigma(K,T)\big)$, où *(K)* revoie au prix d'exercice et *(T)* à la maturité de l'option (Kermiche, 2008).

Fig. III.2. Représentation graphique de la surface de volatilité du CAC40



Source : Stratégies_Options.com

La représentation graphique de la surface de volatilité est tridimensionnelle, où l'axe (X) représente le temps de maturité de l'option, l'axe (Y) a trait à la volatilité implicite, et l'axe (Z) au prix d'exercice de l'option.

Cependant, contrairement au postulat du modèle de Black & Scholes qui suppose que la volatilité implicite à travers la maturité et les prix d'exercice devrait être plate jusqu'à échéance, les résultats empiriques ont démontré le contraire à travers des graphiques représentant des surfaces de volatilité plus ou moins irrégulières et mouvementées.

L'étude du comportement de la volatilité implicite, ainsi que la dynamique de sa surface a mis en exergue les insuffisances du modèle de Black & Scholes. En effet, la volatilité implicite des options ayant un prix d'exercice inférieur a tendance à être plus importante que celle des options ayant un prix d'exercice plus élevé. Ainsi, la volatilité implicite est sujette à des

variations vers la hausse ou vers la baisse avec le temps jusqu'à maturité, et ce pour un prix d'exercice donné. Ceci sur manifeste sur le graphique par un *« smile »* de volatilité, car la courbe obtenue est en forme de parabole. En revanche, le *« skew »* de volatilité apparaît d'une manière intensifiée en période de fortes tensions sur le marché, en raison des forts mouvements de l'actif support de l'option, provoqué par les perturbations du marché. Par conséquent, les investisseurs avertis chercheront à se couvrir et une forte demande des options sera enregistrée. Ce qui a tendance à accentuer la pente du *« skew »* de volatilité.

La notion de surface de volatilité et les divers travaux réalisés autour de ce phénomène témoignent des insuffisances du modèle de Black & Scholes dont les variantes demeurent tout de même une référence sur le marché financier (Kermiche, 2008).

1-5-5- Le concept de volatilité de Parkinson

Partant du principe que la méthode classique de l'estimation de la volatilité par le biais de l'écart-type ne prend en considération que les niveaux des cours lors de l'ouverture et de la clôture des séances boursières, Parkinson (1980) propose une nouvelle approche qui consiste à intégrer dans le calcul de la volatilité les variations qui se sont produites durant la séance. Ainsi, l'approche de Parkinson consiste à établir une meilleure estimation de la volatilité en intégrant les cours les plus hauts et les plus bas formés durant une même journée donnée (volatilité intraday).

La méthode de calcul de la volatilité de Parkinson passe par deux étapes, dont la première consiste en l'estimation de la variance de Parkinson qui s'obtient à travers le calcul de la somme des logarithmes népériens au carré de la division des cours les plus hauts (notés *Hi*) par les plus bas (notés *Li*). Le résultat obtenu est, par la suite, multiplié par quatre fois l'inverse du nombre de périodes *(N)* et du *ln(2)*. La seconde étape consiste à calculer l'écart-type de Parkinson qui est égal à la racine de la variance de Parkinson déjà obtenue. La formule mathématique de cette approche est la suivante :

$$Var\ Parkinson = \left(\frac{1}{4 \times N \times \ln(2)}\right) \times \sum \left(ln\left(\frac{Hi}{Li}\right)\right)^2$$

$$\sigma\ Parkinson = \sqrt{Var\ Parkinson} = \sqrt{\left(\frac{1}{4 \times N \times ln(2)}\right)} \times \sum \left(ln\left(\frac{Hi}{Li}\right)\right)^2$$

1-5-6- Le concept de volatilité réalisée

La volatilité réalisée est un concept plus rigoureux, car il permet une estimation plus méticuleuse de la volatilité des cours des actifs financiers et des indices boursiers.

Le calcul de la volatilité réalisée est fondé sur l'utilisation de données intraquotidiennes pour estimer la volatilité d'un actif ou d'un indice. Le recours à des données intrajournalières permet d'obtenir des résultats plus pertinents dans la mesure où la prise en compte de ce type de données permet de réduire considérablement la marge d'erreur en évitant certains biais. En effet, la prise en compte de la variation des cours durant la séance boursière (à savoir le prix d'ouverture, de clôture, le haut et le bas), conjuguée à une fréquence d'observation de taille adéquate[185], donne lieu à une estimation plus rigoureuse de la volatilité.

L'approche de la volatilité réalisée a été proposée par Anderson & Bollerslev (1998), lorsqu'ils ont pris conscience que les transactions incessantes réalisées sur les actifs cotés au cours d'une séance boursière peuvent être regroupées pour établir une mesure relativement précise de la volatilité quotidienne d'un actif ou d'un indice boursier. Par la suite, le concept de volatilité réalisé a été formalisé par Anderson & Coll (2003), et mis en application sur les marchés boursiers dans l'étude d'Anderson, Bollerslev, Diebold & Ebens (2001), et sur les taux de change par Anderon, Bollerslev, Diebold & Labys (2002).

À travers cette section, nous avons tenté de survoler les différentes caractéristiques et notions clés qui entourent le concept de volatilité boursière, notamment en passant en revue ses divers aspects et propriétés ainsi que les multiples facteurs qui la déterminent, qu'ils soient d'ordre structurel ou conjoncturel. Par la suite, nous nous sommes focalisés sur les types de la volatilité à savoir la volatilité historique, ex ante, implicite, de parkinson et réalisée.

Cette étape nous a permis de prendre conscience de l'importance que revêt la notion de volatilité réalisée, dont le calcul est fondé sur l'utilisation de données de haute fréquence. Par conséquent, les estimations que nous réaliserons dans les pages qui suivent s'effectueront selon les principes de calculs de la volatilité réalisée. Mais avant cela, il nous semble pertinent d'examiner les relations qui lient la volatilité boursière à des paramètres d'importance majeure, tels que le risque et la rentabilité.

[185] Plus la fréquence d'observation des données est élevée, mieux la volatilité est captée.

Section 2 :

Volatilité, rentabilité et risque : Formalisations

En finance, la rentabilité et le risque sont deux concepts indissociables, du fait que l'un (rentabilité) est la rémunération de l'autre (risque). Ainsi, plus le risque d'un placement est élevé, plus la rentabilité de ce dernier est importante. Or, contrairement à la rentabilité qui peut être facilement quantifiée, le risque est plus difficile à mesurer.

Dans ce qui suit, nous examinons dans un premier temps le concept de volatilité à travers la rentabilité et les différents faits stylisés de cette dernière. Dans un second temps, nous analysons la volatilité en tant que proxy du risque. Avant de clôturer cette section avec les différents modèles d'évaluation de la volatilité. La maîtrise de ce concept et des outils permettant son évaluation étant primordiale dans la mise en place de notre modèle de mesure de l'efficience.

2-1- Volatilité et rentabilité

Partant du principe que la volatilité a pour objet la mesure des variations du prix d'un actif financier, celle-ci suppose que le cours de ce dernier, et par ricochet la rentabilité qui lui est associée, suivent une évolution aléatoire. Dès lors, il serait difficile, voire impossible, de prédire les prix et les rentabilités futures des titres.

Le calcul de la rentabilité en continu d'un titre s'effectue selon la formule suivante :

$$R_{i,t} = Ln\left[\frac{P_{i,t}+D_{i,t}}{P_{i,t-1}}\right]$$

Avec *($R_{i,t}$)* rentabilité du titre *(i)* à l'instant *(t)*, $\left(P_{i,t}\right)$ prix du titre *(i)* à l'instant *(t)*, et *($D_{i,t}$)* le dividende perçu par le titre *(i)* en temps *(t)*, et *(Ln)* Logarithme népérien.

La rentabilité moyenne, quant à elle, suit la formalisation suivante : $\acute{R}_{i,t} = \frac{\sum_{t=1}^{n} R_{i,t}}{n}$

Avec *(n)* le nombre d'observations. Dans le cas où $(R_{i,t})$ suivrait une loi normale de moyenne (μ) et d'écart-type (σ), l'espérance de la rentabilité arithmétique correspondrait à la formule suivante : $E(R_{i,t}) = e^{\mu+\frac{\sigma^2}{2}}$.

2-1-1- La sensibilité de la rentabilité

La rentabilité des actifs financiers est une variable extrêmement sensible, et fluctue d'une séance boursière à une autre et d'une transaction à l'autre, sous l'impact de plusieurs facteurs relatifs aux informations et aux biais psychologiques et comportementaux des investisseurs.

Les informations auxquelles la rentabilité est sensible concernent aussi bien les données internes à l'entreprise cotée que les nouvelles provenant de l'extérieur. Les informations privées ou internes portent principalement sur les annonces de distribution de dividendes, ainsi que la publication de résultats et de prévisions. La divulgation de cette catégorie d'informations positives est interprétée par les investisseurs comme étant un signal à travers lequel la direction de la société cotée porte à leur connaissance que celle-ci se porte bien, et est capable de générer et de maintenir d'importants bénéfices à la hauteur des prévisions émises, ou du niveau des dividendes distribués. En effet, selon Michaelsen (1961) et Fama et al (1969), l'annonce de l'augmentation des dividendes est très souvent maintenue pour les mois et les années à venir. Par conséquent, les revenus des entreprises ayant procédé à l'augmentation de leurs dividendes se voient augmentés dans le futur[186], et l'inverse a été vérifié (Kumar, Lee, 2001., Powell, Veit, 2002).

Les informations externes à l'entreprise cotée concernent les diverses recommandations d'achat et de vente émises par les intervenants présents sur le marché tel que les sociétés de courtages ou les banques d'affaires, et qui ont un impact immédiat sur la rentabilité des titres (Liu, 1990., Trahan, Bolster, 1995). En effet, sur le court terme les études démontrent que les recommandations de vente sont suivies de rentabilités négatives, tandis que les

[186] Selon le modèle du dividende mis en place par Lintner (1956), l'hypothèse du signal fournit une explication pertinente quant à la procédure de fixation des dividendes à distribuer. Toutefois, Benartzi et al (1997) estiment que l'hypothèse du signal à travers le versement du dividende procure des informations par rapport à la situation passée et présente de la société, et non pas par rapport à sa situation dans le futur.

recommandations d'achat sont suivies de rentabilités positives, frais de transaction pris en compte (Bjerring, set al., 1983)[187].

Quant aux facteurs relatifs à la psychologie et au comportement des investisseurs, ils influent sur la rentabilité des titres par le biais de leurs attitudes et sentiments négatifs ou positifs. L'état psychologique des investisseurs se répercute sur le cours des actifs financiers à travers le processus de prise de décision. Ce dernier étant fortement influencé par les émotions des investisseurs. Ainsi, la bonne humeur de ceux-ci a tendance à engendrer un certain optimisme qui les rend moins critiques lors du traitement des informations. En revanche, la mauvaise humeur rend les investisseurs plus attentifs et rigoureux lors du traitement d'informations, ce qui engendre un certain scepticisme lors de la prise de décision[188].

À ces deux facteurs, viennent se greffer les manipulations. Selon Coulon (2012), la manipulation serait un moyen sûr de dégager des profits certains en agissant sur les prix des titres. Il en distingue trois formes, dont la manipulation d'informations ayant pour objectif la modification brutale du cours d'une action afin d'en tirer profit. La manipulation à travers des actions volontaires visant à modifier la valeur réelle d'un titre. Ces deux formes sont interdites, tandis que la troisième à savoir la manipulation fondée sur les échanges est tout à fait légale, du fait qu'elle consiste en la modification des cours des actions à travers des opérations d'achat et de vente portant sur d'importantes quantités de titres.

2-1-2- Caractéristiques de la rentabilité

L'ensemble des études qui ont porté sur les séries des rentabilités des actifs financiers ont remis en question leur caractère gaussien et stationnaire (Mandelbrot, 1960., Samuelson, 1970., Fama, French, 1987). L'ensemble des insuffisances qui ont été constatées à ce propos ont été regroupées par Pagan (1996) sous le concept de *« stylized facts »*, et par la suite reprises de manière plus exhaustive par Cont (2001). (Cité par Gillet, 2008).

a)- L'absence de normalité des distributions des rentabilités

[187] Sur le long terme, la performance des actions recommandées a tendance à subir de fortes baisses puis à disparaître progressivement (Trahan, Bolster, 1995).

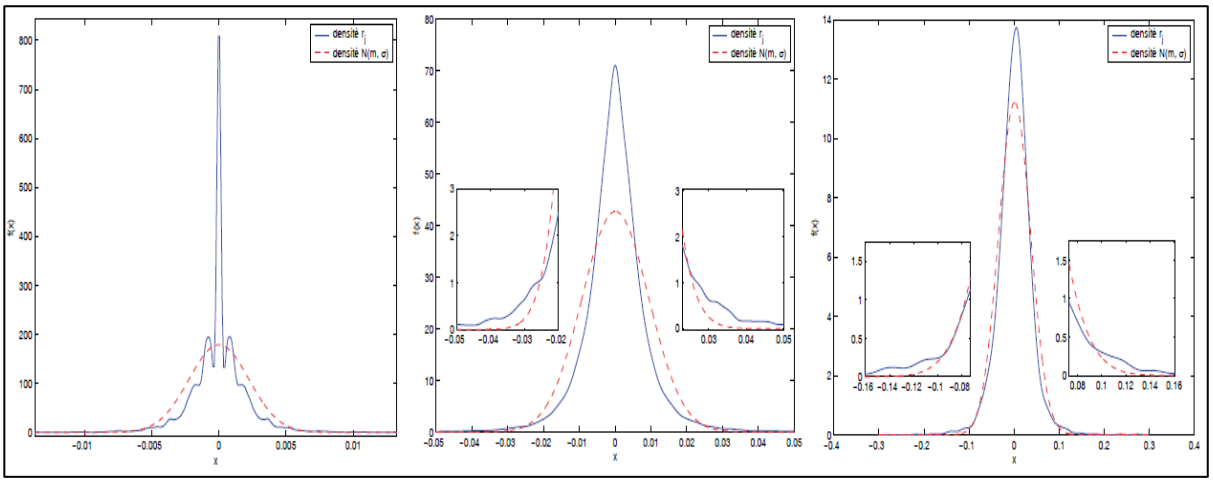
[188] La relation entre la psychologie et le comportement des investisseurs et son impact sur le rendement des titres a été démontré par de nombreux travaux de recherche qui ont porté sur l'étude de l'existence d'une corrélation entre les rentabilités des actions et l'émotion générale du marché, notamment les travaux d'Eagles (1994), Rind (1996) et Hirshleifer & Shumway (2003).

Il s'agit du premier fait stylisé des rentabilités ayant été au centre de plusieurs travaux. L'étude de la nature de la densité des séries des rentabilités a mis en relief l'existence de queues épaisses et de pics au cœur même de la distribution, ce qui amène celles-ci à s'écarter d'une loi normale (Andersen, et al., 2011). Cette caractéristique a été observée pour la première fois par Mandelbrot (1965), lorsqu'il n'a pas pu modéliser la distribution des rentabilités du prix du coton par une gaussienne. Ce constat a été corroboré par Fama (1969) à travers son étude portant sur la normalité des rentabilités de 30 actions du Dow Jones.

Pour illustrer l'écart à la normalité de la densité des rentabilités, Coulon (2012) propose trois graphiques dans lesquels il illustre la distribution des séries des rentabilités à 1 minute, puis à 30 minutes et ensuite journaliers de l'action *« Cisco Systems »*, sur une période de 10 ans. Pour effectuer son étude, Coulon (2012) a superposé la densité de la loi normale qui se rapproche le plus de chaque distribution des rentabilités. À noter que le premier graphique (en partant de la gauche) correspond à des rendements à 1 minute, puis le second à 30 minutes et le dernier à des rentabilités journalières.

Coulon (2012) constate que la distribution des rentabilités à 1 minute est extrêmement pointue autour de 0 avec d'importantes bosses. Par conséquent, à cette fréquence la distribution s'écarte considérablement de la loi normale. Cependant, l'analyse de la distribution de la série des rentabilités à 30 minutes révèle que celle-ci se rapproche légèrement d'une loi normale, mais elle présente d'importantes queues épaisses et un pic considérable au cœur de la distribution. De ce fait, elle ne peut être assimilée à une distribution de loi normale. Concernant la distribution des rentabilités journalières, elle semble être symétrique par rapport à un axe vertical centré en 0, et se rapproche considérablement d'une loi normale. Toutefois, l'épaisseur de la queue de la distribution des rendements autour de 0 est plus épaisse et plus pointue que celle d'une loi normale, elle est donc leptokurtique.

Fig. III.3. Illustration de l'absence de normalité dans la distribution des séries de rentabilités



Source : Coulon. 2012.

Coulon (2012) conclut que plus la fréquence des observations est faible, plus la distribution des rentabilités tend à être assimilée à une loi normale. Ce constat confirme les résultats antérieurs de Campbell et al (1997), Ané & Geman (2000) et Desmoulins-Lebeault (2006), qui affirment que la fréquence des observations a un impact direct sur l'écart des distributions des rentabilités par rapport à la loi normale. De ce fait, plus les études relatives à l'efficience informationnelle des marchés financiers portent sur des données de fréquence élevée, plus « les hypothèses de base de fonctionnement des marchés s'effritent » (Gillet, 2008).

b)- L'asymétrie et l'épaisseur des queues de distribution des rentabilités

L'asymétrie et l'épaisseur des queues de distributions des séries des rentabilités boursières se caractérisent par leur écart par rapport à la loi normale. Ces deux variables s'estiment à travers le calcul du skweness et du kurtosis, respectivement.

Le skweness d'une distribution ou le coefficient d'asymétrie (moment d'ordre 3) se calcule via la formule suivante :

$$S_i = \sum_{t=1}^{n} \frac{(R_{i,t} - \acute{R}_i)^3}{(n-1)\sigma_i^3}$$

Avec (S_i) skewness du titre *(i)*, et *(n)* le nombre de rentabilités utilisées.

L'interprétation de l'asymétrie d'une distribution dépend de la valeur de skweness. Lorsque cette valeur est égale ou proche de 0, la distribution est dite symétrique (ce qui est le

cas d'une distribution normale). Cependant, lorsque le skweness est positif, la distribution est symétrique du côté gauche. En revanche, lorsqu'il est négatif la distribution est symétrique à droite.

Le kurtosis ou le coefficient d'écrasement d'une distribution (moment d'ordre 4) se calcule comme suit :

$$K_i = \sum_{t=1}^{n} \frac{\left(R_{i,t} - \acute{R}_i\right)^4}{(n-1)\sigma_i^4}$$

Avec (K_i) skewness du titre *(i)*, et *(n)* correspond au nombre de rentabilités utilisées.

Le coefficient de kurtosis d'une distribution normale est égal à 3. En revanche, une valeur supérieure à 3 du coefficient indique la présence de queue épaisse. Ce qui signifie que la distribution est pointue ou leptokurtique. Cependant, lorsque le kurtosis a une valeur faible cela veut dire que la distribution est écrasée.

Les résultats des études portant sur l'analyse des séries des rentabilités des actions[189] mettent l'accent sur l'important écart entre ces distributions et la densité d'une loi normale, qui se manifeste par le skweness et le kurtosis des séries des rentabilités. D'une part, la valeur du coefficient d'écrasement ou le kurtosis des distributions des rentabilités est supérieur à 3, ce qui indique des queues de distribution plus épaisses que celles d'une loi normale[190]. D'autre part, la valeur du coefficient d'asymétrie ou le skweness est toujours supérieur à 0, ce qui renvoie au fait que la distribution des rentabilités est beaucoup plus pointue que celle d'une loi normale. En d'autres termes, les séries des rentabilités des actions se caractérisent par l'épaisseur de ses queues de distribution et une forte leptokurtie.

Par ailleurs, les conclusions de ces mêmes études relatives à l'impact de la fréquence des observations sur leur écart d'une loi normale affirment que, pour obtenir des séries de rentabilités répondant à une distribution normale, ces dernières doivent être estimées sur des intervalles d'un mois (Ané, Geman, 2000).

c)- La non-stationnarité des séries de distribution des rentabilités

[189] Les études les plus connues ayant eu pour objet l'étude des caractéristiques des séries de distribution des rentabilités des actions sont : Mandelbrot (1965), Fama (1969), Pagan (1996), Campbell et al (1997), Gouriéroux & Jasiak (1998), Ané & Geman (2000), Ané & Labidi (2001), Cont (2001), Peiro (2002), Desmoulins-Lebeault (2006), Coulon (2012).

[190] Le kurtosis des séries de rentabilités des actions est compris entre 5,5 et 15, ce qui indique des queues plus épaisses à gauche qu'à droite (Gillet, 2008).

L'hypothèse de stationnarité des séries des rentabilités des actifs financiers est une propriété de stabilité, permettant d'identifier les caractéristiques stochastiques d'une série chronologique. La stationnarité suppose que la distribution de (X_t) est identique à celle de (X_{t-1}). Ce qui revient à dire que la série chronologique étudiée (en l'occurrence celles de la distribution des rentabilités), oscille autour de sa moyenne avec une variance constante. Ainsi, la relation entre (Y_t) et (Y_{t-h}) ne dépend pas du temps *(t)* mais de l'intervalle *(h)*.

Toutefois, la stationnarité peut être vérifiée à plusieurs niveaux. Une série est dite stationnaire au premier degré si sa moyenne est stable avec le temps, elle est stationnaire au second degré si sa variance est stable avec le temps, elle est stationnaire au troisième degré si son skweness n'évolue pas avec le temps, et enfin une série est stationnaire au quatrième degré si son kurtosis ne varie pas avec le temps (Gillet, 2008).

Dans le souci de vérifier la stationnarité des séries des rentabilités des actifs financiers, le test de Dickey-Fuller augmenté – ADF – (1979) est le plus souvent utilisé, car il permet de faire ressortir le caractère stationnaire (ou non stationnaire) d'une série chronologique à travers l'identification d'une tendance déterministe et stochastique.

En outre, l'adoption des hypothèses de normalité et de stationnarité dans l'étude des séries de distribution des rentabilités suppose qu'il est concevable d'envisager l'évolution future des cours des titres, et ainsi de mesurer le risque encouru par la détention d'un actif à travers l'écart-type (Gillet, 2008). Or, les résultats des études précités[191] ont mis en évidence la non-stationnarité des distributions des rentabilités des actifs financiers. En effet, le processus qui décrit les séries des rentabilités des actifs financiers ne répond à aucune des conditions de la stationnarité du second degré, à savoir :

- $E(Y_t) = m$, indépendant du temps ;
- $V(Y_t) = \gamma(0) < \infty$, avec $\gamma(0)$ indépendant du temps ;
- $cov(Y_t, Y_{t-h}) = \gamma(h)$, indépendant de *(t)*.

De surcroit, la stationnarité des séries des rentabilités des actifs est plus médiocre lors de l'utilisation de données à fréquence élevée. Ainsi, tout comme pour la normalité, la stationnarité des rentabilités observées sur un intervalle mensuel est plus importante que celle des rentabilités dont les observations sont quotidiennes (Desmoulins-Lebeault. 2006).

[191] À savoir : Ané & Geman (2000), Ané & Labidi (2001), Cont (2001), Peiro (2002), Desmoulins-Lebeault (2006).

d)- Mémoire longue et volatilité des rentabilités

L'étude du processus aléatoire des séries des rentabilités boursières revient à l'analyse de la présence de mémoire longue dans l'évolution de ces dernières.

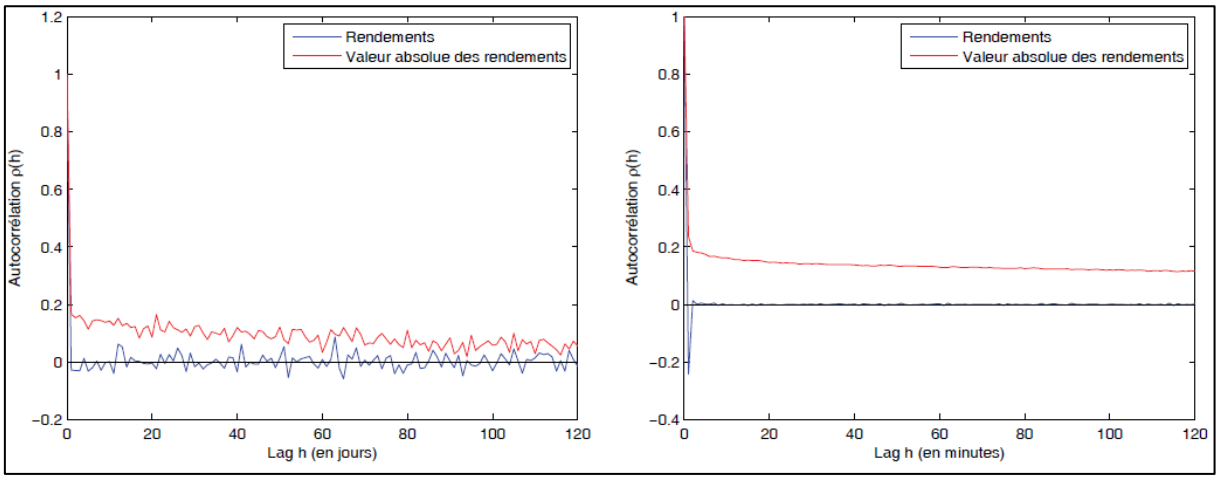
Dans son travail doctoral, Coulon (2012) a apporté des réponses à cette question en se demandant si le processus des prix des actions suit une marche aléatoire ou pas. Pour confirmer l'absence de mémoire dans les séries des rentabilités, il a étudié la fonction d'autocorrélation des rentabilités journalières et à 1 minute de l'action *« Cisco Systems »*, et de la valeur absolue de ces rentabilités sur une période de dix ans.

L'analyse du premier graphique (en partant de la gauche) qui porte sur la fonction d'autocorrélation des rentabilités journalières et de la valeur absolue des rentabilités journalières de l'action *« Cisco Systems »* montre une chute brutale des autocorrélations des rentabilités, et ce à partir du premier lag. Par la suite, elle devient nulle et se stabilise à ce niveau. Ceci traduit l'absence de mémoire. En revanche, l'analyse de la fonction d'autocorrélation de la valeur absolue des rentabilités journalières montre la présence de mémoire longue, car en dépit de la chute brutale qu'elle subit au cours du premier lag, sa décroissance s'effectue d'une manière très lente (Coulon, 2012).

Le deuxième graphique quant à lui, concerne la fonction d'autocorrélations des rentabilités 1 minute et la valeur absolue des rentabilités 1 minute de l'action *« Cisco Systems »* sur une période de 120 minutes. Coulon (2012) constate que l'autocorrélation des rentabilités connait une chute brutale et devient même négative durant le premier lag[192]. Par la suite, elle se stabilise et tend vers 0 pour le reste de la période considérée, ce qui renseigne sur l'absence de mémoire longue. Cependant, l'autocorrélation de la valeur absolue des rentabilités 1 minute décroit d'une manière très lente après avoir connu une brusque chute au premier lag.

[192] La valeur négative de l'autocorrélation des rendements au premier lag serait due aux frais de transaction, qui se traduisent par la différence entre les cours acheteurs et vendeurs des actions sur le marché (Roll, 1984).

Fig. III.4. Illustration de l'absence de mémoire longue dans les séries des rentabilités des actions



Source : Coulon. 2012.

D'après les conclusions de Coulon (2012), la volatilité des rentabilités des actions se caractérise par une mémoire longue. Celle-ci se traduit par une lente décroissance de la fonction d'autocorrélation de la volatilité. En effet, selon le premier graphique (relatif à la fonction d'autocorrélation des rentabilités journalières et de leur valeur absolue) « la fonction non linéaire des rentabilités affiche une persistance positive et significative. Or, puisque la volatilité en est une, la présence de mémoire longue dans les séries de la valeur absolue des rentabilités plaide en faveur de la présence de mémoire longue dans les séries de la volatilité d'actions » (Coulon, 2012., p. 26).

2-2- Volatilité comme proxy du risque

La volatilité est, également, un concept important de l'appréciation du risque. En retenant l'hypothèse de normalité des distributions des rendements des actifs financiers, et par ricochet de la symétrie de ces derniers, le risque associé à chaque rendement peut être appréhendé par l'écart-type (ou la variance). Par conséquent, la volatilité serait en rapport avec le risque qui correspondrait à la dispersion de la rentabilité.

2-2-1- Mesure du risque par l'écart-type

Considérant que le niveau de risque d'un actif financier est une notion fondamentale pour déterminer sa volatilité, et partant du principe que le risque est symétrique (loi normale),

l'une des premières méthodes de calcul de la volatilité était celle de l'écart-type. En effet, le risque est assimilé à l'écart-type.

a)- Définition et propriétés de l'écart-type

L'écart-type est un outil statistique relativement simple à comprendre et à utiliser, permettant de mesurer la volatilité d'un titre financier ou d'un indice boursier. Il s'obtient par la racine carrée de la variance (celle-ci étant le résultat de la moyenne des écarts par rapport à la moyenne), et permet de calculer la dispersion d'un ensemble de valeurs par rapport à leur moyenne.

Cet outil de mesure du risque financier par le biais de la dispersion (la volatilité) a une valeur toujours positive, mais qui peut être égale à 0 dans le cas où l'intégralité des données utilisées a la même valeur. Cependant, plus la dispersion par rapport à la moyenne est importante, plus l'écart-type est important. Ce dernier étant extrêmement sensible aux valeurs extrêmes qui ont tendance à déformer le calcul de la volatilité.

L'écart-type d'un actif financier répond à la formule suivante : $\sigma(R) = \sqrt{Var(R)}$, sachant que la variance s'obtient comme suit : $Var(R) = E(R^2) - [E(R)]^2$, d'où $Var\,(R) = \sum_{i=1}^{n} p_i \times [R_i - E(R)]^2$.

L'importance de la variance se manifeste lorsqu'il s'agit de calculer le risque d'un portefeuille, car il n'est pas possible de procéder à l'addition de plusieurs écarts-types. Dès lors, on fait appel à la variance qui peut être obtenue, dans le cadre d'un portefeuille de titres, via la méthode matricielle. Ainsi, la variance d'un portefeuille composé de *(n)* titres s'écrit comme suit : $Var(R_p) = \sum_i x_i^2 \sigma_i^2 + 2 \sum_i \sum_{j>i} x_i x_j \, \sigma_{i,j}$

b)- Limites de l'écart-type

L'inconvénient majeur dans le calcul de la volatilité par le biais de l'écart-type est que ce dernier considère que les rendements boursiers suivent une distribution qui répond à une loi normale (distribution gaussienne). Or, l'hypothèse de normalité des distributions est très souvent contestée (Dumas, Zisswiller, 1984., Pagan, 1996., Cont, 2001). L'analyse des séries chronologiques des rendements boursiers fait apparaître des queues de distribution beaucoup plus épaisses que celles qui sont censées apparaître dans une distribution gaussienne. Ainsi, pour améliorer la pertinence de l'écart-type dans le calcul de la volatilité des cours boursiers, il serait préférable de faire appel à des rendements sur des intervalles de temps plus réduits en

ayant recours à des données de haute fréquence. Par ailleurs, les propriétés de la loi normale ne s'accordent pas avec les constats d'ordre empirique relatifs aux rendements des cours boursiers caractérisés par une très forte volatilité, notamment les distributions conditionnelles leptokurtiques et symétriques (Cont, 2001). Pour contourner ces difficultés, la loi de distribution de Student apporte des améliorations du fait que son Kurtosis soit déterminé par le degré de liberté, ce qui permet d'avoir des queues de distribution plus épaisses celles issues d'une loi de distribution normale.

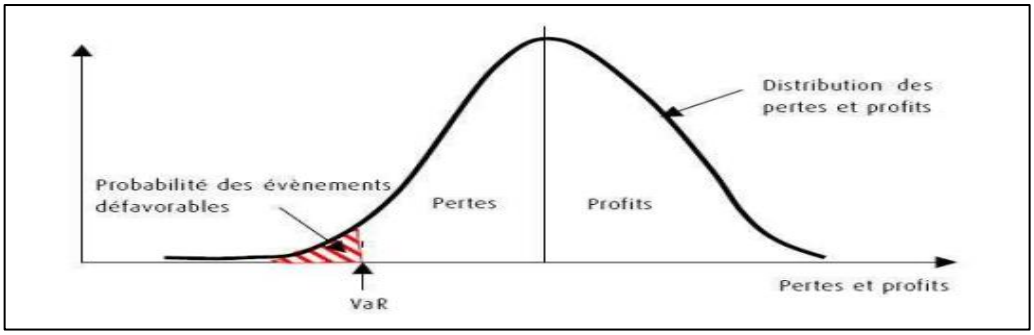
De plus, les rendements boursiers se caractérisent par la succession d'importantes variations positives ou négatives, qui se manifestent par une fonction d'autocorrélation des carrés des rendements qui décroit lentement depuis une faible valeur positive. Ce qui revient à dire que la volatilité peut être prévisible. Mais dans le cas des rendements boursiers, il est difficile de prévoir les éventuelles pertes futures sur un marché qui connait des perturbations, car la volatilité dans ce cas est le résultat d'un écart-type calculé sur la base de cours passés.

2-2-2- Mesure du risque par la VaR *« Value-at-Risk »*

La VaR est l'une des méthodes les plus utilisées et les plus abouties en finance pour la mesure du risque[193]. Cet outil permet d'estimer le risque encouru par la détention d'un titre ou d'un portefeuille, à travers le calcul de la perte ou du gain maximal éventuel auquel est exposé ce dernier pour un horizon de temps donné, et avec un niveau de probabilité déterminée, sous hypothèse que le portefeuille demeure inchangé pendant tout l'horizon considéré. La représentation graphique de la VaR correspond à la Figure III.5 ci-après.

[193] L'utilisation de la VaR s'est répandue dans le monde de la finance en devenant une norme en matière de mesure de risque à la suite de la publication d'un document technique *« RiskMetrics »* par JP Morgane (1994). Ce document portait sur un modèle auquel se référait la banque pour la gestion de ses risques, et la VaR en était le pivot. La VaR constitue également l'un des outils les plus privilégiés de mesure de risque dans les accords de Bâle, ayant pour objet l'instauration d'un cadre réglementaire adéquat pour la gestion des risques de marché auxquels sont exposés les établissements de crédit.

Fig. III.5. Représentation graphique de la VaR



Source : Réalisé par nous-mêmes.

Mathématiquement, cet indicateur simple et global de l'exposition aux risques de marché se définit pour un taux de couverture de niveau $\alpha \epsilon (0,1)$[194] comme étant le quantile de niveau (α) de la distribution de profits et de pertes $(P\ et\ L)$ relatifs à un portefeuille de titres, pour une période bien déterminée. La formule mathématique de la VaR relative à un portefeuille d'actifs, notée $VaR\ (X;\alpha)$, n'est autre que le quantile d'ordre (α) du montant du portefeuille (X) : $VaR\ (X;\alpha) = x_\alpha$

Avec : $F(x_\alpha) = \mathbb{P}(X \leq x_\alpha) = \alpha$

Cependant, en dépit de l'acceptation de la VaR comme méthode universelle de mesure du risque, celle-ci fait face à de nombreuses limites, notamment relatives à l'hypothèse de la normalité des distributions des rendements boursiers. Or, comme nous l'avons mentionné plus haut, l'hypothèse de normalité des distributions ne capture pas l'épaisseur des queues. Ainsi, le risque peut être minimisé par la VaR dès lors que les prix des actifs ont une structure extrême de dépendance. De ce fait, elle fait abstraction de toutes les informations relatives à la queue de distribution, et ne permet pas d'estimer les pertes qui excèdent le seuil de confiance. Toutefois, la principale critique adressée à la VaR est qu'elle n'est pas une mesure de risque additive du fait qu'elle ne respecte pas un axiome d'additivité défini par Artzner et al (1999)[195] et Acerbi & Tasche (2002), et que toutes les mesures de risque cohérentes devraient respecter. Par conséquent et compte tenu du principe de diversification, la VaR total d'un portefeuille

[194] Pour le quantile d'ordre (α), le nombre (x_α) est défini comme suit : $x_\alpha = Inf\ \{x \epsilon \mathbb{R} | F(x) \geq \alpha\}$, avec $\alpha \epsilon [0,1]$. Si la fonction de répartition (F) est strictement croissante et continue, dans ce cas l'unique nombre réel est (x_α) : $F(x_\alpha) = \alpha$.

[195] Artzner et al (1999) définissent un ensemble d'axiomes et de propriétés de cohérences qu'une mesure de risque devrait respecter pour qu'elle puisse être cohérente, dont l'axiome d'additivité. Par ailleurs, ils ont proposé une mesure de risque appelée la TCE *« Tail Conditional Expectation »*, qui se caractérise par sa cohérence et par le fait qu'elle mesure permet d'aller au-delà de la VaR dans la mesure de la perte.

composé de deux sous portefeuilles sera inférieure à la somme des VaR respectives des deux sous-portefeuilles. La dernière critique de la VaR réside dans la définition même de cet outil. Celle-ci concerne le niveau de confiance auquel se réfère la VaR pour la mesure de la perte maximale potentielle.

2-2-3- Les extensions de la VaR

Pour remédier aux insuffisances de la VaR, plusieurs autres outils de mesures similaires ont été proposés notamment la *« Tail Value-at-Risk »* et la *« Conditional Value-at-Risk »*.

a)- La TVaR *« Tail Value-at-Risk »*

Selon Charpentier (2008), la TVaR est la moyenne des VaR de niveau supérieur à (α). Mathématiquement, elle s'obtient via la formule suivante :

$$TVaR(X;\alpha) = \frac{1}{1-\alpha}\int_{\alpha}^{1} VaR(X;t)dt$$

Dans le calcul de la TVaR, la fonction de répartition $(F(x_\alpha) = \alpha)$ a été transformée $\left(\tilde{F}_X\right)$ par Hardy-Littelwood (1930), et prend désormais la formule suivante :

$$\tilde{F}_X^{-1}(\alpha) = TVaR(X;\alpha) \text{ , et ce } \forall\alpha$$

Dans le cas où $(\widetilde{X})$ a pour loi la transformée $\left(\tilde{F}_X\right)$, alors :

$$TVaR(X;\alpha) = VaR\left(\widetilde{X;\alpha}\right)$$

Nous constatons à travers ce qui a été dit que la TVaR n'est autre que la VaR de la transformée de *(X)* d'Harry-Littelwood. Â noter que : $TVaR[X;0] = \mathbb{E}[X]$, sachant que :

$$TVaR[X;\alpha] = \frac{1}{1-\alpha}\left\{E[X] - \int_0^{\alpha} VaR[X;\xi]\, d\xi\right\}$$

De ce fait, nous constatons que la TVaR est une fonction décroissante en (α). D'où :

$$TVaR[X;\alpha] \geq TVaR[X;0] = \mathbb{E}[X]$$

Cependant, deux propositions caractérisent la TVaR. En effet, celle-ci peut être cohérente comme elle peut être comonotone additive (Hardy-Littelwood, 1930).

b)- La CVaR *« Conditional Value-at-Risk »*

La valeur en risque conditionnel CVaR permet de calculer la valeur moyenne des pertes qui excèdent la VaR, à travers l'estimation de l'espérance de la perte lorsque cette dernière dépasse la VaR. Autrement dit, la CVaR sert à définir une mesure complémentaire du risque de perte et tend à examiner la queue de distribution de cette perte, ainsi que les $(\alpha\%)$ restants, dont la distribution et l'espérance ne sont pas connues. Tandis que la VaR évalue la valeur qui sépare les $(1-\alpha\%)$ de la distribution.

Cependant, la mesure de la perte moyenne de la queue de distribution est parfois désignée par l'ES *« Excpected Shortfall »*, au lieu de la CVaR. Ces deux méthodes s'inscrivent dans la continuité de la TCE définie par Artzner et al (1999), et dont le principe est le suivant :

$$TCE(X) = -E[X/X \leq -VaR(X)]$$

Ainsi, si le saut de $\big(x = -VaR(X)\big)$ est positif, c'est-à-dire $(P[X = -VaR(X)])$, l'intervalle $]\infty, -VaR(X)]$ a une probabilité de (γ^+). Celle-ci étant supérieure à la probabilité admise pour la mesure du risque, en l'occurrence $(1-\alpha)$.

La différence entre les deux méthodes ES et CVaR réside dans la discontinuité de la distribution empirique. En effet, selon Acerbi & Tasch (2001) l'ES est une mesure cohérente qui respecte la propriété de sous-additivité des distributions discontinues. Elle correspond à la formule suivante :

$$ES(X) = -E[X/X < -VaR(X)]$$

Or, la mesure de l'ES est définie sur l'intervalle $]\infty, -VaR(X)]$, qui est une probabilité égale à (γ^-) inférieure à $(1-\alpha)$.

Toutefois, pour remplir l'ensemble des propriétés de cohérence mises en place par Artzner et al (1999), et pour que la mesure soit définie sur l'intervalle $(1-\alpha)$, Rockafellar & Uryasev (2001) définissent la CVaR en termes de la VaR et de l'ES sous la formule suivante :

$$CVaR(X) = \lambda(x)VaR(x) + \big(1-\lambda(x)\big)ES(x)$$

Sachant que : $\lambda(x) = \frac{\gamma-\gamma^-}{1-\alpha}$.

c)- Le coefficient de Gini

Par définition, le coefficient de Gini est « un indice de concentration permettant d'établir une classification entre le caractère égalitaire et inégalitaire d'une distribution » (Mussard,

Terraza, 2004., p. 558). Fréquemment appliqué à des distributions de revenus, le coefficient de Gini a des valeurs qui varient entre 0 et 1 dans un intervalle fermé $[0,1]$. Sa valeur est égale à 0 lorsqu'il reflète une situation d'égalité parfaite des revenus. En revanche, sa valeur est égale à 1 dans le cas où il tendrait à indiquer un cas d'inégalité parfaite, caractérisé par la nullité de tous les revenus à l'exception d'un seul. Dès lors, les valeurs élevées du coefficient de Gini indiquent une inégalité dans la répartition des revenus, tandis que les valeurs faibles révèlent des répartitions égalitaires.

En finance, le recours à cet outil de mesure non paramétrique permet la décomposition du risque à travers des écarts binaires de rendement d'un titre. Cette nouvelle définition du risque proposée par le coefficient de Gini à travers la décomposition offre la possibilité d'établir une distinction des titres en fonction de leur degré de volatilité comparativement au portefeuille global.

Le coefficient (ou l'indice) de Gini est calculé à partir de la courbe de Lorenz, qui est une représentation graphique de la dispersion. Ainsi, en matière de calcul de risque, le recours à la décomposition via l'inégalité de Gini offre une nouvelle appréciation du risque à travers l'établissement d'une classification permettant de distinguer les titres les plus volatiles relativement à l'intégralité du portefeuille. Pour ce faire, la méthodologie de l'indice de Gini s'appuie sur le calcul de la dispersion moyenne des écarts binaires des rendements d'un titre (Mussard, Terraza, 2004). En ce sens, pour établir un lien entre le risque et les inégalités, Mussard & Terraza (2004) avancent qu'il y a lieu d'admettre que lorsque les distributions sont inégalitaires (le coefficient tend vers 1), ceci indique que l'actif est risqué. À l'opposé, en cas d'une distribution égalitaire (la valeur du coefficient tend vers 0), le titre ne représente pas de risque étant donné que le rendement est identique sur l'ensemble des périodes successives de la distribution.

La particularité du recours au coefficient de Gini dans le calcul du risque d'un portefeuille réside dans la capacité de ce dernier à se décomposer pour s'appliquer sur les différents groupes de la population (en l'occurrence sur les titres du portefeuille). Il est, par conséquent, possible de calculer les inégalités constatées aussi bien à l'intérieur des sous-populations qu'à l'extérieur. Par conséquent, les inégalités intergroupes, entre les titres *(i)* et *(j)*, sont mesurées par l'indice de Gini intergroupes (G_{ij}) :

$$G_{ij} = \frac{\sum_{h=1}^{n_i}\sum_{s=1}^{n_j}|r_{ih}-r_{js}|}{n_i n_j(\mu_j+\mu_i)} \; ; \forall \, i,j = 1,\dots,n$$

À noter que (μ) désigne le rendement moyen du portefeuille $(\mu = 1/N \sum_t y_t)$. (μ_i) renvoie au rendement moyen de l'action *(i)*, sachant que $(\mu_i = 1/n_i \sum_h r_{ih})$, et (μ_j) indique le rendement moyen du titre *(j)*[196]. Par ailleurs, (n_i) et (n_j) désignent l'observation de l'action *(i)* et *(j)* respectivement.

Pour ce qui est des inégalités intragroupes, ayant pour objet l'estimation de la variabilité de l'action *(i)*, elles se mesurent par le biais de l'indice de Gini intragroupe noté (G_{ii}) :

$$G_{ii} = \frac{\sum_{h=1}^{n_i} \sum_{s=1}^{n_i} |r_{ih} - r_{is}|}{2n_i^2 \mu_i} \; ; \forall i = 1, \dots, n$$

À noter que (s_i) est la somme des rendements de l'action *(i)* dans la totalité de la somme des rendements de l'ensemble des actions qui composent le portefeuille : $s_i = \frac{n_i \mu_i}{N\mu}$. Avec *(N)* le nombre total d'observations sur l'ensemble des actions du portefeuille $(N = n \times n_i)$.

Toutefois, il est important de signaler que les propriétés de l'indice de Gini intra et intergroupe sont les mêmes que celles de l'indice standard cité précédemment, à savoir la propriété de normalisation.

De ce qui a été, il ressort que l'analyse de la décomposition de l'indice de Gini en sous-populations fait apparaître deux sous-indices :

- L'indice des inégalités intragroupes (G_w), qui correspond à la somme pondérée des volatilités causées par chacune des actions du portefeuille : $G_w = \sum_{i=1}^{n} G_{ii} p_i \, s_i$[197] ;
- L'indice des inégalités intergroupes (G_{gb}), qui se réfère à l'apport des volatilités qui se manifestent entre chacune des paires d'actions du portefeuille : $G_{gb} = \sum_{i=2}^{n} \sum_{j=1}^{i-1} G_{ij}(p_i s_j + p_j s_i)$.

De la sorte, la décomposition de l'indice de Gini inclut l'apport des inégalités intragroupes à l'inégalité totale du portefeuille, ainsi que l'apport des inégalités intergroupes à l'inégalité totale : $G = G_w + G_{gb}$. Ce qui revient à dire que le risque total d'un portefeuille est scindé en

[196] Dans l'équation du coefficient de Gini, (y_t) est un vecteur global qui représente la concentration des *(n)* vecteurs (r_{ih}) représentatifs des rendements des titres *(i)* observés sur (n_i) périodes. Sachant que nous disposons d'un portefeuille composé de *(n)* titres $(\forall i = 1, \dots, n)$ analysés sur la même période $(\forall h = 1, \dots, n_i)$. De ce fait, le vecteur global représentatif de la population globale (ou du portefeuille), prend la formule suivante :

$$y_t = \begin{pmatrix} n_i & & n_i \\ r_1, \dots, r_1 & & r_n, \dots, r_n \end{pmatrix} ; \forall t = 1, \dots, N \; ; \forall N = n \times n_i$$

[197] (p_i) désigne la part du nombre d'observations de l'action *(i)* dans l'ensemble des observations des actions *(n)* composant le portefeuille $\left(p_i = \frac{n_i}{N'}\right)$.

deux parties. D'une part, le risque intratitres qui découle de l'ensemble des volatilités de toutes les actions du portefeuille (G_w) . D'autre part, le risque intertitres qui résulte de la totalité des volatilités qui se manifestent entre les paires d'actions du portefeuille (G_{gb}).

2-3- Modélisation de la volatilité

Contrairement aux autres variables financières, la volatilité n'est pas une variable directement observable sur le marché. Afin de l'appréhender, il est nécessaire de procéder à son évaluation. Pour ce faire, une multitude d'outils statistiques et économétriques ont été mis en place, notamment les modèles univariés (ARCH[198], GARCH et EGARCH), le modèle EGARCH multivarié, ainsi que le modèle *« Dynamic Conditional Correlation »* (DCC). Ces processus clés permettent de mesurer les interactions entre les chocs négatifs et positifs (effet d'asymétrie).

2-3-1- Les modèles univariés

Parmi la panoplie d'estimateurs et de modèles destinés à la modélisation de la volatilité, le modèle ARCH mis en place par Engel (1982) est très prisé, en raison de sa simplicité et de la facilité de sa mise en œuvre. Par la suite, d'importants travaux ont été menés autour de ce concept pour donner naissance à une multitude d'autres modèles plus ou moins performants.

a)- Modélisation de type ARCH et GARCH

Dans la construction de son modèle ARCH, Engel (1982) s'est inspiré du modèle de base AR(p) : $Y_t = \delta + \sum_{j=1}^{p} \emptyset_j Y_{t-1} + \epsilon_t$ avec : $\epsilon_t \sim N(0, \sigma^2)$ (1)

Dans cette modélisation basique, la variable (σ^2), qui représente l'écart-type dans le domaine de la finance, est supposée être constante avec une espérance nulle. Or, en situation réelle l'écart-type, et par ricochet la volatilité, fluctue d'une manière considérable sur le marché. Pour y remédier, Engel (1982), à travers son modèle prend en considération les fluctuations de la volatilité qui évolue dans le temps. Ainsi, la modélisation ARCH, qui est une représentation de la variance conditionnelle non constante(σ_t^2), est formulée comme suit :

$$E[\epsilon_t^2 / \epsilon_{t-1}, \dots] = E_{t-1}\epsilon_t^2 = h_t = \alpha_0 + \alpha_1 \epsilon_{t-1}^2 \qquad (2)$$

[198] ARCH signifie Auto-Regressif Conditionnellement Hétéroscédastique.

Avec : $\alpha_0 > 0$ et $\alpha_1 > 0$. Cette condition a pour but d'assurer que (h_t) aie une valeur toujours positive. À noter, également, que cette dernière variable dépend de l'information disponible à l'instant $(t-1)$.

Dans la continuité de la construction des estimateurs de volatilité, Bollerslev (1986) définit la variance conditionnelle comme un processus ARMA *« Autoregressive Moving Average »*, ce qui aboutit à l'élaboration de la modélisation GARCH qui n'est en réalité qu'une extension du modèle ARCH.

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \sum_{k=1}^{p} \alpha_k \, \sigma_{t-k}^2 + \sum_{k=1}^{q} \beta_k \, \epsilon_{t-k}^2 \qquad (3)$$

Sachant que :

- Dans ce modèle noté GARCH (p, q), (p) est attribué à la partie autorégressive de la variance des résidus, tandis que (q) concerne la partie moyenne mobile ;
- La variable (σ_t^2) désigne la variance de (ϵ_t) à l'instant (t) par rapport à l'information disponible à l'instant (t) ;
- Les variables $(\alpha_0, \alpha_k \; et \; \beta_k)$ font référence à la constante et aux paramètres associés aux variables explicatives (σ_{t-k}^2), ainsi que (ϵ_{t-k}^2) de la variance conditionnelle (σ_t^2) ;
- Quant à (ϵ_t), il désigne les résidus à l'instant (t) de la régression représentée dans l'équation (2). À noter que celle-ci suit une loi normale.

b)- Le modèle *Exponential* GARCH

Le modèle EGARCH, introduit par Nelson (1991) à la suite de l'étude des séries de rendements des actifs financiers, se caractérise par le fait qu'il permet de contourner les contraintes de positivité des coefficients $(\alpha_k) \; et \; (\beta_j)$ en raison de sa variance conditionnelle qui obéit à un processus logarithmique. Le modèle EGARCH prend la forme mathématique suivante :

$$ln(\sigma_t^2) = \alpha_0 + \sum_{k=1}^{\infty} \alpha_k g(z_{t-k}) + \sum_{j=1}^{p} \beta_j \, ln\left(\sigma_{t-j}^2\right) \qquad (4)$$

Avec : $$g(z_t) = \theta z_t + \gamma[|z_t| - E|z_t|] \qquad (5)$$

Sachant que dans l'équation (4) :

- $\beta_j < 1$;
- (α_k) : est le vecteur de paramètres associés à la fonction $\left(g(z_{t-k})\right)$;

- (z_t) : fait référence aux innovations et aux éventuels chocs pouvant se produire sur le marché. De ce fait, $\left(z_t = \frac{\epsilon_t}{\sigma_t}\right)$ et (ϵ_t) représentent les résidus du processus de base AR (p). Ainsi, lorsque la valeur de (z_t) est positive, $\big(g(z_t)\big)$ est une fonction de la pente $(\gamma + \emptyset)$. En revanche, lorsque (z_t) est négatif, alors $\big(g(z_t)\big)$ est une fonction de la pente $(\gamma - \emptyset)$. Par conséquent, la variance conditionnelle du modèle EGARCH correspond de manière asymétrique au signe de (z_t), et les coefficients $(\gamma\ et\ \emptyset)$ tiennent compte des effets de ce signe.

Dans l'équation (5) :

- Le coefficient (γ) est un paramètre constant agrégé à la déviation de $(|z_t|)$ comparativement à sa valeur attendue. La déviation de ce paramètre constant, qui est relatif à chaque pays, donne lieu à des erreurs de plus grande envergure par rapport à la modélisation de type GARCH.

2-3-2- Les modèles multivariés

Plusieurs modélisations multivariées découlent du modèle GARCH, notamment le modèle non contraint et non contraint, le modèle diagonal, le modèle BEKK-GARCH, ainsi que les modèles à facteurs. Toutefois, en raison de l'abondance de ces modèles nous ne présenterons que le modèle EGARCH multivarié, le modèle CC *« Conditionnal Correlation »*, ainsi que le modèle DCC *« Dynamic Conditional Correlation »*. Notre choix s'est porté sur ces trois modèles, en particulier, car ce sont les plus utilisés dans la modélisation de la volatilité des indices boursiers.

a)- Le modèle EGARCH multivarié

À la suite de l'étude de la volatilité des marchés boursiers scandinaves, Booth & Al (1997) ont exploité les propriétés du modèle EGARCH mais en faisant appel à une version multivariée. Car le modèle univarié mis en place par Nelson (1991) se caractérise par certaines limites qui le rendent moins performant. En effet, le caractère univarié du processus EGARCH de Nelson (1991) dissimule les interactions croisées des prix et des volatilités des indices boursiers. Ainsi, il n'est plus possible de calculer conjointement l'influence des rendements et des chocs de l'indice boursier du marché sur le prix et la volatilité de ce marché.

La version multivariée du modèle EGARCH a plusieurs propriétés qui permettent, d'une part, d'analyser l'ampleur de la transmission intertemporelle des rendements et des chocs au sein d'un même marché ou à l'international, et ce en une seule étape. Et d'étudier la structure asymétrique de la transmissibilité de ces chocs, d'autre part.

La formule mathématique du modèle EGARCH multivarié se présente comme suit :

$$R_{it} = \beta_{i0} + \sum_{j=1}^{n} \beta_{ij} R_{j,t-1} + \epsilon_{it}, \text{ pour : } i = 1, \dots, n \quad (6)$$

$$\epsilon_t / \Omega_{t-1} \sim Student - t(0, H_t, v) \quad (7)$$

$$\sigma_{it}^2 = \alpha_{i0} + exp\left\{\sum_{j=1}^{n} \alpha_{ij} f_j\left(z_{j,t-1}\right) + \gamma_i ln\left(\sigma_{i,t-1}^2\right)\right\}, \quad \text{pour : } i = 1, \dots, n \quad (8)$$

$$f_j\left(z_{j,t-1}\right) = \left|z_{j,t-1}\right| - E\left(\left|z_{j,t-1}\right|\right) + \delta_j z_{j,t-1}, \quad \text{pour : } j = 1, \dots, n \quad (9)$$

$$\sigma_{ijt} = p_{ij} \sigma_{it} \sigma_{jt}, \quad \text{pour : } i, j = 1, \dots, n \quad (10)$$

Avec :

- R_{it} : le rendement du marché (i) à l'instant (t) ;
- p_{ij} : le coefficient de corrélation des rendements boursiers des marchés financiers (i) et (j) ;
- z_{it} : le choc standardisé calculé comme suit $\left(z_{it} = \frac{\epsilon_{it}}{\sigma_{it}}\right)$;
- ϵ_{it} : l'innovation ou le choc ;
- μ_{it} : la moyenne conditionnelle ;
- σ_{it}^2 : la variance conditionnelle ;
- σ_{ijt} : la covariance conditionnelle ;
- H : la matrice conditionnelle du vecteur des erreurs (ϵ_t).

Dans ce modèle, l'utilisation de la distribution-t de Student a pour but la prise en compte de l'éventualité d'un excès de kurtosis[199] obtenus par l'ensemble des résidus après la prise en compte de l'effet ARCH.

b)- Le modèle CC

[199] Le kurtosis, appelé également coefficient d'aplatissement de Pearson, est l'une une mesure directe de l'acuité et indirecte de l'aplatissement de la distribution d'une variable aléatoire réelle à travers la méthode de Pearson. Cet outil statistique permet d'estimer, indépendamment de l'effet de dispersion obtenu par l'écart-type, la concentration des masses de probabilités autour de leur centre.

Proposé par Bollerslev (1990), le modèle de corrélation conditionnelle (CC) prend la forme suivante :

$$\begin{cases} H_t = D_t R_t D_t \\ D_t = diag\left(h_{11t}^{1/2}, \dots, h_{NNt}^{1/2}\right) \\ R_t = p_{ijt}, avec\ p_{ijt} = 1 \end{cases} \qquad (11)$$

Avec :

- R_t : matrice de corrélation conditionnelle de dimension (NxN).
- h_{it} : variable obtenue via le modèle GARCH, et qui prend la forme suivante :

$$h_{it} = p_{ijt}\sqrt{h_{iit}h_{jjt}}\ , \text{avec } \forall i \neq j \qquad (12)$$

Dans la construction du modèle, (H_t) est par condition positif. Ce qui entraîne systématiquement la positivité de (R_t), et de tous les (h_{iit}). Ainsi, nous aurons :

$$R_t = R = \left(p_{ij}\right), \qquad \text{avec } p_{ii} = 1 \qquad (13)$$

Dans le cas où la corrélation est constante, l'équation (12) s'écrira comme suit :

$$h_{it} = p_{ij}\sqrt{h_{iit}h_{jjt}}, \qquad \text{avec : } \forall i \neq j \qquad (14)$$

De plus, lorsque la corrélation est constante, la dynamique de la covariance se sera déterminée qu'à travers deux variances conditionnelles. De ce fait, le nombre de paramètres en (R) ne sera que de $(N(N-1)/2)$, ce qui correspond à la représentation du modèle CCC *« Constante Conditional Correlation »*.

c)- Le modèle DCC

Deux modèles DCC basiques existent, le premier a été présenté par Engel (2000) et s'écrit de la manière suivante $\left(DCC_E(1,1)\right)$:

$$R_t = (diagQ_t)^{-1/2} Q_t (diagQ_t)^{-1/2} \qquad (15)$$

Avec :

- Q_t : matrice symétrique positive de dimension (NxN), et où :

$$Q_t = (1 - \theta_1 - \theta_2)\bar{Q} + \theta_1 u_{t-1} u'_{t-1} + \theta_2 Q_{t-1} \qquad (16)$$

Avec :

- $u_t = (u_{1t}, u_{2t}, \dots, u_{Nt})'$;
- $u_{it} = \frac{\epsilon_{it}}{\sqrt{h_{iit}}}$;
- $\bar{Q}_t$: matrice symétrique de dimension (NxN) ;
- Q_t : matrice de variance covariance de (u_t) ;
- $\theta_1 \; et \; \theta_2$: paramètres positifs qui répondent à la condition $(\theta_1 + \theta_2 < 1)$.

Dans le cas où $(\theta_1 = \theta_2 = 0)$, et $(\bar{q}_{ii} = 1)$ nous reviendrons au modèle CCC.

2-3-3- Les autres extensions du processus GARCH

Pour pallier les effets d'asymétrie qui caractérisent la volatilité des cours boursiers, de nombreuses extensions du processus GARCH ont été proposées.

a)- Le modèle I-GARCH

La particularité du modèle *« Integrated-GARCH »* est qu'il impose une contrainte d'intégration, et se caractérise par un effet de persistance dans la variance du fait qu'il se conforme au calcul de la racine unitaire dans le processus de variance conditionnelle du modèle classique de base GARCH. Ainsi, il se présente comme suit :

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \sum_i^q \alpha_i \, u_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^p \beta_j \, \sigma_{t-i}^2 \qquad (17)$$

$$\text{Avec :} \qquad \sum_i^q \alpha_i + \sum_{j=1}^p \beta_j = 1$$

b)- Le modèle GJR-GARCH

À la suite de la constatation d'effets d'asymétrie des perturbations sur la variance conditionnelle par Glosten et al (1993), le modèle GJR-GARCH a été proposé. Ce dernier est une retranscription du processus GARCH avec, en plus, une variable binaire qui fait en sorte que la variable conditionnelle suive, dans un premier temps, un processus positif des termes d'erreur. Avant de bifurquer, dans un second temps, sur un processus négatif, afin de mieux caper l'effet d'asymétrie des perturbations sur la variance conditionnelle. La formalisation mathématique du modèle GJR-GARCH (p, q) est basée sur un processus (y_t), d'espérance $E(y_t) = c$, avec : $y_t = \omega + \varepsilon_t$, sachant que : $\varepsilon_t = Z_t\sqrt{h_t}$. D'où la formule suivante :

$$h_t = \alpha_0 + \sum_i^q \left(\alpha_i \varepsilon_{i-1}^2 + \varphi_i I_{\varepsilon_{t-i<0}} \varepsilon_{t-1}^2\right) + \sum_{j=1}^p \beta_j h_{t-j} \qquad (18)$$

L'équation (18) fournit une explication de la variance conditionnelle du modèle (y_t) tel que $\left(V\left({}^{y_t}/_{y_{t-i}}\right) = V\left({}^{\varepsilon_t}/_{\varepsilon_{t-1}}\right) = h_t\right)$, tout en précisant que (y_{t-i}) fait référence à l'ensemble des valeurs passées $(y_{t-1}, \dots, y_0)$. À noter également que les coefficients $\left(\alpha_i \; et \; \beta_j\right)$ sont des réels, et le terme (Z_t) désigne le bruit blanc avec une espérance nulle. Quant à $\left(I_{\varepsilon_{t-i<0}}\right)$, il fait référence à la fonction indicatrice et est égal à 1 lorsque $(\varepsilon_{t-i} < 0)$. Le paramètre (φ_i) concerne l'impact asymétrique des innovations du processus (ε_{t-i}). Ainsi, lorsque ce paramètre est positif, son impact sur les innovations passées à l'instant $(t-i)$ se manifestera à l'instant *(t)* par une augmentation de la variance conditionnelle, et donc de la volatilité véhiculée par (y_t).

c)- Le modèle GARCH-X

Cette extension du processus GARCH inclut la volatilité instantanée du marché autant que variable supplémentaire explicative, et se présente comme suit :

$$h_t = \alpha_0 + \sum_i^q (\alpha_i \varepsilon_{i-1}^2 + \varphi_i \varepsilon_{t-1}^2) + \sum_{j=1}^p \beta_j \, h_{t-j} \qquad (19)$$

Dans ce modèle représenté de manière simplifié par l'équation (19), la volatilité instantanée procure plus d'informations sur l'ensemble des facteurs qui varient dans le temps, ce qui n'est pas possible avec la volatilité des séries temporelles.

d)- Le modèle Power-GARCH

Le modèle Power-GARCH est une extension du GARCH qui ne se réfère pas à la variance, mais à une déviation standard qui rend le modèle symétrique lorsque le paramètre (φ_i) est égal à 0 et ce quel que soit *(i)*.

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \sum_i^q \alpha_i \, (|u_{t-i}| - \varphi_i u_{t-i}) + \sum_{j=1}^p \beta_j \sigma_{t-i}^2 \qquad (20)$$

Dans cette équation, $(\sigma > 0)$, et $(|\varphi_i| \leq 1)$ pour les valeurs de *(i)* allant de 1 jusqu'à *(r)*, alors que $(|\varphi_i| = 0)$ pour $(i > 0 \; et \; r \leq p)$. Lorsque $(\sigma = 2)$ et $(\varphi_i = 0)$, l'extension Power-GARCH n'est plus retenue, et nous retrouvons le processus GARCH de base.

Tout au long de cette seconde section, nous avons tenté d'examiner les différentes connexions qui lient la volatilité au risque et à la rentabilité, en essayant d'établir quelques formalisations d'ordre mathématique. Ce qui nous a amenés à porter un regard critique sur différentes notions, telles que la normalité et la non-stationnarité des distributions des rentabilités.

Les autres points importants qui ont fait l'objet des précédents pages sont les outils de mesure du risque et par la suite de la volatilité. Les modèles de mesure présentés ainsi que leurs extensions nous permettent d'analyser les changements de régime de la volatilité, à travers l'étude du phénomène de regroupement de cette dernière et la formation de grappes. Ces points seront empiriquement examinés dans le cadre des marchés financiers américains, français et maghrébins dans la prochaine section.

Section 3 :

Valeur fondamentale ou notion de volatilité normale

L'une des définitions sur lesquelles repose la théorie de l'efficience informationnelle des marchés financiers suppose que les prix des actifs observés reflètent à tout moment toute l'information disponible et agrègent le comportement des investisseurs. Dès lors, lesdits prix obtenus sur le marché sont égaux à la valeur fondamentale de chaque actif. Encore faut-il qu'il y ait un moyen de déterminer cette valeur.

Cette section à travers une analyse approfondie de la notion de valeur fondamentale vise à justifier le choix que nous avons effectué dans notre étude empirique, et qui consiste à considérer une volatilité normale pour les actifs financiers plutôt que leur valeur fondamentale. Ainsi, après une brève définition de cette notion fortement contestée, nous reviendrons sur les multiples approches d'évaluation (ces dernières étant au cœur de la détermination de la valeur fondamentale), avant de nous intéresser aux différentes méthodes de calcul et d'estimation de celle-ci. Nous clôturerons cette section en nous intéressant conjointement au concept de valeur fondamentale et à la notion de volatilité normale à travers l'équilibre du marché, fondement de notre choix conceptuel.

3-1- Définition de la notion de valeur fondamentale

Si l'on s'en tient à la définition établie par Fama (1965), un marché efficient constitue, à tout moment, un excellent estimateur de la valeur fondamentale (appelée également valeur intrinsèque) des actifs financiers par le biais des prix qui y sont déterminés. Ce qui reviendrait à dire que les marchés efficients retranscrivent une estimation exacte de la valeur intrinsèque des titres cotés[200]. Ainsi, les deux préoccupations relatives à l'efficience informationnelle, d'une part, et à la problématique d'évaluation des actifs financiers, d'autre part, sont indissociables (Fama, 1991., p. 1576). Cependant, il est important de rappeler qu'il existe deux valeurs distinctes de l'entreprise :

[200] Selon Mignon (2008), les marchés décrits comme étant efficients sont des marchés ayant la capacité de produire avec une certaine exactitude des prix identiques aux valeurs fondamentales des actifs financiers cotés.

- Une valeur comptable : c'est la valeur de ses actifs obtenue par la soustraction de la valeur de marché desdits actifs des dettes de l'entreprise ;
- Une valeur financière : calculée à partir des *cash-flows*.

Le terme valeur fondamentale désigne, par définition, le prix théorique de l'actif en se référant à plusieurs variables telles que les éléments de l'actif de l'entreprise émettrice, ses résultats et ses éventuelles perspectives de croissance. D'une manière un peu plus générale, la valeur d'un titre financier est rattachée à une multitude de paramètres notamment sa croissance escomptée, les différents ratios qui lui incombent (de rentabilité, d'investissement et de fonds propres), ainsi que le niveau de cotation dont il fait objet. Le calcul de la valeur d'un actif financier passe indéniablement par l'estimation de son aptitude à générer de la valeur, et à prévoir les besoins des investisseurs et du marché sur lequel il est coté, notamment à travers la création de produits appropriés aux demandes des investisseurs. La capacité de certains titres financiers à créer de la valeur incite les investisseurs à les acquérir à des prix plus élevés, dans la perspective de rentabiliser cet écart d'acquisition en dégageant des bénéfices importants. Cette capacité de création de valeur dont jouissent certains titres financiers sont à l'origine du fait qu'ils soient surcotés.

La valeur fondamentale peut s'apprécier de différentes manières qui dépendent de la méthode utilisée pour son calcul et de l'interprétation qu'on lui assigne. Cependant, la méthode d'estimation de la valeur fondamentale, étant au cœur de toutes les opérations et des décisions d'investissement sur le marché, est d'une importance considérable. Habituellement, elle est admise comme étant le résultat de la valeur actuelle des flux futurs générés par ledit actif, notamment le dividende et son prix de revente. Dans ce même sillage, les postulats de la théorie classique fondée sur l'hypothèse d'anticipations rationnelles accordent une importance au risque véhiculé par les éventuels mouvements de volatilité que subissent les marchés en période d'instabilité. Ce dernier, étant intrinsèquement lié au marché, est pris en compte dans le calcul de la valeur fondamentale par le biais de la prime de risque calculée grâce au Modèle d'Equilibre Des Actifs Financiers (MEDAF). L'autre méthode de calcul de la valeur fondamentale consiste à suivre la démarche usuelle de l'analyse fondamentale, et qui s'articule autour des étapes suivantes : étude stratégique, analyse financière, analyse du marché, évaluation ensuite le conseil en investissement (Walter, Brian, 2008., p. 12). Selon ces mêmes auteurs, la détermination d'une « vraie » valeur fondamentale suit un certain nombre d'étapes qui se résument en premier lieu à la nécessité d'avoir une connaissance parfaite des comptes de l'entreprise ou des titres concernés. Dans un deuxième lieu, il est question de la mise en place

d'un scénario prévisionnel ayant pour objet de soutenir le travail d'évaluation. Ce scénario pouvant porter sur les financements, les investissements, les marges, mais aussi le niveau d'activité de l'entreprise convoitée. Dans un troisième et dernier temps, il s'agit de se faire une idée sur l'entreprise ou l'actif qui fait l'objet de l'étude à travers trois composantes : la valeur qui aura été déterminée sur la base des estimations, le prix observé sur le marché si le titre fait l'objet de cotation, et enfin un certain nombre de données de marché aussi bien historiques que prospectives. Ainsi, en suivant cette démarche à trois étapes, l'estimation de la valeur fondamentale se fera à travers le processus d'évaluation d'un actif qui détermine le prix le plus plausible qui donnerait lieu à la concrétisation d'une transaction portant sur ce titre.

3-2- Les approches du processus d'évaluation financière

Le calcul de la valeur dite fondamentale d'un actif financier nécessite un minimum de connaissances sur l'entreprise émettrice, qui est assujettie à un processus d'évaluation financière axé sur plusieurs méthodes et modèles de calcul que nous passons en revue brièvement dans les lignes qui suivent.

3-2-1- Les méthodes d'évaluation financière

L'objectif derrière l'évaluation financière d'une entreprise est double. Pour les propriétaires, le but ultime est de déceler les atouts et les faiblesses de leur société afin de procéder aux ajustements nécessaires, et ainsi mieux la valoriser aux yeux des éventuels acquéreurs et investisseurs. Ces derniers, de leur côté, procèdent à l'évaluation financière des entreprises non pas dans le souci de les valoriser, mais en vue d'orienter leurs choix d'investissement. C'est pourquoi le processus d'évaluation financière des entreprises repose généralement sur des paramètres objectifs tels que la santé financière de la société, sa position par rapport à son marché, à ses clients, à ses concurrents et à ses fournisseurs, etc.

a)- Méthode de valorisation patrimoniale

Comme son nom l'indique, cette méthode est basée sur l'évaluation du patrimoine de la société afin de déterminer sa situation nette (actif net), après déduction de ses dettes. D'une simplicité remarquable, cette première méthode consiste à calculer la somme algébrique de la valeur de l'actif de laquelle est soustraite la valeur du passif réévaluée. Cette approche bilancielle à caractère historique concerne généralement les entreprises ayant une importante

structure du bilan telle que les entreprises qui activent dans l'industrie ou les holdings financières[201], qui souhaitent évaluer leur valeur de remplacement ou de liquidation et céder les éléments de leur actif au détail, à la suite d'une décision de cessation d'activité.

Toutefois, la valorisation via une approche patrimoniale donne souvent lieu à une valeur très peu représentative de la réalité de l'entreprise du fait qu'elle soit basée sur des éléments historiques. En effet, une entreprise sans projets d'avenir est mieux valorisée qu'une entreprise ayant des projets attrayants, et ce en dépit des pertes générées par la première et de l'importante rentabilité dégagée par la seconde. Il s'agit donc d'une méthode purement statique qui omet le potentiel futur de la société et sa rentabilité.

b)- Méthode de valorisation par les multiples

Appelé également méthode comparative, analogique ou de barème, ce deuxième type de valorisation consiste à déterminer la valeur d'une entreprise en la mettant en perspective avec d'autres sociétés qui évoluent très souvent dans le même secteur d'activité – ou dans un secteur similaire – et qui présentent des caractéristiques comparables, en termes de taille, de croissance, de rentabilité … etc. L'idée d'appui de cette méthode est que le prix de deux actifs analogues doit être équivalent, sinon des opportunités d'arbitrages et de gain sans risque apparaîtraient sur le marché financier.

Deux démarches peuvent être appliquées dans la méthode de valorisation par les multiples. La première *'Comparable Compagny Analysis'* – multiples boursiers – consiste à établir une comparaison entre des entreprises non encore cotées avec leurs analogues qui le sont déjà, en se référant à certains agrégats financiers tels que le Résultat Net d'Exploitation, le Chiffre d'Affaires ou encore l'Excédent Brut d'Exploitation. La seconde démarche *'Precedent Transactions Analysis'* – multiples liés aux transactions comparables – concerne la comparaison de deux entreprises analogues cotées en bourse. Cependant, ces deux démarches présentent les mêmes limites en termes de difficulté de collecte d'informations et de leur fiabilité que ce soit sur les agrégats financiers des entreprises constitutives de l'échantillon de comparaison, ou des transactions boursières réalisées sur ces sociétés.

c)- Méthode basée sur l'appréciation des performances de l'entreprise

[201] L'approche patrimoniale est déconseillée dans le cas des entreprises qui activent dans le secteur des services ou les start-ups. Ces dernières sont caractérisées par leur faible intensité capitalistique.

Cette approche consiste à valoriser l'entreprise en se focalisant sur ses performances, notamment sa rentabilité et les bénéfices qu'elle est susceptible de dégager dans le futur, en s'appuyant sur l'hypothèse qu'elle restera en exploitation durant un avenir prévisionnel (Chapalin, 2004., pp. 113-114). La démarche adoptée dans cette méthode repose sur l'évaluation de l'aptitude de l'entreprise à générer des bénéfices dans le futur, et à en retrancher sa valeur tout en considérant la possibilité de non-réalisation de ces bénéfices éventuels. Ainsi, la valeur estimée de l'entreprise sera équivalente à la valeur actualisée des flux monétaires qui seront produits ultérieurement, que ce soient les dividendes, les bénéfices, les cash-flows, etc.

La particularité de la méthode basée sur l'appréciation des performances de l'entreprise est qu'elle est destinée aussi bien aux propriétaires de l'entreprise qui souhaitent la céder, qu'aux éventuels investisseurs qui se portent acquéreurs de ces actifs en lui permettant d'anticiper et d'estimer sa rentabilité prévisionnelle.

3-2-2- Analyse de la représentation mentale du processus d'évaluation

Selon Pluchart & Barbara (2014), l'organisation et le fonctionnement du processus d'évaluation financière répondent à une représentation qui varie en fonction des interprétations subjectives et des capacités cognitives des acteurs du marché (Fransman, 1998). La multiplicité des sources d'information[202] et la divergence des représentations mentales[203] des investisseurs conjugués aux différents biais cognitifs[204] qui les caractérisent, sont à l'origine de la pluralité des interprétations qu'ils font des informations disponibles, et par ricochet de l'orientation de leurs décisions d'investissement[205]. Ceci conduit à la pluralité des règles de décision qui conditionnent la perception en termes de formation des prix sur le marché (Tadjeddine., In : Walter & Brian, 2008).

De ce qui a été dit, il ressort que la représentation mentale du processus d'évaluation financière et du fonctionnement des marchés financiers met en relief trois approches différentes (Tadjeddine., In : Walter & Brian, 2008).

[202] Les séries historiques des cours, les annonces faites par les sociétés cotées, les rumeurs qui circulent sur le marché, la presse financière, etc.
[203] Les opérateurs présents sur le marché ont des opinions différentes sur la manière dont le marché fonctionne. Certains considèrent le marché financier comme étant le reflet de la réalité économique, d'autres le conçoivent comme « une partie d'un jeu à plusieurs joueurs ». Une autre catégorie le considère comme étant la représentation des opinions collectives (Tadjeddine., In : Walter & Brian, 2008).
[204] Parmi les biais cognitifs les plus documentés par la finance comportementale, nous pouvons citer : excès de confiance, surréaction, sous-réaction. Pour plus de détails voire Chapitre II (section 2 & 3).
[205] Pour plus de détails sur ce point voire Tadjeddine., In : Walter & Brian. 2008., pp. 117-137.

- Une approche fondée sur une représentation fondamentaliste selon laquelle le prix observé sur le marché est une approximation assez proche de la valeur fondamentale du titre en question ;
- Une approche basée sur une représentation stratégique selon laquelle les prix du marché se fixent en réponse au jeu de l'offre et de la demande sous l'influence des comportements des différents intervenants qui y sont présents ;
- Une approche bâtit à partir d'une représentation conventionnaliste qui met l'accent sur l'interactionnisme et qui suppose que les cours sont fixés par convention. À noter que le terme convention renvoie ici à l'opinion du marché.

a)- La représentation fondamentaliste

Cette représentation mentale s'inspire de la définition de l'efficience selon laquelle la valeur boursière d'un titre n'est autre que le reflet de sa valeur fondamentale, et les éventuels écarts observés sur le marché ne sont que la conséquence de phénomènes perturbateurs temporaires qui ne nuisent pas à l'objectivité de la valeur fondamentale (Pluchart, Barbara, 2014). Le choix d'une méthode d'évaluation financière dépend donc de la situation de l'entreprise[206].

Deux considérations diamétralement opposées entourent cette représentation dite fondamentaliste. La première plaide pour son caractère objectif. La deuxième considération fait valoir son côté subjectif. Ce paradoxe est lié à la représentation que se fait l'opérateur par rapport au processus de formation des cours boursiers. Dans le premier cas de figure, qui est l'assise de la représentation fondamentaliste, les opérateurs considèrent que les cours sont des données objectives (Challe., In : Walter & Brian, 2008), car obtenus à partir de paramètres exogènes au marché, et qui se résument aux anticipations et estimations faites par rapport aux bénéfices et aux performances futurs de la société émettrice. Cependant, le caractère anticipatoire des cours plaide en faveur de sa subjectivité, étant donné qu'il variera en fonction des provisions, des estimations et des considérations des investisseurs. C'est pourquoi les prix fixés sur le marché peuvent être considérés comme étant de nature conventionnelle (Tadjeddine., In : Walter & Brian, 2008).

[206] Ceci sous-entend que certaines méthodes sont plus adaptées que d'autres en fonction des situations. À titre illustratif, la méthode des multiples est privilégiée pour les titres qui ne sont pas cotés.

La perception qu'ont les agents qui adhèrent à ce premier type de représentation mentale est strictement identique à ce qu'énonce l'hypothèse d'efficience informationnelle, dans la mesure où ils considèrent le marché comme étant efficient. Dès lors, le prix sera fixé en fonction de la valeur fondamentale du titre, obtenue à partir de l'évaluation financière réalisée sur l'entreprise. En ce sens, les investisseurs ayant ce type de représentation mentale focalisent leurs efforts sur la collecte d'informations relatives aux performances futures de l'entreprise émettrice.

b)- La représentation stratégique

Contrairement à la première représentation fondée sur la valeur fondamentale, la représentation stratégique n'admet pas l'hypothèse d'efficience informationnelle des marchés financiers. Les agents qui développent ce type de représentation mentale admettent que l'étude des prix qui se forment sur le marché doit impérativement passer par l'analyse des comportements des investisseurs, étant donné que les règles de décisions dépendent également des anticipations. En d'autres termes, le mécanisme de formation des prix n'est plus soumis à des paramètres exogènes au marché – tel que mentionné dans la représentation fondamentaliste – mais il est, de surcroit, assujetti aux capacités cognitives et aux heuristiques comportementales des investisseurs.

Pour mieux comprendre cette représentation, Tadjeddine (In : Walter & Brian, 2008) assimile les scénarii qui se produisent sur le marché financier à des jeux où interagissent plusieurs investisseurs chacun avec ses propres intentions et croyances. Dans ce sillage, le processus de formation des cours se présente comme étant le produit de l'interaction des différentes opinions des investisseurs. Par conséquent, la représentation stratégique du marché suppose que la connaissance des cours qui s'y forment doit se faire à partir d'une analyse préliminaire portant sur les croyances des agents. Les anticipations de ces derniers étant à l'origine de toutes les transactions financières. Les positions acheteuse ou vendeuse que vont prendre les opérateurs ne sont, donc, pas prédéterminées, mais elles dépendent des anticipations faites sur les éventuels comportements des autres. Cette configuration d'autoréférentialité[207] (Orléan, 1988., Dupuy, 1989) des agents balaye toute objectivité relative à la situation

[207] Le terme « autoréférentialité » a été utilisé par Orléan (1988) et Dupuy (1989) pour qualifier la situation où chacun des investisseurs présents sur le marché essaye de prévoir la position que les autres vont prendre, afin d'orienter sa stratégie.

économique exogène au marché et aux paramètres communs objectifs sur la base desquels sont fondés les choix de placement[208].

En s'appuyant sur les principes fondamentaux de la finance comportementale, la représentation stratégique adopte une démarche intégrée qui tient compte aussi bien des processus décrits dans la théorie financière orthodoxe, mais aussi de la psychologie et de la sociologie qui régissent le fonctionnement des marchés (Ricciardy, Simon, 2000). Ce qui permet à cette démarche d'aller encore plus loin dans l'analyse du processus de formation des prix, en considérant le cadre comportemental[209] qui le domine. Dès lors, le processus d'évaluation perd de son objectivité du fait de son altération par les perceptions des agents, qui, à leurs tours, agissent sur le choix des dispositifs d'évaluation. Par conséquent, la notion de valeur fondamentale ne pourrait être déterminée via les modèles exposés plus haut. Elle serait la résultante de l'imbrication d'une multitude de facteurs d'ordre comportemental, évoluant sous l'influence de phénomènes réactionnels et psychologiques propres aux marchés financiers[210]. Pluchart & Barbara (2014) justifient le caractère « intersubjectif et inter-déterminé » de la valeur fondamentale par son accoutumance à quatre facteurs, notamment « les représentations mentales plus ou moins biaisées [des agents, leurs] intentions plus ou moins spéculatives [leurs] comportements plus ou moins irrationnels ou opportunistes [et enfin, les] pratiques ou conventions spécifiques des différents évaluateurs » (Pluchart, Barbara, 2014., p. 57).

c)- La représentation conventionnaliste ou interactionniste

À la différence de la représentation fondamentaliste et stratégique, ce dernier type de représentation mentale explique le fonctionnement du marché financier à travers une approche conventionnaliste. Selon cette démarche, les prix qui se forment sur le marché suivent une

[208] Keynes (1937) décrit cette situation de la manière suivante : « la technique de placement peut être comparée à ces concours organisés par les journaux où les participants ont à choisir les six plus jolis visages parmi une centaine de photographies, le prix étant attribué à celui dont les préférences s'approchent le plus de la sélection moyenne opérée par l'ensemble des concurrents. Chaque concurrent doit donc choisir non le visage qu'il juge lui-même le plus joli, mais ceux qu'il estime les plus propres à obtenir le suffrage des autres concurrents, lesquels examinent tous le problème sous le même angle. Il ne s'agit pas pour chacun de choisir les visages qui, autant qu'il en puisse juger, sont réellement les plus jolis ni même ceux que l'opinion moyenne considérera réellement comme tels. Au troisième degré où nous sommes déjà rendus, on emploie ses facultés à découvrir l'idée que l'opinion moyenne se fera à l'avance de son propre jugement. Et il y a des personnes, croyons-nous, qui vont jusqu'au quatrième ou cinquième degré ou plus loin encore. » (Keynes.,1937., p. 171).

[209] L'approche stratégique rebute l'hypothèse d'efficience, de rationalité des agents et l'usage de la fonction d'utilité. Selon Pluchart & Barbara (2014), la nature perceptuelle des individus et leurs biais comportementaux, émotionnels et cognitifs asservissent l'évaluation financière de l'entreprise.

[210] Tels que le mimétisme, la contagion ou encore l'intrusion des émotions dans le processus de prise de décision.

certaine régularité, issue de signaux qui affectent les décisions des agents. En d'autres termes, cette approche stipule que tous les opérateurs qui sont présents sur le marché réagissent aux mêmes signaux, et s'accordent sur les mêmes processus d'explication de formation des prix. On parlera dès lors d'un fonctionnement par convention qui reflète l'interaction des agents et de l'ensemble de leurs opinions. D'après la définition de Montmorillon (1999), le fonctionnement conventionnaliste s'apparente à un « dispositif cognitif collectif [qu'il désigne sous le nom de] (référentiel commun) permettant à un acteur confronté à une situation où ni le calcul rationnel ni l'établissement d'un contrat ne déterminent l'action […] d'opter pour un comportement adéquat ».

La raison principale qui pousse les opérateurs à se rallier à cette représentation mentale, n'est autre que leur ultime conviction que c'est l'opinion collective qui détermine les mouvements du marché – et par ricochet le niveau général des prix – sur le court terme. En effet, à partir du moment où la plupart des agents réagissent par convention et de manière coordonnée à un même signal, et approuvent le même mécanisme de formation des prix d'équilibre, la validité de leurs anticipations devient véridique. Nonobstant que sur le long terme, les fluctuations du marché ne puissent se justifier par l'opinion générale (Tadjeddine., In : Walter & Brian, 2008), car d'autres facteurs interviennent dans la formation des prix.

La représentation conventionnaliste, qui ne tient pas compte du cadre comportemental ni psychologique du marché, s'appuie sur leur « construction sociale » (Berger, Luckman, 1967), d'une part, et l'interprétation des signaux qui peuvent être aussi bien endogènes qu'exogènes[211], d'autre part. Par ailleurs, cette approche met en relief le principe de « l'intersubjectivité » (Pluchart, Barbara, 2014) selon lequel les agents font preuve d'une « rationalité stratégique » en considérant, dans leurs processus de prise de décision, l'ensemble des intentions et des actions de leurs homologues sur le marché, d'où l'appellation « interactionniste ». Ainsi, il apparait que l'évaluation financière d'une entreprise – et d'un titre coté – ne devrait pas se limiter uniquement à la triviale procédure de calcul de la valeur dite fondamentale via une formalisation mathématique, pour la simple raison que les agents, lors du processus d'évaluation, intègrent des conventions[212].

[211] Comme signal endogène, nous pouvons citer les résultats de l'entreprise ou les informations relatives à sa performance. Les signaux exogènes, quant à eux, concernent à titre d'exemple les informations relatives à la situation macroéconomique.

[212] Ceci signifie que les non-observations des agents peuvent être à l'origine d'effets négatifs, selon Durkheim (cité par Pluchart, Barbara, 2014). De même, ses conventions s'inscrivent dans un mouvement de mimétisme rationnel, selon Gomez (cité par Pluchart, Barbara, 2014).

Dans ce même ordre d'idées, l'intersubjectivité des interprétations provient des explications et des traductions que font les agents lors de l'analyse de graphiques représentant les évolutions historiques des cours des titres. En effet, il a été démontré[213] que l'étude technique permet, dans certains cas, de faire des projections et des anticipations sur les évolutions futures des cours, par le biais de la « détection de configuration » (Tadjeddine., In : Walter & Brian, 2008). Par conséquent, les cours qui se forment sur le marché seraient intimement liés aux interprétations subjectives que font les opérateurs des configurations détectées lors de l'analyse technique de l'historique des cours. Nous relevons ici une importante contradiction avec la forme faible de l'efficience, qui remet en cause la pertinence du recours à l'analyse technique dans la détermination de projections futures.

Selon le constat de Pluchart & Barbara (2014), les approches dont a fait objet le processus d'évaluation financière des entreprises s'inscrivent beaucoup plus dans le cadre normatif et objectif, qui s'inscrivent dans le cadre de l'ingénierie financière classique.

Les trois représentations mentales du processus d'évaluation des entreprises et de formation des prix en bourse sont résumées dans le Tableau III.1 ci-après.

Tab. III.1. Registre de signification des représentations mentales du processus de formation de prix

Type de la représentation mentale	Fondamentaliste	Stratégique	Conventionnaliste (interactionniste)
Modélisation[214]	$S_t = P_t$	$S_t = f(\theta_s, \theta)$	$S_t = g(Y)$
Formation du cours	La valeur dite fondamentale	Les croyances des autres agents	L'opinion globale du marché
Nature de l'évaluation	Objective	Subjective	Intersubjective
	Analyse financière classique sur les données	- Concurrence imparfaite ; - Théorie des jeux	- Convention ; - Modèle de bulles rationnelles

[213] Notamment dans le travail de Amat & Puig (1991).

[214] (S_t) Désigne le cours sur le marché, (P_t) renvoie à la valeur fondamentale ; ce qui sous-entend que le cours est égal à la valeur fondamentale. Dans la seconde équation, le cours (S_t) est une fonction (f) de la demande de l'agent (s) et de celle des autres agents, noté $\left(f(\theta_s, \theta_1, \theta_2, \theta_3, \dots, \theta_n)\right)$. Dans la dernière équation, le cours (S_t) est une équation notée (g) d'un signal ou d'un ensemble de signaux (Y) (Tadjeddine., In : Walter & Brian. 2008, pp. 120-125.

Ce que le spéculateur doit connaître	La valeur fondamentale	Les règles de décision des autres	La régularité et le signal conventionnel

Source : Tadjeddine., In : Walter & Brian. 2008, p.125.

3-3- Les outils de calcul de la valeur fondamentale

Tandis que les méthodes d'évaluation financière des entreprises sont établies à partir du passé des sociétés, les éventuels acquéreurs qui sont susceptibles de s'intéresser aux titres de celles-ci accordent une importance particulière à leurs perspectives. Ils tiennent compte, à titre illustratif des free cash flows futurs, et des dividendes que les sociétés peuvent potentiellement générer, etc. C'est pourquoi, les outils de calcul de la valeur fondamentale portent généralement sur des ratios tels que le PER et le Q de Tobin, ainsi que des méthodes d'estimation basées sur d'actualisation des free cash-flow ou des dividendes futurs. En ce sens, les outils de calcul de la valeur fondamentale peuvent être considérés comme des méthodes prospectives.

3-3-1- Les méthodes d'actualisation des flux de trésorerie *'Discounted Cash Flows : DCF'*

L'actualisation des flux de trésorerie[215] est une méthode de valorisation fondamentale permettant d'estimer la valeur d'un actif financier ou d'une entreprise. Son approche consiste à calculer la somme des flux de trésorerie disponibles – après déduction des impôts – et à les actualiser, par la suite, à un taux qui permet de refléter le niveau de risque que comporte la détention de l'actif, ce qui se traduit par l'exigence de rémunération des pourvoyeurs de fonds de ladite société. L'avantage principal de cette méthode est qu'elle permet de valoriser les flux de trésorerie produits après avoir fait valoir les actifs et les dettes de la société, plutôt que de valoriser ses actifs et ses dettes.

Comme toute autre méthode, l'approche DCF est élaborée sur la base d'un certain nombre d'hypothèses sous-jacentes à une valorisation notamment, le taux d'actualisation des flux futurs qui, par construction, doit refléter la structure financière de l'activité de l'entreprise et son niveau de risque. La seconde hypothèse porte sur les prévisions de rentabilité, de

[215] Par définition, les flux de trésorerie correspondent au montant de l'argent encaissé ou décaissé par une entreprise durant une période déterminée. Ils sont composés des liquidités produites par l'activité d'exploitation de la société après avoir procédé au financement de ses investissements et de ses besoins en fonds de roulement. Le calcul des flux de trésorerie disponible s'effectue comme suit :
Flux de trésorerie disponibles = Résultat d'exploitation – Impôts sur la société – Variation du besoin en fonds de roulement + Dotation aux amortissements – Investissements.

croissance et d'investissement sur le long terme. On en déduit ainsi, que le recours à la méthode d'actualisation des flux de trésorerie futurs nécessite la mise en place d'un Business Plan, dans le souci de modéliser les flux économiques que va générer l'entreprise.

L'équation qui permet d'actualiser les flux de trésorerie future s'écrit comme suit :

$$V = \sum_{i=0}^{\infty} \frac{FTD}{(1+CMPC)^i}$$

Avec (V) la valeur terminale de l'entreprise (FTD) les flux de trésorerie disponibles *'free cash flows'* (CMPC) le coût moyen pondéré du capital, et (i) la période estimée des flux.

La mise en pratique de cette formule implique une projection sur l'infini, en termes d'estimation des flux de trésorerie futurs disponibles, mais dans la réalité cette approche est impossible. Pour y remédier, l'horizon de calcul est scindé en deux parties. La première partie a trait à la détermination d'un horizon prévisionnel dit explicite, qui correspond au calcul puis à l'actualisation de flux de trésorerie sur le nombre d'années du Business Plan. La deuxième partie consiste à cantonner l'horizon de calcul, en estimant une valeur terminale (V) de l'entreprise. En réalité, subséquemment à l'horizon explicite, l'estimation de la valeur de l'entreprise devient plus compliquée à cause de l'absence d'un Business Plan, et de la difficulté de faire des projections. De ce fait, on se contente de calculer une valeur résiduelle[216] de l'entreprise.

Parmi les méthodes d'évaluation DCF, nous avons également la méthode d'actualisation des dividendes futurs, le modèle DDM de Fisher, celui de Gordon Shapiro ainsi que la méthode de Bates.

[216] Le calcul de la valeur résiduelle de l'entreprise s'effectue principalement selon trois démarches distinctes. La première est une approche explicite, qui consiste à applique un multiple de solde de gestion (ça peut être le chiffre d'affaires, l'EBIT ou encore l'EBITDA) au solde de l'entreprise pour l'année (n) – $Valeur\ Terminale = Solde \times Multiple$ –. La seconde approche est la méthode de McKinsey, qui consiste à calculer la valeur continuelle (valeur terminale) selon la formule des facteurs de création de valeur : $Valeur\ continuelle = \frac{NOPLAT_{T+1}(1-g/ROIC_I)}{WACC-g}$. Avec $(NOPLAT_{T+1})$ le niveau normalisé du résultat d'exploitation moins les impôts corrigés de la première année suivant la période de prévision explicite, $(ROIC_I)$ le taux de rentabilité attendu sur de nouveaux investissements, $(WACC)$ le coût moyen pondéré du capital, (g) le taux de croissance perpétuel attendu pour le NOPLAT. La troisième approche consiste à suivre la méthode de Gordon Shapiro, qui a trait à l'actualisation du flux de trésorerie disponible de la dernière année de prévision au coût moyen pondéré du capital, ceci en prenant en considération le taux de croissance à l'infini. La formalisation mathématique de cette méthode est la suivante : $V_r = \frac{FCF_n(1+g)}{(t-g)}$. Avec (V_r) la valeur résiduelle, (FCF_n) le flux de trésorerie disponible pour l'année (n), (g) le taux de croissance à l'infini et qui doit impérativement donner une image sur la capacité moyenne de l'entreprise à dégager de la trésorerie tout en assurant le maintien d'un certain niveau d'investissement, (t) le coût moyen pondéré du capital.

a)- Les méthodes d'actualisation des dividendes futurs *'Dividend Discounted Model : DDM'*

L'actualisation des dividendes est la méthode la plus directe et intuitive (Palard & Imbert. 2013) permettant de valoriser une action. Fondées sur le même principe que la méthode d'actualisation des flux de trésorerie, les méthodes DDC supposent que la valeur d'une action est égale à la valeur des flux de dividendes qu'elle va générer dans le futur. En admettant que ces flux quantifient la richesse des actionnaires, la valeur d'une action selon les méthodes DDM est estimée en ramenant à leur valeur présente agrégée les dividendes futurs engendrés par ladite action. Pour ce faire, le taux d'actualisation utilisé est le coût des capitaux propres. Il apparait ainsi que la politique de dividendes adoptée par l'entreprise est un facteur décisif dans ce type d'étude. En effet, en fonction de la politique suivie, un taux de distribution '*pay out ratio'* et un taux de croissance du dividende seront déterminés. Ces deux critères, conjugués à l'étude des caractéristiques de l'entreprise, permettent de définir la méthode d'actualisation la plus adéquate. En effet, plusieurs variantes du DDC existent au gré d'un taux de croissance constant pour les dividendes, ou d'un taux de dividende constant.

Dans ce qui suit, nous nous intéresserons au modèle d'Irving Fisher, de Gordon Shapiro, et celui de Bates.

b)- Le modèle DDM d'Irving Fisher

Appelée également « modèle à croissance nulle », l'approche de Fisher stipule que la valeur d'une action est égale au flux de dividendes futurs qu'elle génère. Ce qui se traduit mathématiquement par la formule suivante.

$$V = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{Div_n}{(1+t)^n} \qquad (1)$$

Avec (V) la valeur actuelle, (t) le taux d'actualisation et (Div_n) le dividende versé pour l'année (n). Les hypothèses sur lesquelles est basé ce modèle se résument en trois points :

- Les dividendes sont constants – et sont égaux soit au dernier dividende versé, soit à la moyenne des dividendes versés –, et leur croissance est nulle ;
- Le taux de distribution de bénéfice est immuable ;
- Le délai de détention de l'action est infini.

L'équation précédente prendra alors la forme suivante :

$$V = Div \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{(1+t)^n}$$

Le raisonnement suivi par Fisher consiste à poser la somme d'une suite géométrique $s = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{(1+t)^n}$, de premier terme $\frac{1}{1+t}$ et de raison $\frac{1}{1+t}$. Ce qui donnera l'équation suivante :

$$s = \left(\frac{1}{1+t}\right) \frac{\left(\frac{1}{1+t}\right)^n - 1}{\frac{1}{1+t} - 1}$$

Dans cette équation, lorsque (n) tend vers l'infini, on aura :

$$s = \left(\frac{1}{1+t}\right) \frac{-1}{\frac{-t}{1+t}} = \frac{1}{1+t} \times \frac{1+t}{1}$$

D'où : $s = \frac{1}{t}$. Ainsi, par remplacement de la valeur (s) dans l'équation initiale, la formula DDM de Fisher s'écrira comme suit :

$$V = \frac{Div}{t}$$

Certes, la valorisation des actions via la méthode d'Irving Fisher présente l'avantage d'être simple et accessible, et « mets l'actionnaire dans la position du détenteur d'une rente perpétuelle » (De La Chapelle., In : Walter & Brian, 2008, p. 16). Cependant, elle ne tient pas compte des perspectives de croissance du dividende liées aux éventuelles rentabilités futures de l'entreprise. Ce qui a comme conséquence la sous-valorisation de l'action par rapport à la réalité du marché. En outre, le modèle d'Irving Fisher présente la limite de sa très forte dépendance de la politique de distribution de l'entreprise, d'une part, et son incapacité à évaluer les dividendes en se projetant sur une longue période. De même, le taux de croissance du dividende et le taux d'actualisation conditionnent la valeur de l'entreprise, du fait de la très forte dépendance du résultat de ces deux paramètres. Ajouté à l'irréalisme des hypothèses du modèle, notamment celle qui suppose la constance des dividendes. Pour pallier ces insuffisances, le modèle de Gordon Shapiro propose une approche plus concrète.

c)- Le modèle DDM de Gordon Shapiro

Le modèle proposé par Gordon & Shapiro (1956) est un modèle à taux de croissance constant, qui permet d'apprécier la valeur d'une action en actualisant, à l'infini, les éventuels dividendes qu'elle va générer dans le futur à un taux de rendement attendu par les actionnaires.

Dans le souci de présenter une version améliorée du modèle de Fisher, Gordon & Shapiro intègrent d'autres hypothèses, notamment :

- La constance des taux de croissance des dividendes que vont, éventuellement, percevoir les actionnaires ;
- Les investisseurs anticipent un taux de rentabilité de l'entreprise plus important que le taux de croissance des dividendes[217] ;
- Lors du calcul de la valeur de l'action, les plus ou moins-values engendrées par les éventuelles hausses ou baisses des cours, ne sont pas prises en considération.

À partir de ces hypothèses, la formulation de base du modèle Gordon Shapiro s'écrit comme suit :

$$V_0 = \frac{Div_1}{t-g}$$

Sachant que (g) représente le taux de croissance constant. Il serait ainsi possible de mettre en place une estimation de l'aptitude de l'entreprise à générer des bénéfices sur la base d'un seul dividende représentatif, et selon les taux de rendements espérés par les détenteurs du capital. Toutefois, le modèle DDM de Gordon Shapiro présente, lui aussi, des limites relatives à son cadre restrictif et au non-réalisme des hypothèses sur lesquelles il est bâti. Parmi ces limites, nous pouvons citer deux points essentiels. Le premier concerne le taux de croissance des dividendes à l'infini, qui est difficilement réalisable, car l'environnement dans lequel évoluent les entreprises est itératif. Le second point porte sur la constance du taux de croissance des dividendes qui n'est pas toujours vérifiable. En effet, ce taux dépend de la rentabilité de l'entreprise, de la décision de ces dirigeants, et de l'environnement dans lequel elle évolue.

À eux deux, ces modèles (celui de Fisher et Gordon Shapiro), la contrainte d'être intimement liés à la politique de distribution de dividende qu'adopte la société émettrice. C'est pourquoi d'autres approches de valorisation existent, à titre d'exemple le modèle de Bates et la méthode d'actualisation des flux de trésorerie.

d)- La méthode de Bates

Le modèle de Bates est l'une des approches de valorisation des entreprises les plus utilisées. Elle est fondée sur une démarche actuarielle qui considère les bénéfices que la société

[217] Dans le cas où le taux de croissance du dividende dépasse le taux de rentabilité anticipé par les investisseurs, l'estimation de la valeur de l'action – et de l'entreprise – sera négative.

va générer dans le futur, ainsi que le taux de distribution de ses dividendes. Cependant, dans le souci de fournir une meilleure représentation du futur, le modèle de Bates intègre d'autres facteurs tels des périodes successives durant lesquelles l'entreprise affiche un taux de croissance constant de son résultat – et par ricochet du dividende –, ainsi qu'une « valeur terminale qui borne l'horizon d'actualisation sur une période finie, et correspondante dans la pratique à la revente du titre sur le marché » (Palard, Imbert, 2013).

Le point de départ du raisonnement mathématique considère que pour estimer la valeur d'une entreprise, il suffit de calculer la somme actualisée de ses dividendes futurs considérés sur un nombre (n) d'années, majorée de la valeur terminale actualisée à l'année (n). Ce qui se traduit par la formule suivante :

$$V = \sum_1^n \frac{Div_i}{(1+t)^n} + \frac{V_n}{(1+t)^n}$$

Avec (V) désigne la valeur actuelle, (Div_i) représente le dividende pour l'année (i), (t) indique le taux d'actualisation, et (V_t) renvoi à la valeur terminale. Toutefois, d'autres hypothèses plus rigoureuses viennent se juxtaposer aux hypothèses de base. Celles-ci supposent que la constance du taux de distribution (d), d'une part. Et la croissance du bénéfice net engagé et du dividende, d'autre part. Par ailleurs, le modèle de Bates intègre le PER[218], en introduisant la notion de PER d'entrée (PER_0) qui désigne la valeur actuelle de l'entreprise, et de PER de sortie (PER_n) qui renvoie à la valeur de fin de période, sachant que[219] :

$$PER_0 = \frac{V_0}{BE_0} \qquad \text{et :} \qquad PER_n = \frac{V_n}{BE_n}$$

Le dividende pour l'année (i) s'écrira alors comme suit : $Div_i = d.BE_i$

En calculant le dividende pour l'année (i+1), et en faisant ressortir (V_0) et (V_n), on aura :

$$Div_{(i+1)} = Div_i(1+g) = d.BE_i(1+g) \qquad (1)$$

$$V_0 = PER_0.BE_0 \qquad (2)$$

$$V_n = PER_n.BE_n \qquad (3)$$

Si l'on remplaçait les trois équations (1), (2) et (3) dans la formule de départ, on aura :

[218] Pour plus de détails sur la notion de PER, voire le Chapitre II (section 2).
[219] (BE) indique le bénéfice net dégagé par la société.

$$PER_0.BE_0 = \sum_{i=1}^{n} \frac{d.BE_0(1+g)^i}{(1+t)^i} \times \frac{PER_n.BE_0(1+g)^n}{(1+t)^n}$$

D'où : $$PER_0 = d.\sum_{i=1}^{n} \frac{(1+g)^i}{(1+t)^i} + PER_n \left(\frac{1+g}{1+t}\right)^n$$

Après simplification, on obtient :

$$PER_0 = d.\frac{1+g}{g-1}.\left[\left(\frac{1+g}{1+t}\right)^n - 1\right] + PER_n \left(\frac{1+g}{1+t}\right)^n \quad (4)$$

Après introduction des coefficients (α) et (β) dont les valeurs peuvent être directement extraites des tables de Bates relativement au taux de rentabilité requis et au taux de croissance déterminé. Ces deux coefficients sont respectivement égaux à :

$$\alpha = \left(\frac{1+t}{1+g}\right)^n \qquad \text{et :} \qquad \beta = \left(\frac{1+g}{g-1}\right) \times (1-\alpha)$$

Après avoir remplacé les coefficients (α) et (β) dans l'équation (4), le modèle de Bêtes prendra alors la formule suivante :

$$PER_n = PER_0.\alpha - d.\beta$$

Le modèle de Bates offre l'avantage d'estimer la valeur actuelle de la société en se basant sur un référentiel d'entreprises analogues sans pour autant négliger les caractéristiques propres à la société concernée. Dans le souci de garantir la pertinence de cette approche, les entreprises sélectionnées en tant que référence, doivent remplir certaines conditions notamment, exercer dans le même secteur d'activité, avoir une taille commensurable, avoir des perspectives de croissance semblables, de même pour le PER, le taux de croissance des bénéfices et le taux de distribution. Par ailleurs, le recours au modèle de Bates dans la valorisation des actions implique que les perspectives de croissance et de taux de distribution se confondent avec celles du secteur dans lequel évolue la société émettrice. Par conséquent, le PER de l'entreprise serait égale à celui de son secteur d'activité. Il est également important de noter que le recours à la méthode de Bates ne permet pas d'avoir un chiffre précis représentant la valeur de l'entreprise. En réalité, cette approche donne une estimation approximative qui dépend de la nature des hypothèses mises à profit.

Le modèle de Bates comme tous les autres modèles présente lui aussi des limites. Ces dernières sont principalement liées au choix du référentiel de sociétés comparables, et à la prise en compte des différents aspects qui caractérisent la société comparée. On citera ici le cas des

sociétés ayant un profil de croissance irrégulier, à titre d'exemple les entreprises qui profitent d'un avantage concurrentiel momentané, les entreprises en retournement[220] ou encore celle dont d'importants contrats arrivent à échéance. Dès lors, l'application de la méthode de Bates devient inadaptée, car le recours à un PER, calculé sur la base d'un benchmark de sociétés hétérogènes, a tendance à erroné la valorisation. Le manque de pertinence de cette méthode, dans ce cas de figure, provient en grande partie de la singularité des cycles d'évolution que connaît ce type de sociétés. En effet, dans la majeure partie des cas, les entreprises qui ont un profil de croissance atypique subissent, sur le court terme, une évolution médiocre, avant de s'aligner sur des performances plus ou moins identiques à celles de leurs homologues.

Déterminer la valeur fondamentale d'une entreprise via l'une des méthodes DCF présentées plus haut passe par plusieurs étapes, et nécessite de réaliser plusieurs tests. Dans un premier temps, il est question de procéder au calcul des flux de trésorerie disponibles pour toutes les années figurant dans le Business Plan. Dans un second temps, il y a lieu de procéder à l'actualisation de ces flux, après avoir estimé le taux d'actualisation correspondant. Par la suite, l'étape suivante consiste à borner l'horizon prévisionnel explicite en calculant une valeur terminale ou résiduelle à travers différentes méthodes (la méthode explicite, celle de Gordon Shapiro ainsi que celle de McKinsey). Puis vient l'étape de valorisation de l'entreprise à travers le calcul de la valeur actuelle des flux de trésorerie disponible sur l'horizon prévisionnel explicite, majoré de la valeur finale arrêtée pour la fin de cette période. Enfin, la dernière étape consiste à réaliser des tests de sensibilité. À noter que les résultats obtenus par la méthode DCF dépendent en grande partie de cette dernière phase, car la valeur de l'entreprise étant très sensible au taux d'actualisation et au taux de croissance à l'infini, ces derniers l'affectent considérablement. De ce fait, la détermination de l'influence desdits paramètres (taux d'actualisation et taux de croissance à l'infini) sur la valeur actuelle de l'entreprise s'effectue via des tests de sensibilité. Ces tests sont réalisés moyennant une matrice ou un tableau comprenant des valeurs du taux d'actualisation (t) allant de (t-1,5) jusqu'à (t+1,5), et des valeurs du taux de croissance à l'infini (g) allant de (g-1,5) jusqu'à (g+1,5). La possibilité d'examiner la sensibilité de la valeur de l'entreprise par rapport à ces paramètres constitue l'un des plus importants avantages de la DCF, qui présente entre autres la particularité d'être orientée vers les perspectives de la société fournies grâce aux informations fiables disponibles dans le Business Plan.

[220] Le terme « entreprise en retournement » est utilisé pour désigner une société qui table sur une importante croissance des résultats dans les prochaines années.

3-3-2- La méthode de la valeur économique ajoutée *'Economic Value Added : EVA'*

À l'instar des autres outils de calcul de la valeur fondamentale, la méthode de la valeur économique ajoutée a pour objectif l'évaluation et la valorisation des entreprises par le biais de leurs flux futurs. Cette méthode, mise en place par J.Stern et B.Stewart, considère que la valeur d'une société peut être obtenue à partir de la somme actualisée de ses flux futurs.

Si l'EVA s'est imposée comme l'outil le plus symbolique de la valeur et le plus opulent sur le plan analytique, c'est parce qu'elle présente l'avantage d'intégrer plusieurs variables relatives à l'entreprise notamment, le risque auquel elle est exposée, sa croissance, et la pérennité des résultats sur la base desquels sont retraitées les données comptables non représentatives de la réalité économique. De ce fait, l'EVA cherche à établir un lien entre les perspectives stratégiques de l'entreprise et ses initiatives opérationnelles de telle sorte à mesurer la création de valeur de l'entreprise sur la base d'une période annuelle, en ayant comme élément de comparaison le coût du capital investi par rapport à la rentabilité qu'il dégage. Mathématiquement, cette première approche de l'EVA se traduit comme suit :

$$EVA = CI \times (ROCE - WACC)$$

Avec :

- CI : les capitaux engagés (investi) ou l'actif économique qui est calculé à partir de la somme des actifs immobilisés et du besoin de l'entreprise en fonds de roulement ;
- ROCE : *'Return On Capital Employed'*, qui signifie la rentabilité des capitaux engagés. Cette variable est obtenue à partir de la division du résultat d'exploitation (RE) sur les capitaux mobilisés (CE) afin de générer ledit résultat, soit : $ROCE = {RE}/{CE}$;
- WACC : le coût du capital.

L'interprétation de l'EVA dépend du résultat obtenu. En effet, celle-ci peut être positive ou négative. Dans le cas où l'EVA est positive, elle indique que la société est créatrice de richesse pour les détenteurs de capitaux. Ce qui signifie qu'elle arrive à dégager une rentabilité qui dépasse nettement le coût des fonds propres dont elle dispose. En revanche, lorsque l'EVA est négative, ceci indique que la société est destructrice de valeur, car sa performance ne lui permet pas de couvrir les coûts que nécessitent les financements auxquels elle fait appel (Cherif, Dubreuille, 2005). Ainsi, l'EVA augmenterait dans trois cas de figure. D'abord, lorsque le capital est investi dans des projets qui produiraient plus d'argent que le coût total du capital.

Ensuite, dans le cas où le résultat économique s'accroitrait sans pour autant faire appel à des capitaux supplémentaires. Enfin, lorsque l'entreprise décide de se séparer des activités dont la rentabilité est inférieure par rapport au coût moyen pondéré du capital. Cependant, l'EVA serait en baisse si l'entreprise investi dans des projets dont la rentabilité est inférieure au coût du capital. De même, l'EVA diminuerait lorsqu'il y a un manque à gagner pour l'entreprise, c'est-à-dire quand les dirigeants qui sont à la tête de la société manquent l'opportunité de se saisir d'un investissement dont les gains potentiels dépassent le coût du capital.

Selon Layani (2015), la valeur économique ajoutée de l'entreprise peut également être estimée à partir de son résultat d'exploitation minoré de la rémunération des capitaux investis. Ce qui se traduit par la formule suivante :

$$EVA = REX(1-t) - CMPC \times CI$$

La valorisation d'une entreprise via la méthode de l'EVA suppose l'estimation d'une valeur résiduelle (VR). Toutefois, sur un horizon infini et au-delà de l'horizon explicite, le calcul de la valeur résiduelle s'effectue à travers deux hypothèses.

- La première consiste à admettre la constance de l'EVA à l'infini :

$$VR = \frac{EVA_n}{CMPC}$$

- La seconde consiste à faire appel à un taux constant à l'infini (g) :

$$VR = \frac{EVA_n(1+g)}{CMPC-g}$$

Ainsi, l'équation finale de la valorisation des entreprises par la méthode de l'EVA s'écrit comme suit :

$$V = CI_0 + \sum_{i=1}^{n} \frac{EVA_i}{(1+CMPC)^i} + \frac{VR}{(1+CMPC)^n}$$

Sachant que (V) désigne la valeur de l'entreprise, (VR) fais référence à la valeur résiduelle ou terminale, et (CI_0) le capital initialement investi.

L'EVA prévoit également une méthode de valorisation des entreprises cotées en bourse à travers la MVA *'Market Value Added'* qui permet de mesurer la valeur créée sur le marché financier. Celle-ci est obtenue moyennant le calcul de la somme des EVA prévues pour les années à venir actualisées au coût du capital.

$$MVA = \sum_{i=1}^{\infty} \frac{EVA_i}{(1+CMPC)^i}$$

Dans le cas d'une entreprise cotée, la MVA est égale à :

$$MVA = Capitalisation\ boursière + Valeur\ de\ la\ dette - Actif\ économique$$

De ce fait, la valorisation d'une société cotée en bourse répond à la formule suivante :

$$V = Actif\ économique - MVA$$

Le recours à l'EVA dans le cadre de la valorisation des entreprises, et plus particulièrement l'estimation de leur valeur fondamentale procure une meilleure représentation de la situation économique de la société, grâce au retraitement des données comptables. Cependant, cette démarche a été également adoptée dans le cadre des *cash-flows*, mais un degré moins performant que l'EVA, car la notion de *cash-flow* élimine, par définition l'ensemble des comptes qui ne représentent pas des flux, tandis que l'EVA tient compte des dotations et reprises sur amortissement ainsi que les provisions d'exploitation.

3-4- Valeur fondamentale ou notion de volatilité normale

Dans le souci de donner plus de pertinence à notre modèle, il nous a semblé opportun de justifier le bien-fondé de l'ensemble des concepts que nous avons sélectionnés avec beaucoup de rigueur. Dans les lignes qui suivent, nous justifierons le choix de nos outils conceptuels, notamment pourquoi avons-nous fait appel à l'équilibre du marché (prix d'équilibre) pour adopter la notion de volatilité normale plutôt que celle de valeur fondamentale.

3-4-1- Distinction entre valeur fondamentale et prix

Une importante ambiguïté existe entre ces deux notions fondamentales de la finance (valeur et prix). Néanmoins, la frontière qui les sépare est assez considérable.

Dans le sillage de l'évaluation et de l'estimation de la valeur des entreprises, celle-ci est assimilable à la valeur de ses actifs. Le travail d'évaluation correspond, donc, à la détermination d'une fourchette de valeurs dans laquelle se situerait la valeur de ses capitaux propres, additionné à sa dette financière nette. En revanche, le prix de l'entreprise (ou de ses actifs) équivaut au coût qu'un opérateur ou un investisseur est prêt à débourser pour acquérir les actifs

de la société. Le prix est, par conséquent, le résultat du processus de négociation entre l'acheteur et le vendeur (Palard, Imbert, 2013), ou le produit de la confrontation des ordres d'achat et de vente sur le marché, lorsqu'il s'agit d'un actif déjà coté.

Herlin (2008) pose la question de la dichotomie entre valeur fondamentale et prix. À cet effet, il oppose deux sphères dans lesquelles se situent les deux notions. Pour analyser cette « dichotomie », il y a lieu de situer chaque notion dans sa sphère respective. Ainsi, la valeur fondamentale, qui comme son nom l'indique est déterminée à partir des fondamentaux économiques (à savoir les données d'ordre macroéconomiques et la santé financière de l'entreprise), dépend de la sphère réelle. Tandis que les prix observés sur le marché financiers sont la conséquence des anticipations et des décisions prises par les opérateurs. Ces derniers, élaborent leurs décisions et orientent leurs investissements à partir des informations dont ils disposent, mais aussi en adoptant quelques fois des comportements suiveurs, dans le souci de calquer leurs portefeuilles sur ceux des professionnels, connus pour leurs connaissances du marché. Du point de vue de la théorie financière moderne, les prix observés sur le marché ne seraient que le reflet de la valeur fondamentale des actifs. Cependant, les phénomènes constatés sur les marchés financiers remettent en cause cette stipulation. En effet, la survenance de crises financières est due, selon la théorie des bulles spéculatives, à la persistance des écarts entre valeur fondamentale et prix affiché sur le marché. Lequel (écart) est sous-jacent à l'engouement spéculatif des opérateurs pour un actif, dont les anticipations divergent considérablement de la vraie valeur fondamentale de la société. De même, les phénomènes de volatilité excessive que connaissent les marchés témoignent en faveur de cette « dichotomie » entre valeur fondamentale et prix[221]. En outre, la valeur fondamentale d'un actif ne peut être sujette à une évolution quotidienne – voire intraquotidienne – du fait de la qualité des variables auxquelles font appel les diverses techniques l'évaluation financière de l'entreprise. Ces dernières ayant, pour la plupart, une fréquence d'observation annuelle, semestrielle ou au mieux trimestrielle[222]. Ce décalage en termes de fréquences soulève la question de la concordance des prix, qui ne sont que des estimations de marché sur la base d'informations disponibles, par rapport à la valeur fondamentale.

[221] Toutefois, d'autres postulats admettent que les prix qui se forment sur le marché ne sont que le reflet de la valeur fondamentale des entreprises, à titre illustratif la théorie des bulles rationnelles qui suppose que les variations des prix affichés sur le marché sont dues au changement que connait la valeur fondamentale de l'actif en question (voir Chapitre II, Section 3).

[222] Nous faisons référence ici aux données comptables des entreprises notamment, le compte de résultat, le bilan, le profit, les capitaux propres, etc.

Par ailleurs, les prix qui se forment sur le marché répondent, dans certains cas, au phénomène de prophéties autoréalisatrices[223]. En ce sens, lorsque l'opinion collective prédit une baisse de la valeur d'un actif, les investisseurs se mettent à les céder sur le marché, provoquant ainsi des ventes massives alimentées par des comportements mimétiques. Ce qui a tendance à induire des baisses vertigineuses des prix, et par ricochet l'occurrence de la prophétie. Un scénario identique se produit, également, lorsque les investisseurs anticipent une hausse des cours et se mettent dès lors à acquérir les actifs concernés. Ce mécanisme de prophéties autoréalisatrices auquel sont soumis les marchés financiers remet en cause l'hypothèse de conformité entre valeur fondamentale et prix observé.

3-4-2- Remise en cause de la notion de valeur fondamentale

La théorie financière orthodoxe admet qu'il est possible d'estimer pour chaque actif, à tout moment, une valeur qui serait la représentation exacte de sa valeur fondamentale. De ce fait, celle-ci est supposée être objective et préexister aux marchés, enfouis dans les diverses informations contenues dans la sphère de l'économie réelle. La fonction du marché se limiterait, donc, à la simple tâche d'estimer au mieux cette valeur dite fondamentale (Orléan, 2008). Cependant, admettre l'objectivité de la valeur fondamentale reviendrait à rejeter l'idée de l'existence d'une dichotomie entre la sphère réelle et financière. Or, comme nous l'avons démontré plus haut, le monde de la finance est loin d'être le reflet de l'économie réelle. En effet, les postulats de la finance comportementale fondée sur les croyances, la psychologie et les convictions des investisseurs soutiennent l'idée de la subjectivité des estimations et des évaluations faites sur le marché. Dans la mesure où l'évaluation financière, et par ricochet la détermination de la valeur fondamentale, dépend de l'incertitude qui entoure les éventuels résultats que va dégager l'entreprise, de la méthode utilisée, de l'objectif de l'évaluateur et des interprétations qu'il en fait, l'hypothèse de l'objectivité de la valeur fondamentale se trouve fortement contestée. Autrement dit, les estimations faites sur le marché financier seraient réduites à de simples opinions qui ne seraient en aucun cas représentatives de la vraie valeur intrinsèque des actifs.

Au-delà de l'absence d'objectivité de la notion de valeur fondamentale, les différentes méthodes d'évaluation financière, censées donner la meilleure estimation qui soit de cette dernière, sont toutes bâties sur les *cash-flows* que l'entreprise va éventuellement générer dans

[223] Selon cette notion issue du domaine de la sociologie et de la psychologie, les prédispositions individuelles des hommes affectent leurs comportements. Ainsi, les comportements sont influencés par les croyances, ce qui a tendance, dans certains cas de figure, à rendre la prédiction réelle.

le futur, et ce jusqu'au tarissement du titre. Cependant, les différents aspects qui caractérisent les flux futurs rendent la détermination de la valeur fondamentale quasiment impossible. Les flux sont, en effet, hypothétiques et intimement liés à la santé financière de l'entreprise émettrice, d'une part, et aux conditions générales de l'économie réelle d'autre part. De surcroit, les méthodes d'évaluation présentées plus haut sont toutes fondées sur des hypothèses assez peu représentatives de la réalité. La plupart d'entre elles exigent d'avoir des connaissances précises sur le coût du capital et la valeur des prochains dividendes qui seront versés. Dès lors, l'estimation de la valeur fondamentale d'un actif devient très difficile, voire illusoire. Il en résulte que « sans l'hypothèse d'une valeur fondamentale, définie sans ambiguïté … [l'hypothèse d'efficience informationnelle] n'aurait aucun sens » (Orléan, 2011).

3-4-3- Choix conceptuel : Volatilité normale

Si l'on se tient aux principes évoqués par la représentation mentale conventionnaliste, nous serions contraints d'admettre que les signaux qui émanent de l'analyse des graphiques, portant sur l'évolution historique des cours des titres, discernent des régularités manifestes qui permettent de faire des projections et d'anticiper les évolutions futures des cours, indépendamment du calcul de la valeur fondamentale de la société émettrice. Le recours d'un grand nombre d'opérateurs à ce type d'analyse dite technique, alimenté par l'influence des professionnels qui l'appliquent peut, dans certains cas, influer sur les cours qui se forment sur le marché. Ces derniers n'étant plus la résultante du calcul de la valeur fondamentale via les procédures mathématiques d'évaluation financière, mais ils intègrent de surcroit les interprétations intersubjectives des agents. Nous retenons ici la remarque de Tadjeddine (In : Walter & Brian, 2008), selon laquelle un « individu conventionnaliste peut très bien avoir connaissance de la valeur fondamentale, mais anticiper un prix différent, estimé au regard de l'opinion du marché ». Par conséquent, l'évolution des cours que connait le marché ne peut être déclenchée par un seul agent, car le cours est « une donnée conventionnelle qui s'impose à tous ».

Cette construction conventionnaliste du marché financier nous permet, par ailleurs, d'appuyer l'absence d'objectivité de la valeur fondamentale et de nous aligner sur l'approche d'Orléan (2004). Conformément à cette démarche, Orléan (2004) assigne au marché une fonction de créateur et non pas de transcripteur d'une réalité économique qui lui est

préexistante[224]. De ce fait, il serait plus pertinent d'analyser le marché « au regard des transformations productives qu'il engendre », à travers les prix qui s'y forment et dont la conséquence porte sur la modification de la réalité économique.

Pour toutes ces raisons, nous ne pouvons pas nous borner à définir une valeur fondamentale sans tenir compte de la réalité du marché. C'est pourquoi il nous a semblé plus pertinent d'opter pour la notion de volatilité normale, calculée à partir des prix observés sur le marché. Cette démarche présente l'avantage de mieux décrire les dynamiques des cours, qui ne fournissent pas toujours une meilleure estimation de la valeur fondamentale des entreprises et de leurs actifs. Dans ce même sillage, il est à noter que Hyme (2004) met l'accent sur la consubstantialité de deux appréciations de l'efficience. La première a trait à la notion de valeur fondamentale et suppose que les cours boursiers en constituent un bon reflet. La seconde admet que le marché est efficient lorsque le jeu boursier est équitable, ce qui s'inscrit dans le même ordre d'idées que la démarche conventionnaliste. Dans le cadre de la justification de notre choix conceptuel, notre attention s'est portée sur la première définition. En ce sens, nous n'accordons pas à établir notre modèle en adoptant l'approche standard selon laquelle « tous les individus se réfèrent à un même modèle supposé décrire la réalité économique telle qu'elle est à un moment donné, à savoir la valeur fondamentale » (Orléan, 2005), en raison des diverses critiques faites à l'encontre de cette notion extrêmement contestée. C'est pourquoi nous ne sommes pas dans l'obligation d'adopter une des méthodes d'évaluation financière pour définir une valeur fondamentale. Notre approche consistera à se référer à la définition de l'efficience établie par Jensen (1978), qui suppose qu'« un marché est efficient conditionnellement à un ensemble d'informations (Ω_t) , s'il est impossible de réaliser des profits économiques en spéculant sur la base de l'ensemble d'informations (Ω_t) ». Ainsi, ce positionnement nous permet de considérer la dimension sociale de l'activité de prévision, d'une part, et les frais que doivent supporter les investisseurs, d'autre part, notamment le coût relatif à l'acquisition de l'information.

En faisant appel au concept de « l'efficience économique », Jensen (1978) assimile l'efficience d'un marché financier à l'absence de tout profit d'arbitrage découlant de l'échange

[224] Toujours selon Orléan (2004) ; « l'idée selon laquelle la valeur fondamentale pourrait être déterminée antérieurement aux échanges boursiers est en pleine contradiction avec le fait d'assigner à la bourse une efficacité dans l'allocation des ressources. Car, si tel est le cas, cela implique que l'évolution des cours puisse modifier cette allocation, modification qui affectera nécessairement la profitabilité des entreprises. Mais, s'il en est ainsi, la valeur fondamentale n'est plus une donnée objective, préexistant au marché : elle est une conséquence des cours et de leur évolution. C'est seulement dans le cadre de l'équilibre général intertemporel que cette contradiction tombe puisque toutes les valeurs, présentes et futures, sont déterminées de manière simultanée ».

d'informations. Interprétée comme telle, l'efficience informationnelle suppose que « les cours reflètent l'information jusqu'au point où le bénéfice marginal lié à l'utilisation d'informations n'excède pas les coûts marginaux d'information et de transaction ». Par conséquent, on pourrait contourner la difficulté de détermination de la valeur fondamentale, qui de toute façon ne peut être estimée à une fréquence quotidienne et dont le manque – voire l'absence – d'objectivité ébranle sa qualité à être considérée comme point de référence dans le cadre de la théorie de l'efficience informationnelle. Le recours à la détermination d'une volatilité normale nous permettra de définir un équilibre du marché, qui n'est autre que la résultante de séries d'oscillations successives donnant lieu à la conciliation des intérêts des acheteurs et des vendeurs.

Si nous poussons un peu plus loin notre raisonnement, nous aboutirons à la détermination d'une volatilité normale stable, qui constituera le prolongement de la situation de calme du marché jusqu'au moment où un événement perturbateur viendra altérer le bon fonctionnement de son mécanisme, en creusant un écart entre le prix d'équilibre et le nouveau cours affichés, occasionnant ainsi des mouvements de volatilité excessive. Dès lors, notre travail portera sur le calcul des écarts entre les pics atteints par la volatilité – « volatilité anormale » – et le temps que prennent les cours pour revenir à un niveau stable.

À travers cette section, nous sommes revenus de façon très détaillée sur la notion très contestée de valeur fondamentale et sur laquelle toutes les théories relatives au marché financier se basent. Selon que l'on est partisans ou détracteurs de ces théories, en particulier de la théorie de l'efficience informationnelle, l'appréciation dudit concept diffère. Ainsi, pour les défenseurs de l'efficience, tout écart entre la valeur fondamentale et le cours et dû à des phénomènes perturbateurs occasionnels. Ceci ne permettant, bien évidemment, pas de remettre en cause l'objectivité de la valeur fondamentale, et par ricochet son aptitude à orienter les anticipations des investisseurs. Toutefois, nous ne pouvons passer outre le bien-fondé des arguments développés par les détracteurs de l'efficience, en particulier concernant le manque d'objectivité de la valorisation des actifs financiers (les actions), dont les estimations dépendent de dividendes aléatoires, qui seront éventuellement versés dans un futur incertain.

Finalement, nous avons admis la configuration conventionnaliste du marché que nous considérons comme mécanisme justifiant la formation des prix à partir desquels nous avons estimé les rentabilités et les volatilités normales. Ce dernier renvoi à une situation d'équilibre corrélé, selon laquelle Aumann (1974) justifie la coordination qui s'opère sur le marché dès l'émergence d'un signal informationnel à la portée de tous les agents. À partir de cette analyse et des arguments développés plus haut, nous avons opté pour le choix de la notion de volatilité normale comme valeur de référence dans la mesure des effets engendrés par ce que Fama (1975) caractérise comme phénomènes perturbateurs, en termes de durée et d'écarts entre cette valeur de référence et les cours affichés par le marché.

Conclusion au troisième chapitre

Ce chapitre établit et documente la relation entre l'efficience informationnelle des marchés financiers, la volatilité et la valeur fondamentale des actifs cotés, en mobilisant des notions telles que la rentabilité, l'incertitude et le risque. Théoriquement, l'efficience informationnelle suppose une variation acceptable de la volatilité des cours des titres sans pour autant dépasser certaines marges raisonnables. Toutefois, les travaux de Shiller (1981-1989) ont mis en exergue la présence de mouvements de volatilité excessive dépassant les limites envisagées et tolérées par la théorie de l'efficience informationnelle. Gervais & Odean (2001) soulignent ainsi que la volatilité observée sur le marché dépasse considérablement la valeur des titres contenue dans les fondamentaux économiques. Pour toutes ces raisons, nous avons consacré ce chapitre à la discussion desdits concepts.

L'étude de la volatilité, notion centrale dans la diversification de portefeuille, la gestion des risques et l'évaluation des prix des produits dérivés, nous a amenés à nous pencher sur les phénomènes d'accumulation et de regroupement par grappes de cette dernière *« volatility clustering »*. Ces phénomènes, qui sont observables dans les séries financières à travers l'étude des rentabilités boursières, sont imputables aux corrélations desdites séries. Il en découle ainsi que la volatilité est indissociable du risque et de la rentabilité. Concernant le risque, il peut être appréhendé par l'écart-type ou la variance. La rentabilité, quant à elle, est supposée suivre une marche aléatoire.

L'autre point dominant analysé dans ce chapitre concerne la valeur fondamentale. Nous pouvons retenir, à travers la dernière section, le manque d'objectivité de cette dernière en dépit de la place prépondérante qu'elle occupe au sein de la construction de la théorie de l'efficience informationnelle en particulier, et de la théorie financière dans son ensemble. Ceci nous a poussés à reconnaitre la configuration conventionnaliste du marché financier et à rejeter notre première hypothèse de recherche qui suppose qu'il est possible de définir une valeur fondamentale à partir de laquelle il serait plausible de mesurer les écarts entre cette dite valeur fondamentale et les prix observés sur le marché. La configuration conventionnaliste prône l'interaction des agents et de leurs opinions, en supposant que les opérateurs sur le marché réagissent aux mêmes signaux et s'accordent sur les mêmes processus de formation des prix. À travers ces prix, sont calculées les rentabilités et les volatilités (variances) qui serviront de base à la détermination d'un équilibre du marché – représenté par la volatilité normale – élément de référence dans la mise en place d'un modèle de mesure de l'efficience informationnelle.

Une fois les ambiguïtés d'ordre théorique écartées, et le cadre conceptuel de notre étude définit, le chapitre suivant sera consacré à la présentation de notre échantillon d'indices boursiers et à l'explication de notre démarche de modélisation, à travers laquelle nous avons mis en place un modèle de mesure de l'efficience informationnelle moyennant le test de nos deux autres hypothèses de recherche.

Chapitre IV

Etude empirique et résultats de la recherche

« The question is when is good? The answer is never »

Eugene Fama, Cited in: Lawrence Delevingne. « Nobel winner Fama : Active management 'never' good ». 19 September 2014.

Introduction au quatrième chapitre

En dépit de l'abondance des études ayant eu pour objet de tester empiriquement la validité de l'efficience informationnelle, les résultats obtenus par celles-ci demeurent discordants et aucun consensus n'a été établi quant à sa validité, et ce en raison de l'hétérogénéité des méthodes et des prototypes employés. C'est pourquoi nous proposons dans ce quatrième chapitre, composé de quatre sections, un modèle dans lequel nous essayons de mesurer le degré d'efficience informationnelle d'un marché financier, à défaut de la démarche classique qui consiste à tester l'efficience via ses trois formes graduelles.

Dans une première section, nous réalisons une étude préliminaire des séries de rentabilités boursières des indices constitutifs de notre échantillon. Après avoir présenté et justifié notre cadre d'analyse notamment, le choix de notre échantillon d'indices boursiers et l'analyse de la microstructure desdits marchés, nous avons constitué notre base de données que nous avons examinée à partir de l'étude des cours de clôture journaliers, et des statistiques descriptives. Par la suite, notre attention s'est portée sur l'examen des propriétés de nos séries temporelles. En ce sens, nous avons réalisé divers tests notamment, des tests de stationnarité, de racine unitaire, d'autocorrélation, de bruit blanc, d'hétéroscédasticité, etc.

Dans une deuxième section, nous détaillons notre démarche de modélisation, qui consiste à mesurer le degré d'efficience d'un marché financier, à travers l'estimation du temps que mettent les indices boursiers pour répondre à un événement non anticipé. Compte tenu du rejet de notre première hypothèse de recherche, fondée sur la notion de valeur fondamentale et du cadre conceptuel pour lequel nous avons opté dans le précédent chapitre, nous étions contraints, dans un premier temps de calculer les variances quotidiennes des séries temporelles des indices de notre échantillon et de déterminer, dans un second temps, des volatilités normales pour chaque indice.

Dans une troisième section, nous testons les deux hypothèses de recherche restantes, toutes les deux construite autour de la notion d'équilibre du marché, désigné sous le concept de « volatilité normale ». Pour ce faire, nous avons proposé de mesurer le degré d'efficience d'un marché financier en adoptant deux démarches distinctes, découlant chacune des deux dernières hypothèses. Ainsi, après avoir étudié les changements de régime de volatilité et déterminé les « volatilités anormales », nous proposons dans le premier prototype de calculer les écarts entre lesdites volatilités anormales et la volatilité normale à travers l'estimation de la distance qui les

sépare et du temps que mettent les fluctuations à retrouver un niveau de variance plus ou moins stable (volatilité normale). Le second prototype quant à lui, nous a permis de mettre en place un Ratio d'Efficience Informationnelle en référence au concept de volatilité développé dans le Chapitre III et à la notion de volatilité normale.

Dans une quatrième brève section, nous présentons concrètement les différentes étapes de notre démarche de modélisation, avant de discuter explicitement l'hypothèse implicite sous-jacente à notre modèle, pour terminer avec l'explication des apports supplémentaires de notre recherche.

Pour atteindre cet objectif, ce dernier chapitre comporte quatre sections :

- **Section 1 :** Etude préliminaire des séries des rentabilités boursières
- **Section 2 :** Démarche de modélisation et résultats empiriques
- **Section 3 :** Mesure de l'efficience informationnelle : Modélisation et interprétation des résultats
- **Section 4 :** Commentaires : Originalité de la démarche et apports de la recherche.

Section 1 :

Étude préliminaire des séries des rentabilités boursières

Avant de mettre en place un modèle permettant de mesurer le degré d'efficience informationnelle d'un marché financier, il est impératif de procéder à la réalisation de quelques tests statistiques simples et robustes afin de se prononcer et de dégager les processus suivis par les rentabilités des indices des marchés sélectionnés.

Cette section s'organise autour de trois points. En premier lieu, nous présenterons notre cadre d'analyse à travers la justification du choix de notre échantillon d'étude et l'analyse des particularités des différents indices qui le compose. En deuxième lieu, nous reviendrons brièvement sur notre base de données, ses fréquences et notre horizon d'étude. Par la suite, nous réaliserons une étude statistique pour examiner la cohérence de nos séries par rapport au principe de non-normalité. Enfin, nous terminerons par une succession de tests ayant pour objet de vérifier la concordance de nos séries avec les propriétés énoncées par la théorie financière.

1-1- Présentation du cadre d'analyse

La première phase de notre travail consiste à déterminer un cadre d'analyse et à choisir un échantillon aussi vaste que varié d'indices boursiers. L'objectif derrière ce choix est d'assurer la robustesse de notre modèle en testant son efficacité sur des marchés financiers de degré de développement et structure organisationnelle différents.

1-1-1- Choix de l'échantillon

Notre échantillon d'étude se compose de neuf indices boursiers qui représentent les marchés financiers, et plus précisément le compartiment des actions, de trois zones différentes : États-Unis, Europe et Pays Maghrébins. Pour chacune de ces zones, nous avons choisis trois indices sur la base des critères justificatifs ci-dessous :

- Nous avons opté pour le DJIA[225], le SP500[226], le NASDAQ[227], pour les États-Unis.

Notre choix s'est porté en premier lieu sur les États-Unis plutôt qu'un autre pays du continent américain, car ils représentent la plus importante puissance économique au monde. Le marché financier américain représente, à lui seul, environ 75% de la capitalisation boursière mondiale[228], ce qui le propulse à la tête du classement des marchés boursiers mondiaux. De surcroit, les trois indices américains précités sont, à notre connaissance, les plus puissants sur les places financières internationales en termes d'influence et de suivi, car ils constituent une bonne représentation des différents secteurs de l'économie.

- En Europe, nous avons choisi le CAC40[229], le DAX[230] et le FTSE[231].

Ces indices sur actions ont été sélectionnés, car les places financières sur lesquelles ils évoluent sont considérées comme étant les principales à l'échelle européenne. En effet, la Bourse de Londres, dont l'indice de référence est le FTSE, est la première place européenne en termes de capitalisation boursière, et la quatrième au niveau mondial. Les bourses de Francfort et de Paris, dont les indices de référence sont le DAX et le CAC40 respectivement, figurent également parmi les marchés les plus importants en Europe qui font partie d'Euronext. À noter que la Bourse de Francfort, opérée par la Deutsche Boers est la plus importante place financière au niveau mondial après celle de New York et de Tokyo.

- Pour les pays Maghrébins, nous avons sélectionné le MADEX, le TunIndex et le DzairIndex.

Ce choix se justifie par notre volonté d'intégrer à notre échantillon des marchés moins performants que les six indices précités. Ainsi, nous avons choisi le MADEX sur la place financière marocaine et le TunIndex sur le marché Tunisien. Le choix de l'indice algérien DzairIndex a été motivé par notre résolution à comprendre le fonctionnement et à analyser les particularités de ce marché embryonnaire qui évolue dans l'économie rentière algérienne[232].

---

[225] DJIA : *'Dow Jones Industrial Average'*.
[226] SP500 : *'Standard & Poor's* 500'.
[227] NASDAQ : *'National Association Securities Dealers Automated Quotations'*.
[228] Information collectée sur la base de données de Paris Saclay ; Eurofidai. Consultée le 08/10/2020.
[229] CAC40 : Cotation Assistée en Continu des 40 plus grosses entreprises françaises.
[230] DAX : *'Deutscher Aktien IndeX'*.
[231] FTSE : '*Financial Times and Stock Exchange'*.
[232] Pour plus de détails sur le marché financier algérien voire les communications ci-dessous :
- Ferhati, N., Amiar, L., *« Le marché financier comme alternative au financement du tissu productif de l'économie algérienne »*. In : Colloque National sur : Le système financier et la problématique de

1-1-2- Analyse de la microstructure des marchés

Conformément à la définition de l'efficience informationnelle énoncée par Fama (1965), le fonctionnement des marchés financiers s'effectue sans engendrer des coûts de transaction ni des frictions. Cependant, la littérature relative à la microstructure s'appuie particulièrement sur les deux aspects précités, pour étudier l'impact de la structure d'organisation des échanges sur la formation des cours boursiers. La compréhension de la dynamique des marchés financiers est étroitement liée à leur structure organisationnelle et à leur mode de fonctionnement. Chaque marché financier se caractérise par une certaine organisation institutionnelle, un système de cotation, des règles d'échange, des modalités de fonctionnement, etc. que nous appelons communément la microstructure du marché. Dans les lignes qui suivent, nous reviendrons brièvement sur cet aspect afin de différencier les caractéristiques disparates des indices de notre échantillon.

Les prix qui se forment sur les différents marchés résultent en partie des modalités de fonctionnement des échanges et celles de l'incorporation de l'information, mais aussi de la liquidité du marché. Cette hétérogénéité en termes de mode d'organisation pèse sur le choix des stratégies d'investissement et les coûts de transaction. L'analyse de la structure des marchés peut s'effectuer par le biais de trois critères :

- Le moment de l'échange : marché continu / marché de fixing ;
- La contrepartie de l'échange : marché gouverné par les ordres / marché gouverné par les prix ;
- Le lieu de l'échange : marché centralisé / marché fragmenté.

L'analyse du premier critère, à savoir le moment de l'échange, nous permet de constater que l'accumulation des ordres sur un certain intervalle de temps – marché de fixing – engendre une discontinuité dans les quantités offertes et demandées. Cette interruption ne permet pas une absorption entière des déséquilibres entre l'offre et la demande. Néanmoins, le prix d'équilibre qui sera ainsi fixé présente l'avantage de minimiser cet écart. En revanche sur les marchés continus, les transactions peuvent avoir lieu à différents prix, ce qui permet de mieux absorber

financement des économies en voie de développement, Université Mouhamed Boudiaf de M'Sila, Algérie, Février 2019.

- Ferhati, N., Amiar, L., *« Système financier, production économique : Comment peut-on assurer le financement de l'économie algérienne en dehors de la recette des hydrocarbures ? »*. In : Séminaire National sur : Les exportations hors hydrocarbure en Algérie : Enjeux, opportunités et contraintes, Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, Algérie, Septembre 2019.

les écarts. On retrouve un tel mode de cotation sur les marchés européens et américains (CAC40, DAX, FTSE, DJIA, SP500, NASDAQ).

Le second critère déterminant de la structure organisationnelle a trait à la contrepartie de l'échange. Sur les marchés gouvernés par les ordres, les prix d'achat *'bid'* et de vente *'ask'* sont fixés par les *'market makers'* ou les teneurs de marchés, en fonction des stocks d'actifs dont ils disposent et des valorisations qu'ils en font. Ce mode d'organisation que l'on observe sur les marchés de gré à gré américains (NASDAQ) procure plus de liquidité au marché, car les prix sont déterminés non pas en fonction des ordres finaux, mais en réponse aux cotations des *'market makers'*. En revanche, sur les marchés dirigés par les ordres[233], ce sont ces derniers (les ordres) qui permettent de garantir la liquidité. La particularité de ce mode d'organisation[234] réside dans la détermination du prix d'équilibre, qui se situe dans un intervalle borné par le meilleur prix d'achat et le meilleur prix de vente.

Le troisième critère relatif au lieu de l'échange nous apprend que les marchés centralisés ont la particularité d'afficher un seul prix pour l'actif coté, et ce indépendamment du mode de cotation qui les caractérise. Ce qui n'est pas le cas sur les marchés fragmentés, où un même actif peut avoir différents prix affichés à un instant (t).

Les neuf indices de notre échantillon présentent la particularité de répondre à des critères disparates qui différencient les multiples structures organisationnelles. Ainsi, nous avons à titre illustratif ; les marchés maghrébins (MADEX et TunIndex), qui sont des marchés organisés et gouvernés par les ordres et dont le mode de cotation dépend du degré de liquidité de la valeur admise, à l'exception du marché algérien, dont les cotations s'effectuent au fixing à une échelle de trois séances par semaine[235]. Il apparaît donc que la détermination d'un prix d'équilibre ou d'un équilibre optimal du marché est liée à la performance de ce dernier, elle-même affectée par l'aptitude du marché à déterminer puis à mettre en place les critères qui conduisent à l'équilibre du marché et à sa liquidité. De ce fait, il n'existerait pas de structure organisationnelle idéale, car tout dépend de l'environnement économique et financier dans lequel évolue le marché, d'une part, et du comportement de ses différents acteurs, d'autre part.

[233] À noter que les marchés de fixing sont par construction des marchés gouvernés par les ordres, la Bourse d'Alger à titre illustratif.
[234] Certains marchés ont des modes d'organisation mixtes, qui fonctionnent avec une cotation en continu avec un fixing à l'ouverture de la séance.
[235] Les séances de cotation ont lieu le dimanche, le mardi et le jeudi.

1-2- Analyse des données et des cours de clôture journaliers

Sur les neuf indices de notre échantillon, nous avons recueilli les données journalières correspondantes aux valeurs de clôture quotidiennes des séances sur chaque marché. Pour le CAC40, le DAX, le FTSE, le DJIA, le SP500, le NASDAQ, le MADEX et le TunIndex, les données ont été collectées sur la base de données Eurofidai, puis vérifiées sur DataStream. En revanche pour l'indice algérien DzairIndex, l'historique de la variation de ses cours de clôture a été directement téléchargé à partir du site officiel de la Bourse d'Alger.

La base de données que nous avons construite présente deux particularités distinctes. La première a trait au nombre d'observations que nous avons retenues pour chaque indice. La seconde concerne la monnaie dans laquelle sont exprimés les cours de clôture.

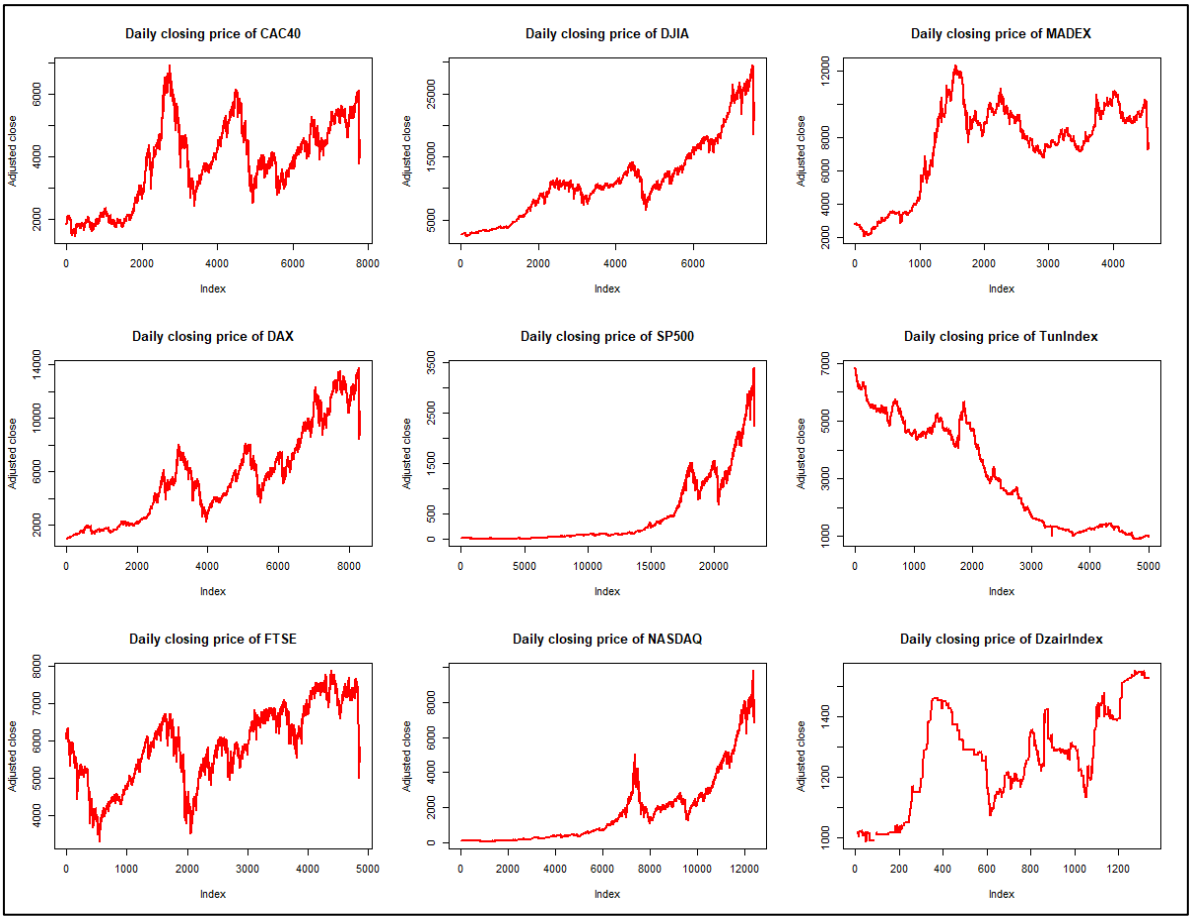
- Concernant le nombre d'observations, nous avons volontairement fait en sorte de ne pas les uniformiser, car, dans le cas contraire, nous serons contraints de nous limiter au plus petit nombre d'observations disponible, en l'occurrence 1 323. Ce qui ne nous permet pas de mettre en application certains tests. Nous avons, donc, opté pour la comptabilisation de toutes les observations dans la limite de leur disponibilité sur les bases de données consultées. Notre horizon d'étude varie, ainsi, en fonction du marché financier considéré ;
- Pour ce qui est du choix de la monnaie dans laquelle sont exprimés les cours de clôture quotidiens, nous avons délibérément gardé chaque indice dans sa monnaie locale. L'objectif derrière ce choix est double. D'abord, dans le souci de ne pas affecter la représentativité des cours, qui seraient considérablement réduits dans le cas des indices maghrébins (plus particulièrement pour le DzairIndex). Ensuite, en raison de la fluctuation des taux change entre les monnaies locales et les devises de références. En réalité, le fait d'uniformiser la monnaie sur l'ensemble des marchés nous aurait conduits à faire des manipulations échelonnées sur plusieurs périodes, ce qui pourrait éventuellement biaiser les résultats finaux.

Par ailleurs, nous avons opté pour des données journalières en raison de leur disponibilité pour l'ensemble des indices considéré dans notre échantillon. Les données *'intra-day'* n'étant pas disponibles pour les indices maghrébins.

La Figure IV.1 ci-après nous donne une vue d'ensemble sur l'évolution des cours de clôture des indices considérés. À noter que le but de cette figure n'est pas d'effectuer une

comparaison entre les différents indices, qui serait dans ce cas erronée en raison des disparités en termes de l'horizon d'étude[236].

Fig. IV.1. Cours de clôture quotidiens des indices de l'échantillon



Source : Réalisé par nous-mêmes à partir de données collectées sur Eurofidai.

Néanmoins, nous pouvons constater à travers cette figure que les cours de clôture sont très erratiques, particulièrement pour les indices européens. Sur les indices américains, nous observons une certaine harmonie entre le SP500 et le NASDAQ, mais avec plus de fluctuation dans le cas de ce dernier. Pour les pays maghrébins, le DzairIndex présente une très forte instabilité qui peut être due à l'environnement hyperinflationniste du pays en question.

[236] Toutefois, nous pouvons effectuer une comparaison entre les indices européens et entre les indices américains. Nous pouvons également commenter les trajectoires suivies par les indices maghrébins.

Dans le souci de se faire une idée plus précise sur l'interdépendance des indices de notre échantillon, nous avons calculé les corrélations entre les différents indices[237]. Les résultats obtenus sont résumés dans le Tableau IV.1 ci-après.

Tab. IV.1. Matrice de corrélation des différents indices de l'échantillon

	CAC40	**DAX**	**FTSE**	**DJIA**	**SP500**	**NASDAQ**	**MADEX**	**TunIndex**	**DzairIndex**
CAC40	1	0.8648	0.8909	0.5239	0.5295	0.4700	0.0978	-0.0100	-0.0226
DAX	0.8648	1	0.8221	0.5546	0.5316	0.5045	0.0963	0.0065	-0.0328
FTSE	0.8909	0.8221	1	0.5642	0.5665	0.5006	0.0980	0.0125	-0.0324
DJIA	0.5239	0.5546	0.5665	1	0.9649	0.8005	0.1104	-0.0456	-0.0170
SP500	0.5295	0.5316	0.5665	0.9649	1	0.8476	0.1010	-0.0500	-0.0148
NASDAQ	0.4700	0.5045	0.5006	0.8005	0.8476	1	0.0935	-0.0471	-0.0256
MADEX	0.0978	0.0963	0.0980	0.1104	0.1010	0.0935	1	-0.0133	0.0055
TunIndex	-0.0100	0.0065	0.0125	-0.0456	-0.0500	-0.0471	-0.0133	1	-0.0110
DzairIndex	-0.0226	-0.0328	-0.0324	-0.0170	-0.0148	-0.0256	0.0055	-0.0100	1

Source : Réalisé par nous-mêmes à partir de données collectées sur Eurofidai.

Selon le Tableau IV.1, les résultats des coefficients de Pearson – matrice des variances-covariances – montrent que les indices qui ont les plus importants niveaux de corrélation sont les indices américains entre eux et les indices européens entre eux. Cependant, le plus important niveau de corrélation aux États-Unis est relevé entre le DJIA et le SP500 (0.96949), suivi par le SP500 et le NASDAQ (0.8476) et enfin le DJIA et le NASDAQ (0.8005). En Europe, les indices les plus corrélés sont le CAC40 et le FTSE (0.8909), puis le CAC40 et le DAX (0.8648) et enfin le FTSE et le DAX (0.8221). À noter que ces corrélations positives témoignent de la forte interdépendance des indices de notre échantillon. Concernant la corrélation entre les indices européens et américains, nous observons à travers le Tableau IV.1 que le plus haut niveau de corrélation positive apparaît entre le SP500 et le FTSE (0.5665), puis entre le DJIA et le FTSE (0.5642), ensuite entre le DAX et le DJIA (0.5546), par la suite entre le CAC40 et le SP500 (0.5295). Nous pouvons ainsi déduire que le FTSE est l'indice européen le plus corrélé avec les trois indices américains, suivi par le DAX, puis le CAC40. Nous constatons également que le NASDAQ montre les niveaux de corrélation les moins signifiants avec les indices

[237] Pour calculer les corrélations, les indices doivent avoir le même nombre d'observations et les mêmes dates. C'est pourquoi, pour évaluer la corrélation entre les indices pris deux par deux, nous avons à chaque fois harmonisé l'horizon d'études.

européens, en particulier avec le CAC40 (0.4700). Pour ce qui est des indices maghrébins, qui sont très peu corrélés avec les indices européens et américains, le MADEX indique son plus haut ordre de corrélation avec le DJIA (0.1104) et le SP500 (0.1010). Le TunIndex est négativement corrélé avec le CAC40, les trois indices américains et les deux autres indices maghrébins (MADEX et DzairIndex). Toutefois, il est positivement corrélé avec le DAX et le FTSE, avec des corrélations de l'ordre de 0.0065 et 0.0125 respectivement. Quant à l'indice algérien DzairIndex, nous observons à travers le Tableau IV.1 qu'il est négativement corrélé avec tous les autres indices de notre échantillon à l'exception du MADEX (0.0055). Cette corrélation négative constatée entre les indices maghrébins (TunIndex et DzairIndex) peut être due au manque d'intégration financière[238] de ces deux marchés.

1-3- Statistiques descriptives

Le Tableau IV.2, qui retranscrit les résultats des statistiques descriptives des séries des rentabilités journalières de notre échantillon, présente les résultats obtenus en termes de moyenne, écart-type, valeurs minimales et maximales, variance, coefficient d'asymétrie *'skewness'* et d'aplatissement ou d'écrasement *'kurtosis', 'p-value'* et le test de Jarque-Berra.

Nous constatons à travers l'analyse du Tableau IV.2 que les valeurs de la moyenne sont très faibles pour l'ensemble des indices, et négatives pour deux des indices maghrébins ; à savoir le MADEX et le TunIndex. Ces légères valeurs négatives des rentabilités moyennes des deux indices précités signifient qu'ils présentent les plus mauvaises performances puisque leurs rentabilités moyennes sont de -0.0001825 et de -0.0003556, respectivement. Concernant la rentabilité de l'indice américain de référence SP500, considéré comme représentant typique des marchés boursiers développés, elle est estimée à 0.0002899. Toutefois, d'autres indices affichent une rentabilité moyenne supérieure, que ce soit aux États-Unis avec le NASDAQ et le DJIA, ou en Europe avec le DAX, mais aussi au Maghreb avec le DzairIndex[239], dont les performances moyennes s'élèvent respectivement à 0.0004326, 0.0003493, 0.0003184 et 0.00032010. Bien que supérieures à celle du SP500, il est important de noter qu'aucune de ces

[238] En effet, les caractéristiques spécifiques à ces deux pays empêchent leurs marchés financiers d'interagir avec les autres marchés. C'est pourquoi nous avons obtenu des corrélations négatives avec les indices européens et américains. Parmi les facteurs qui influent sur le degré d'intégration internationale d'un marché financier, nous pouvons citer le développement et la structure du marché étudié, le degré d'ouverture commerciale et d'intégration du pays en question dans l'économie mondiale, l'inflation ainsi que le flux de capitaux étrangers.

[239] Il est important, ici, de tenir compte des caractéristiques spécifiques au marché financier algérien et surtout à son mode de cotation.

moyennes n'est significativement différente de zéro. De plus, sur les six indices américains et européens, le SP500 présente l'écart-type le plus faible après le DJIA. Ce qui signifie qu'ils sont très peu volatiles comparativement au CAC40, au DAX, au FTSE et au NASDAQ. Pour ce qui est des indices maghrébins, nous avons relevé les plus faibles valeurs de l'écart-type et de la variance. Ceci indique que ce sont les indices les moins volatiles de notre échantillon. Ainsi, nous pouvons conclure que durant la période d'échantillonnage, les indices maghrébins sont plus stables que les indices de référence européens et américains. En ce sens, le DAX, le CAC40 et le NASDAQ peuvent être considérés comme les indices les plus volatiles avec des écarts-types de 0.01405394, 0.01372593, 0.01247825, respectivement.

Tab. IV.2. Statistiques descriptives des séries des rentabilités boursières des indices de l'échantillon

Indices	Europe			États-Unis			Pays Maghrébins		
	CAC40	DAX	FTSE	DJIA	SP500	NASDAQ	MADEX	TunIndex	DzairIndex
Monnaies	EUR	USD	GBP	USD	USD	USD	MAD	TND	DZD
Nombre d'observations	7 781	8 320	4 870	7 588	23 179	12 405	4 557	4 999	1 323
Moyenne	0.0001868	0.0003184	0.00007874	0.0003493	0.0002899	0.0004326	-0.0001825	-0.0003556	0.0003201
Écart-type	0.01372593	0.01405394	0.01193643	0.01108103	0.01198939	0.01247825	0.008410995	0.007818209	0.008000187
Min	-0.1227677	-0.1314340	-0.08957	-0.1292655	-0.2046693	-0.1232133	-0.1015967	-0.2331068	-0.0668993
Max	0.1117617	0.1140195	0.1220	0.1136504	0.1660959	0.1417320	0.0993660	0.3059665	0.1296242
Variance	0.000188401	0.0001975131	0.0001424784	0.0001227893	0.0001437456	0.0001557067	0.00007074484	0.00006112439	0.00006400299
Skewness	-0.042	-0.157	0.547	-0.129	-0.112	-0.142	0.377	7.047	2.732
Kurtosis	8.822	9.797	12.167	16.140	20.719	13.620	18.045	636.755	64.336
p-value	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Jarque-Bera	10 632*	15 046*	17 292*	54 607*	303 130*	58 326*	43 078*	83 684 134*	208 399*

* : Significatif à 5%.

Source : Calculés par nous-mêmes à partir de données collectées sur Eurofidait et Refinitiv.

Les résultats obtenus pour les coefficients d'asymétrie et d'aplatissement, qui prennent respectivement les valeurs zéro et trois sous l'hypothèse de normalité des distributions, indiquent que tous les indices européens et américains ainsi que l'indice marocain MADEX, présentent des distributions asymétriques positives avec des coefficients d'aplatissement très élevés, à l'exception des deux indices maghrébins TunIndex et DzairIndex dont les *'skewness'* sont très importants (7.047 et 2.732 respectivement). Cette asymétrie positive indique que les rentabilités positives importantes sont plus fréquentes que les rentabilités négatives importantes pour le CAC40, le DAX, le FTSE, le DJIA, le SP500, le NASDAQ et le MADEX. Tandis que l'asymétrie négative constatée dans le cas du TunIndex et du DzairIndex révèle que les rentabilités négatives importantes sont plus fréquentes que les rentabilités positives importantes. Les valeurs négatives du *'skewness'* obtenues pour le CAC40, le DAX, le DJIA, le SP500 et le NASDAQ indiquent une distribution asymétrique de droite. Tandis que les valeurs positives obtenues pour le FTSE, le MADEX, le TunIndex et le DzairIndex indiquent une distribution asymétrique de gauche, dont les fréquences sont fortement élevées dans le cas des indices tunisien et algérien, compte tenu de leurs valeurs extrêmement importantes. Pour ce qui est des résultats positifs obtenus pour le *'kurtosis'*, ils indiquent que les distributions sont réparties de façon luptokurtique. En d'autres termes, les courbes de fréquences relatives aux indices de notre échantillon présentent des queues épaisses, ou des distributions pointues, qui sont beaucoup moins aplaties qu'une densité normale. Les répartitions des observations des différents indices sont donc surnormales ou surgaussiennes. À noter que deux des indices maghrébins ; à savoir le TunIndex et le DzairIndex dont les coefficients d'asymétrie sont les plus élevés, présentent également les coefficients d'aplatissement les plus importants, plus particulièrement le TunIndex dont la valeur est égale à 636.755. Ceci indique que la distribution des observations s'éloigne plus considérablement de la répartition mésokurtique de type gaussien ou normal.

Pour donner plus de pertinence à nos résultats, nous avons réalisé le test d'hypothèse de normalité Jarque-Bera. Ce test a pour objectif de préciser si les résidus de la régression linéaire répondent à une loi normale ou non, à travers l'équation suivante :

$$JB = \frac{n-k}{6}\left(S^2 + \frac{(K-3)^2}{4}\right)$$

Sachant que (n) indique le nombre d'observations. (k) renvoi au nombre de variables explicatives dans le cas où les résidus testés seraient issus d'une régression linéaire. Sinon, dans le cas contraire (k) prend une valeur nulle. Quant au (S) et au (K), ils sont respectivement

assimilables au *'skewness'* et au *'kurtosis'*. En outre, l'interprétation du test de normalité Jarque-Bera suppose la validation d'une hypothèse nulle (H_0) préalablement fixée de la sorte :

- H_0 : la distribution suit une loi normale ;
- H_1 : la distribution ne suit pas une loi normale.

Ainsi, lorsque les valeurs obtenues du test s'approchent d'un seuil (α) prédéterminé, on acceptera l'hypothèse de normalité (H_0) des distributions, dont le coefficient d'asymétrie est égal à zéro, et le coefficient d'aplatissement est égal à trois.

Dans le cadre du test de l'hypothèse nulle de normalité, l'application de la statistique Jarque-Bera[240] à notre échantillon d'indices boursiers nous permet de rejeter l'hypothèse de normalité à un seuil de significativité de 5% pour l'ensemble des indices, comme nous pouvons le constater à travers le Tableau IV.2. En effet, selon nos résultats, la statistique Jarque-Bera est supérieure à $\chi^2(2)$ qui est égale à 5.99, ce qui nous permet d'infirmer l'hypothèse de normalité sur tous les indices.

Concernant le test de valeur critique, ou la *'p-value'*, il consiste en un test d'hypothèse permettant de rejeter ou non une hypothèse nulle, symbolisant l'éventualité de commettre une erreur. Pour ce faire, l'hypothèse nulle et l'hypothèse alternative sont posées comme suit :

- H_0 (Hypothèse nulle) : probabilité qu'une moyenne (μ) soit égale à une valeur cible ($\mu 0$) ;
- H_1 (Hypothèse alternative) : $\mu \neq \mu 0$.

Le recours au calcul de la *'p-value'*, dans le cas de notre étude, a pour objet de mieux tester l'hypothèse de normalité. Pour aller plus loin dans l'interprétation du test de la *'p-value'*, il y a lieu de fixer un seuil de significativité (α), qui dans notre cas est égale à 0,05 (soit 5%). À noter que la valeur de (α) représente la probabilité de rejeter l'hypothèse (H_0) lorsque cette dernière est vraie. Ainsi, plus la *'p-value'* prend des valeurs faibles, plus il nous sera aisé de rejeter l'hypothèse nulle. En d'autres termes, lorsque la *'p-value'* est inférieure au seuil de significativité (α), l'hypothèse nulle peut être rejetée. En revanche, dans le cas inverse, c'est-à-dire lorsque la *'p-value'* est supérieure ou égale à (α), l'hypothèse nulle ne peut être rejetée.

[240] À noter que la statistique de Jarque-Bera a été comparée de façon asymptomatique à une valeur critique d'une loi de χ^2 à deux degrés de liberté.

Concernant le test de valeur critique, ou la *'p-value'*, il consiste en un test d'hypothèse permettant de rejeter ou non une hypothèse nulle, symbolisant l'éventualité de commettre une erreur. Pour ce faire, l'hypothèse nulle et l'hypothèse alternative sont posées comme suit :

- H_0 (Hypothèse nulle) : probabilité qu'une moyenne (μ) soit égale à une valeur cible ($\mu 0$) ;
- H_1 (Hypothèse alternative) : $\mu \neq \mu 0$.

Le recours au calcul de la *'p-value'*, dans le cas de notre étude, a pour objet de mieux tester l'hypothèse de normalité. Pour aller plus loin dans l'interprétation du test de la *'p-value'*, il y a lieu de fixer un seuil de significativité (α), qui dans notre cas est égale à 0,05 (soit 5%). À noter que la valeur de (α) représente la probabilité de rejeter l'hypothèse (H_0) lorsque cette dernière est vraie. Ainsi, plus la *'p-value'* prend des valeurs faibles, plus il nous sera aisé de rejeter l'hypothèse nulle. En d'autres termes, lorsque la *'p-value'* est inférieure au seuil de significativité (α), l'hypothèse nulle peut être rejetée. En revanche, dans le cas inverse, c'est-à-dire lorsque la *'p-value'* est supérieure ou égale à (α), l'hypothèse nulle ne peut être rejetée.

Dans le cadre des résultats des statistiques descriptives des rentabilités boursières de notre échantillon, nous constatons à travers le Tableau IV.2 que la *'p-value'* de tous les indices est inférieure au seuil de significativité (α). De ce fait, nous pouvons confirmer le rejet de l'hypothèse nulle (H_0) de normalité, déjà réalisée par la statistique de Jarque-Bera, et ce avec l'application du test de la valeur critique, ou la *'p-value'*.

1-4- Étude des propriétés des séries financières[241]

L'étude des séries des prix et des rendements des actifs financiers fait ressortir un certain nombre de caractéristiques communes à toutes lesdites séries chronologiques notamment, la stationnarité, l'autocorrélation des carrés des variations de prix et la présence de grappes de volatilité. Toutes ces propriétés seront mises en relief à travers les séries de rentabilités de notre échantillon de neuf indices boursiers, par le biais de différents tests.

[241] L'étude des propriétés des séries financières a été réalisée sur la base des rentabilités et non pas des cours de clôture quotidiens. Pour y parvenir, nous avons calculé les rentabilités quotidiennes à travers la méthode *'log return'* qui se calcule selon la forme suivante : $\left(R_t = ln\left(\frac{P_t}{P_{t-1}}\right)\right)$. Cette dernière offre a l'avantage de tenir compte des intérêts composés de manière continue, contrairement à la méthode du logarithme népérien.

1-4-1- Tests de stationnarité des rentabilités

L'une des conditions requises pour la modélisation des séries temporelles est leur stationnarité. Ce qui sous-entend que les séries doivent par construction exclure toute tendance, saisonnalité ou encore cyclicité. D'un point de vue économétrique, le processus stochastique associé aux séries des prix boursiers est, généralement, connu pour sa non-stationnarité au second ordre. En revanche, le processus associé aux séries chronologiques des rentabilités boursières est compatible avec la propriété de stationnarité considérée au second ordre[242]. Néanmoins, pour éviter les erreurs d'estimation dans les séries non stationnaires, des techniques de stationnarisation existent. Pour rappel (Hurlin, 2008) :

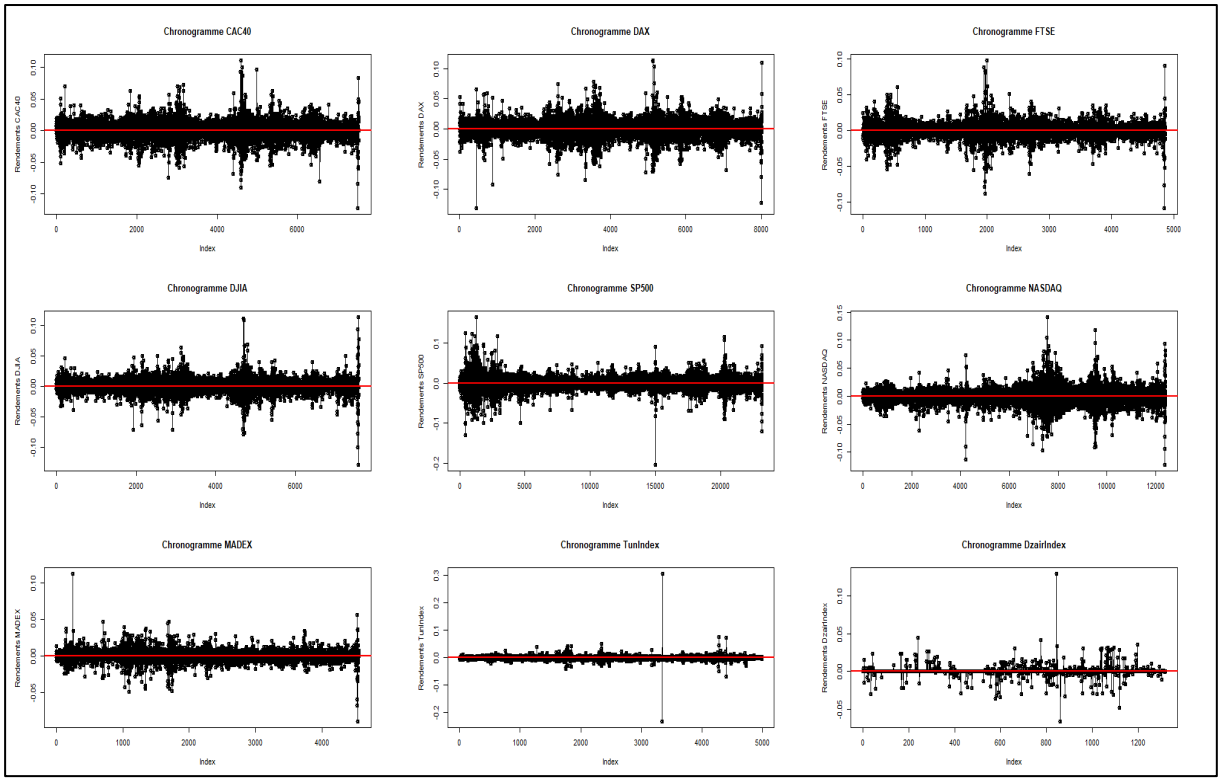
- Un processus (X_t) est stationnaire au sens de la stationnarité forte, si, quel que soient les éléments du temps $t_1 < t_2 < \cdots < t_3$, tel que $t_i \epsilon\, \mathbb{Z}$ et pour tous les éléments du temps $h \epsilon\, \mathbb{Z}$, avec : $t_i + h \epsilon\, \mathbb{Z}$, $\forall i, i = 1, \dots, n$, la suite $\left(X_{t_1} + h, \dots, X_{t_n} + h\right)$ à la même loi de probabilité que la suite $\left(X_{t_1}, \dots, X_{t_n}\right)$;
- Un processus $(X_t, t \epsilon\, \mathbb{Z})$ est stationnaire au sens du second ordre (stationnarité faible) si :
    - $\forall t\, \varepsilon\, \mathbb{Z}, E(X_t^2) < \infty$: ce qui signifie la convergence des moments d'ordre deux ;
    - $\forall t\, \varepsilon\, \mathbb{Z}, E(X_t) = m$, indépendant de (t) : l'espérance du processus (X_t) est indépendante du temps (t) ;
    - $\forall (t, h)\, \varepsilon\, \mathbb{Z}^2, cov\,(X_t, X_{t+h}) = E[(X_{t+h} - m)(X_t - m)] = \gamma(h)$, indépendant de (t) : la fonction d'autocovariance du processus (X_t) est indépendante du temps (t) et de l'ordre de retards (h). Ce qui sous-entends que la variance $\gamma(0)$ du processus (X_t) est constante au cours du temps.

a)- Analyse des chronogrammes : Une première idée sur la stationnarité

Pour nous faire une première idée de la stationnarité de notre échantillon, nous analysons les chronogrammes des indices représentés dans la Figure IV.2.

[242] Cette caractéristique fait partie des raisons qui ont orienté notre choix sur l'étude des séries des rendements au lieu de l'étude des séries des cours boursiers.

Fig. IV.2. Chronogrammes des rentabilités des indices de l'échantillon



Source : Réalisé par nous-mêmes à partir des données collectées sur Eurofidai.

Ces chronogrammes nous permettent de nous faire une idée sur la stationnarité des séries des rentabilités des indices de notre échantillon, à travers l'observation de leur trajectoire. Pour que les séries puissent être qualifiées de stationnaires, il est impératif que leurs moyennes et leurs variances soient constantes. Ce qui suppose que, quelle que soit la date aux abords de laquelle on analyse la série, la représentation graphique de ses rentabilités en fonction du temps doit faire ressortir un niveau moyen approximativement constant, et des fluctuations d'ampleur quelque peu identiques qui tournent autour de la moyenne admise.

b)- Les tests de racine unitaire

Pour vérifier la stationnarité des séries des rentabilités boursières, plusieurs types de tests existent notamment, les tests de Dickey-Fuller Simple et Augmenté, le test de Phillips et Perron, le test de Kwiatkowski, Phillips, Schmidt et Shin (test de KPSS). Ces méthodes sont désignées sous le nom de tests de racine unitaire.

Etant donné que les résultats de l'analyse des chronogrammes de la Figure IV.2 montrent que les séries des rentabilités des indices de l'échantillon suivent un processus stationnaire de second ordre, nous pouvons directement passer aux tests de racine unitaires.

Pour ce faire, nous avons opté pour la classe de tests qui assignent à l'hypothèse nulle (H_0) la non-stationnarité (désignée également sous le nom *'unit root'*), et qui supposent que la composante déterministe suit une tendance linéaire[243]. En l'occurrence, nous avons opté pour le test de Dickey-Fuller Augmenté *'Augmented Dickey-Fuller'* (ADF)[244].

À la suite des tests que nous avons réalisés sur les neuf indices de notre échantillon, nous avons obtenu les résultats qui figurent dans la Tableau IV.3. Nous constatons, pour tous les indices, que la valeur de (p) est inférieure à la valeur critique du seuil de décision, et qui est de 5% dans notre cas. De ce fait, on en conclut que le test est significatif. Par conséquent, nous rejetons l'hypothèse de non-stationnarité et nous retenons l'hypothèse alternative, car selon la littérature financière, les séries des rentabilités boursières sont compatibles avec la propriété de stationnarité au second ordre.

[243] Deux types de méthodologies distinctes permettent de réaliser des tests de racine unitaire. D'abord, il y a les tests qui reposent sur une hypothèse nulle de non-stationnarité du processus étudié. Au sein de cette même première classe, certains tests estiment que la composante déterministe suit une tendance linéaire, à titre illustratif les tests de Dickey-Fuller Simple et Augmenté. Pour d'autres, la composante déterministe suit une tendance non linéaire, nous citerons ici les travaux de Perron (1989) ainsi que ceux de Ouliaris, Park & Philips (1989). Le second type de méthodologie visant à tester la racine unitaire, tiens compte d'une hypothèse (H_0) qui renvoie à la stationnarité du processus étudié notamment, Kwiatkowski et al (1992).

[244] Afin de tester la stationnarité d'une série chronologique (Y_t), le test de Dickey-Fuller (DF) (1979) propose d'estimer parla méthode des moindres carrés ordinaires (MCO) trois modèles autorégressifs d'ordre 1 connu, représentatifs de trois hypothèses de stationnarité asymptomatique, ce qui correspond respectivement à :

- Un premier modèle sans constante ni dérivée temporelle, noté : $Y_t = \rho_1 . Y_{t-1} + \varepsilon_t$;
- Un second modèle avec constante et sans dérivée temporelle, noté : $Y_t = \rho_2 . Y_{t-1} + \beta_2 + \varepsilon_t$;
- Un troisième modèle avec constante et avec dérivée temporelle, noté : $Y_t = \rho_3 . Y_{t-1} + \beta_2 + \mu . t + \varepsilon_t$.

Cependant, la procédure de test DF étant trop standard et restrictive ne concernant que les processus de type AR(1), cette dernière a été étendue sous forme de test ADF (1981) permettant d'admettre une représentation d'ordre (p). En d'autres termes, le test ADF permet la détection de présence de racine unitaire pour les processus de type AP(p). De ce fait, le test ADF a pour objet de tester les trois modèles précités moyennant l'introduction de variables retardées.

Tab. IV.3. Résultat des tests de racine unitaire (ADF) sur les indices de l'échantillon

		Coefficient	Std-Error	t-Statistique	Prob.	p-value
CAC40	Intercept	0.0001882	0.0001583	1.189	0.234	<2.2e-16
	z. lag. 1	-1.0238401	0.0163737	-62.530	0.00000***	
	z. diff. Lag	0.0151221	0.0115285	1.312	0.190	
DAX	Intercept	0.0003476	0.0001563	2.224	0.0262*	< 2.2e-16
	z. lag. 1	-1.0271902	0.0158597	-64.767	0.00000***	
	z. diff. Lag	0.0167673	0.0111561	1.503	0.1329	
FTSE	Intercept	0.000006174	0.00001702	3	0.7167	<2.2e-16
	z. lag. 1	-0.00107	0.002065	-51.808	0.00000***	
	z. diff. Lag	0.003047	0.001433	2.126	0.0336 *	
DJIA	Intercept	0.0003804	0.0001270	2.996	0.00274 **	<2.2e-16
	z. lag. 1	-1.0906344	0.0169017	-64.528	0.00000***	
	z. diff. Lag	0.0071182	0.0114855	0.620	0.53544	
SP500	Intercept	0.00002988	0.000007877	3.794	0.000149 ***	<2.2e-16
	z. lag. 1	-0.001031	0.0009347	-110.295	0.00000***	
	z. diff. Lag	0.001814	0.0006568	2.761	0.005767 **	
NASDAQ	Intercept	0.0004280	0.0001122	3.816	0.000136 ***	<2.2e-16
	z. lag. 1	-0.9890549	0.0125618	-78.735	0.00000***	
	z. diff. Lag	0.0109296	0.0089801	1.217	0.223592	
MADEX	Intercept	0.0001916	0.0001209	1.585	0.113	<2.2e-16
	z. lag. 1	-0.7675385	0.0182501	-42.057	0.00000***	
	z. diff. Lag	0.0122825	0.0148186	0.829	0.407	
TunIndex	Intercept	-0.0003927	0.0001100	-3.571	0.000358 ***	<2.2e-16
	z. lag. 1	-1.1053473	0.0212654	-51.979	0.00000***	
	z. diff. Lag	-0.0213511	0.0141488	-1.509	0.131351	
DzairIndex	Intercept	0.0003372	0.0002209	1.527	0.127	<2.2e-16
	z. lag. 1	-1.0626934	0.0393158	-27.030	0.00000***	
	z. diff. Lag	0.0441738	0.0275570	1.603	0.109	

$0^{(***)}$,$0.001^{(**)}$,$0.01^{(*)}$,$0.05^{(.)}$,$0.1^{()}$,1

Source : Réalisé par nous-mêmes à partir de données collectées sur Eurofidai.

1-4-2- Tests d'autocorrélation des rentabilités

La seconde propriété des séries des rentabilités boursières consiste en l'autocorrélation des carrés des variations des prix.

a)- Les fonctions d'autocorrélation ACF et PACF

Pour analyser la propriété d'autocorrélation, nous faisons appel à la fonction d'autocorrélation, qui est une mesure de la corrélation entre les observations d'une série temporelle ou chronologique permettant d'étudier l'autocovariance à deux niveaux :

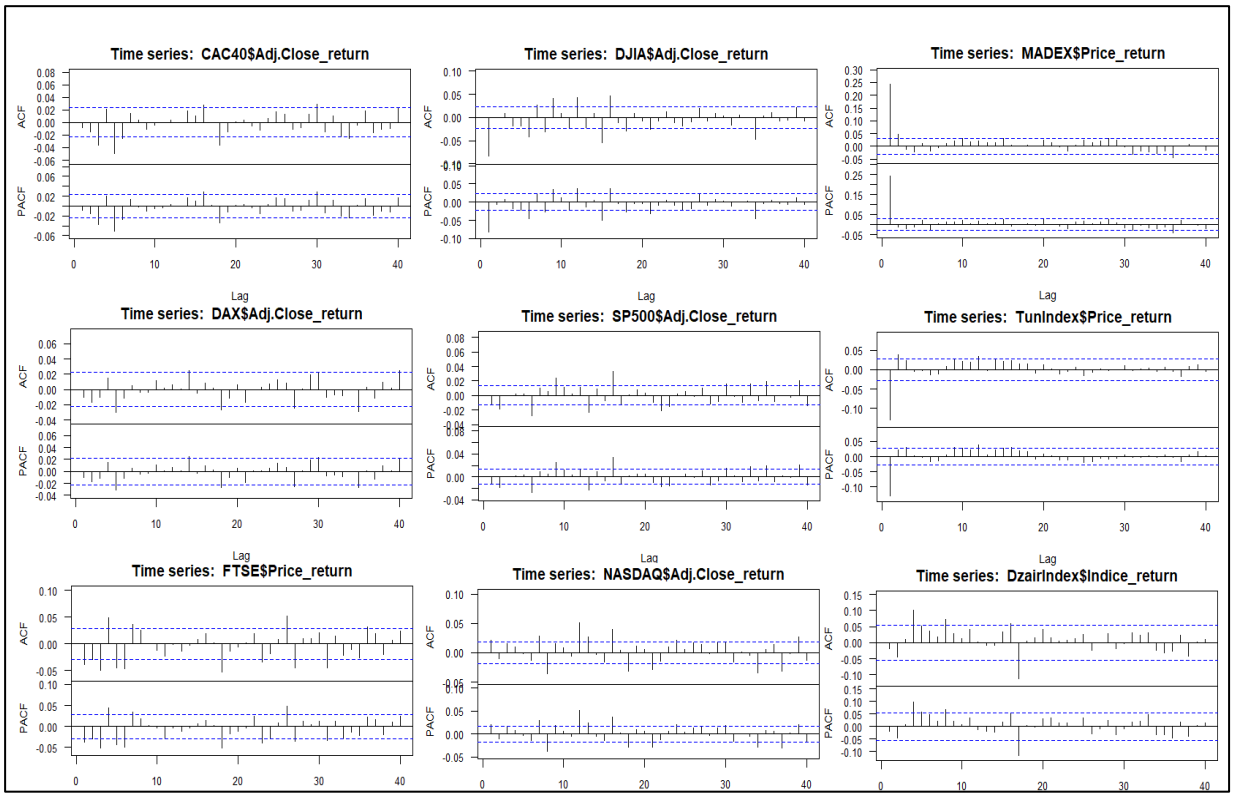
- Fonction d'autocorrélation ACF : la fonction (ρ_k) mesure la corrélation de la série avec elle-même avec un décalage de (k) périodes, ce qui correspond à la formule suivante :

$$\rho_k = \frac{cov(Y_t, Y_{t-k})}{\sigma_{Y_t}\sigma_{Y_{t-k}}} = \frac{\sum_{t=k+1}^{n}(Y_t-\bar{Y})(Y_{t-k}-\bar{Y})}{\sqrt{\sum_{t=k+1}^{n}(Y_t-\bar{Y})^2}\sqrt{\sum_{t=k+1}^{n}(Y_{t-k}-\bar{Y})^2}}$$

  Ainsi, nous constatons que $\rho_0 = 1$, et que (ρ_k) est compris entre 1 et -1 et ce quel que soit la valeur de (k). En d'autres termes, $-1 \leq \rho_k \leq 1, \forall k$.

- Fonction d'autocorrélation partielle PACF : elle permet de mesurer la corrélation entre (Y_t) et (Y_{t-k}), ainsi que l'influence d'autres variables qui ont pu être retirées $(Y_{t-1}, Y_{t-2}, \dots, Y_{t-k+1})$.

Fig. IV.3. Corrélogrammes des indices de l'échantillon

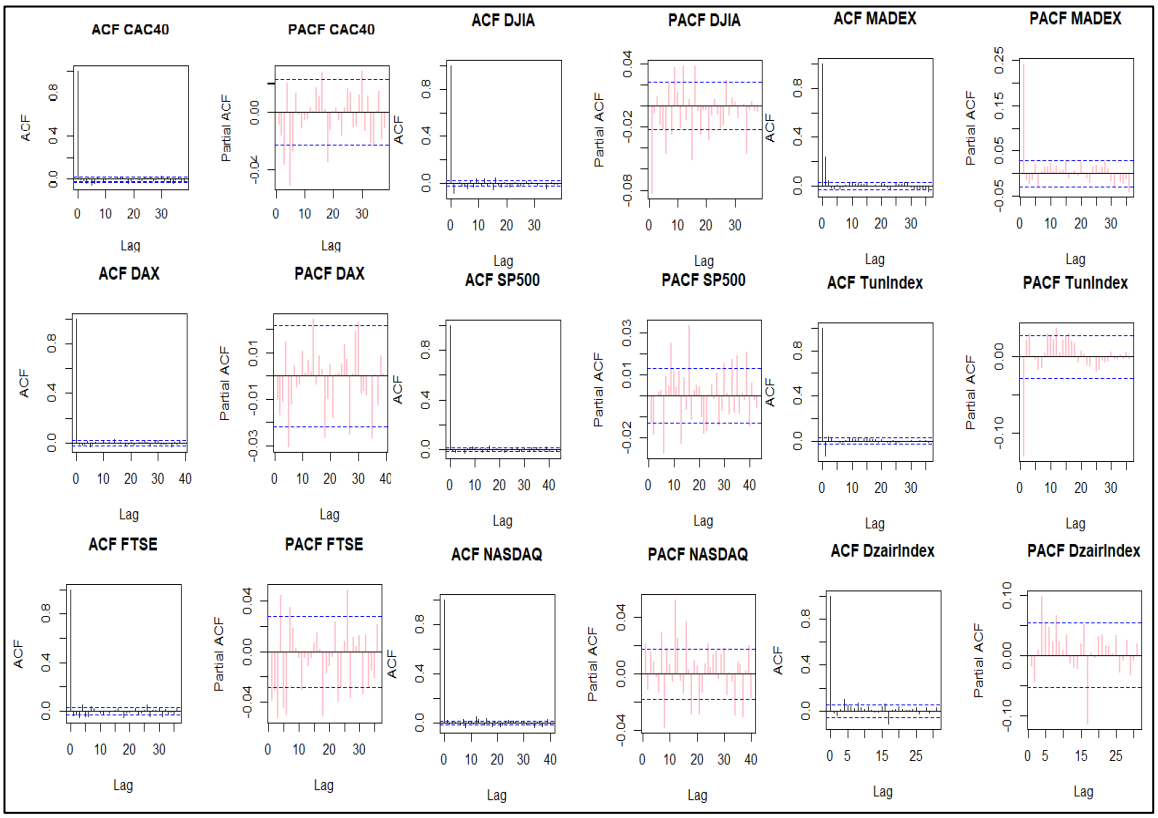


Source : Réalisé par nous-mêmes à partir de données collectées sur Eurofidai.

La Figure IV.3, représente les corrélogrammes obtenus à partir de l'application des fonctions ACF et PACF sur les rendements des indices de notre échantillon, avec un décalage

k=10. Pour l'indice français CAC40, nous constatons une autocorrélation légèrement plus importante pour les décalages 16, 30 et 40. Pour l'indice allemand DAX, les autocorrélations sont plus significatives pour les décalages 30 et 40. Cependant, l'indice britannique FTSE montre des niveaux de corrélation importants pour des décalages 4, 7 et 26. Concernant les indices américains, les corrélogrammes font ressortir de fortes autocorrélations aux décalages 9, 12 et 16 pour le DJIA ; 9, 16, 35, 39 pour le SP500 et 7, 12, 13, 16, 39 pour le NASDAQ. Pour les indices maghrébins, nous notons une très forte autocorrélation au niveau du MADEX pour le décalage 1, une très légère autocorrélation pour le TunIndex pour les décalages 1 et 12 et une autocorrélation significative pour le DzairIndex à l'ordre du décalage 4 et 8. Nous pouvons déduire à partir de cette analyse que les indices européens ont tous montré des autocorrélations notoires entre les lags 40 et 30, en particulier le CAC40 et le DAX. Les indices américains, quant à eux, se sont avérés avoir une autocorrélation significativement importante au lag 16.

Fig. IV.4. Fonctions ACF & PACF des indices de l'échantillon



Source : Réalisé par nous-mêmes à partir de données collectées sur Eurofidai.

L'analyse de la Figure IV.4, ayant des limites de significativité de 10% pour les autocorrélations, montre que tous les indices ont des pics significatifs de premier retard, ce qui

sous-entend que toutes les séries de rentabilités sont corrélées positivement. À noter que selon les postulats de la théorie financière dite moderne, de fortes autocorrélations sont constatées sur les séries des carrés des rendements. Tandis que les séries des rendements montrent des niveaux d'autocorrélations moins significatifs. Ce qui correspond à l'hypothèse de bruit blanc. Par ailleurs, sous l'hypothèse d'anticipations rationnelles, l'autocorrélation des rendements d'une série porte atteinte à l'hypothèse d'efficience informationnelle. Toutefois, la théorie de l'efficience dans sa forme la plus extensive n'inflige aucune limite quant à la forme des moments ayant un ordre supérieur à 1 relatif à la distribution des erreurs de prévisions et des rentabilités. Ce qui laisse supposer que la détection d'autocorrélation dans les carrés des rentabilités ne bride pas forcément le bien-fondé de l'efficience informationnelle.

b)- Test Ljung Box d'indépendance ou test de bruit blanc

Étant donné que nous avons détecté la présence d'autocorrélation à travers l'analyse des graphiques des résidus, et dans le souci de tester l'hypothèse d'indépendance sérielle des séries des rentabilités de notre échantillon, afin de savoir si nos indices constituent des bruits blancs ou pas, nous avons fait appel à la statistique Q(m) de Ljung Box. Le but de ce test est d'examiner l'hypothèse de nullité des (m) coefficients d'autocorrélation pour chaque série. La statistique Ljung Box s'écrit mathématiquement comme suit :

$$Q(m) = T(T+2)\sum_{j=1}^{m}\frac{\hat{o}_j^2}{T-j}$$

Pour réaliser ce test, il faut déterminer un nombre de lags qui est généralement de 10. L'hypothèse nulle (H_0) quant à elle, suppose l'absence de corrélations jusqu'à 10 décalages. Les résultats obtenus sur notre échantillon sont retranscrits dans le tableau ci-après.

Tab. IV. 4. Test de Ljung Box d'indépendance des résidus des séries des rentabilités des indices de l'échantillon

Indices	X-Squared	LB p-value
CAC40	41.895	0.00000078
DAX	15.754	0.104632***
FTSE	65.093	0.000000000038896
DJIA	96.405	0.000000000000000330669
SP500	48.216	0.00000004950194
NASDAQ	43.912	0.000000336223
MADEX	287.66	0.00000000000000022
TunIndex	101.03	0.00000000000000022
DzairIndex	30.883	0.0008037269

La valeur critique du test est de 0.05 (soit 5%).

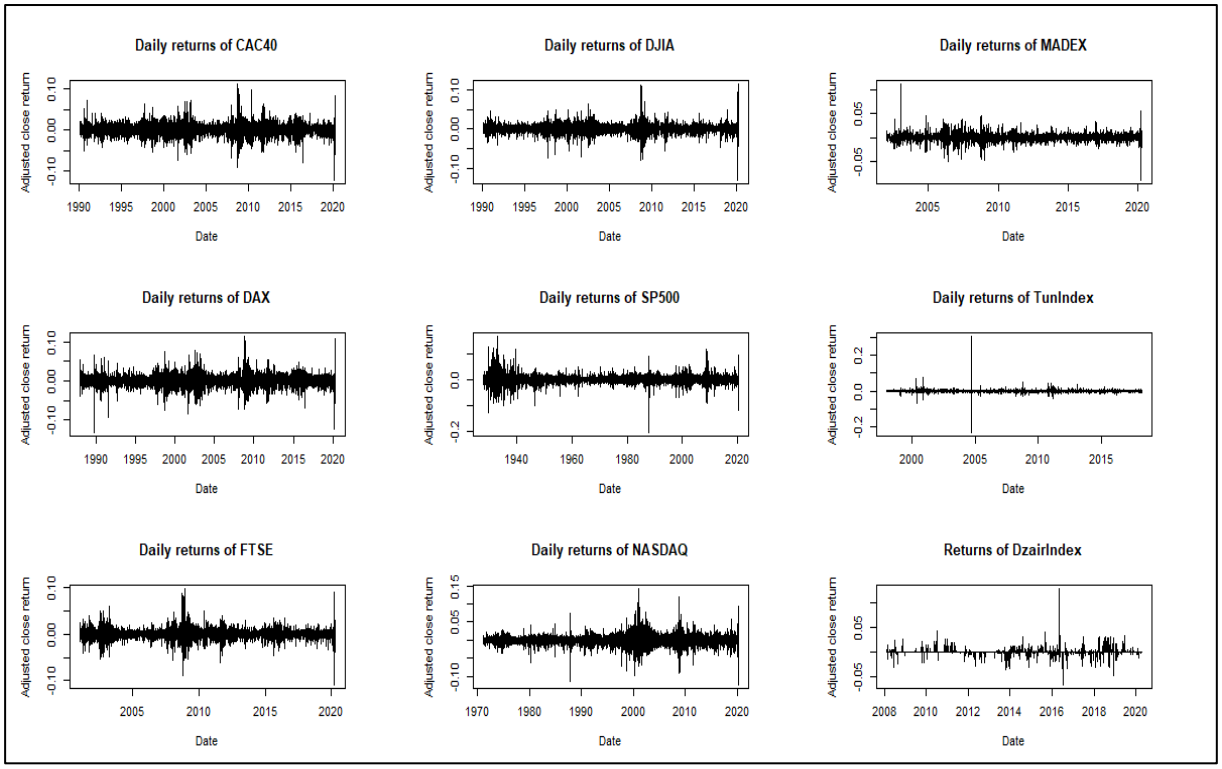
Source : Réalisé par nous-mêmes à partir des données collectées sur Eurofidai.

Nous constatons à travers le Tableau IV.4, que les *'p-value'* de tous les indices de l'échantillon (à l'exception du DAX) sont inférieures au seuil de significativité fixé à 5%, ce qui signifie le rejet de l'hypothèse nulle. Par conséquent, les coefficients d'autocorrélations ne sont pas nuls et les séries ne sont pas des bruits blancs. Il ne s'agit, donc pas d'une marche aléatoire. Concernant l'indice allemand DAX, dont la *'p-value'* est supérieure à la valeur critique de 0.05, cela implique le non-rejet de l'hypothèse nulle, il s'agit donc d'une marche aléatoire.

1-4-3- Analyse des clusters de volatilité

Parmi les propriétés des séries des rentabilités boursières, la présence de clusters de volatilité que nous pouvons constater à travers l'observation de la Figure IV.5 relative aux neuf indices de l'échantillon.

Fig. IV.5. Évolution des rentabilités journalières des indices de l'échantillon



Source : Réalisé par nous-mêmes à partir de données collectées sur Eurofidai.

Nous remarquons à travers l'examen de la figure ci-dessus que la volatilité se produit par grappes, ce qui implique que les abondantes rentabilités, qu'elles soient positives ou négatives, ont tendance à se suivre. Le même constat est à relever pour les faibles rentabilités qui ont tendance à se produire en grappes. Dès lors, nous constatons un regroupement des extrêmes sous forme de clusters de volatilité[245].

Cette caractéristique propre aux séries des rentabilités est à l'origine de l'apparition d'un nombre plus important de valeurs extrêmes et d'un nombre plus réduit de valeurs centrales proches de 0, contrairement à ce que l'on aurait observé si les rentabilités suivaient une distribution normale ou indépendante. L'analyse de la Figure IV.5 fait apparaitre des clusters de volatilité sur l'ensemble des indices à l'exception du TunIndex et du DzairIndexn pour lesquels nous n'observons pas réellement une répartition par grappes de la volatilité. En effet, selon la littérature financière (Tseng & Li, 2012), lorsque les séries chronologiques financières

[245] Selon Ning et al (2015), le regroupement de volatilité est fortement non linéaire et asymétrique, ce qui induit que les grappes de volatilité élevées se produisent plus souvent que les grappes de volatilité faibles. En faisant appel à une approche de copule univariée dans le souci d'examiner un modèle asymétrique dans le regroupement de la volatilité, les auteurs ont démontré que les grappes de volatilité sont persistantes pendant plus d'un mois et asymétriques sur différentes périodes.

sont suffisamment longues, des clusters de volatilité apparaissent, ce qui n'est pas le cas pour le TunIndex et le DzairIndex.

L'étude préliminaire réalisée dans cette section avait pour objet l'examen des différents aspects statistiques et des propriétés financières des séries des rentabilités boursières, à travers la soumission des indices de notre échantillon à une multitude de tests tels que les tests de normalité, de stationnarité, de racine unitaire, d'autocorrélation, de bruit blanc, d'indépendance des résidus, ainsi que la propriété de *'volatility clustering'*.

Au terme de cette section, nous pouvons conclure que d'une manière générale, notre échantillon d'étude répond à toutes les conditions édictées par les examens statistiques et par les tests utilisés dans le cadre de la vérification des propriétés des séries financières. Les résultats obtenus par les indices lors des différents tests sont satisfaisants. Toutefois, quelques anomalies ont été relevées par rapport aux indices maghrébins TunIndex et DzairIndex. En ce sens, les tests que nous avons réalisés plus tard et dont les résultats figurent dans la section qui suit nous ont permis de savoir si ces derniers répondent ou non aux critères nécessaires à la poursuite de notre modélisation. Par ailleurs, l'asymétrie obtenue par le *'skewness'* indique une non-linéarité qui témoigne de la présence d'un effet ARCH très souvent observé dans les séries financières. De même, la valeur élevée du coefficient d'aplatissement *'kurtosis'* obtenu pour les autres indices suggère que les processus ARCH ou GARCH seraient plus appropriés dans le cadre des modélisations à venir notamment, pour la détermination d'une variance quotidienne à partir de données journalières.

Section 2 :

Démarche de modélisation et résultats empiriques

Après avoir délimité notre cadre d'analyse, présenté et justifié le choix de notre échantillon, nous avons réalisé une étude préliminaire sur les séries des rentabilités boursières des neuf indices constitutifs de notre panel. Les résultats de cette analyse, qui a porté sur les statistiques descriptives et des propriétés des séries financières, étaient très concluants dans la mesure où tous les indices se sont montrés satisfaisants face aux tests réalisés.

La première phase validée, la présente section vise à expliquer, dans un premier temps, notre démarche de modélisation et de mesure de l'efficience. Dans un deuxième temps, d'exposer les différentes étapes que nous avons suivies pour calculer une variance quotidienne sur la base de rentabilités journalières, en faisant appel à un modèle autorégressif. Dans un troisième temps, l'objectif est de mettre la lumière sur le processus qui nous a permis de définir un prix d'équilibre pour chacun des indices de notre échantillon.

2-1- Explication de la démarche de modélisation

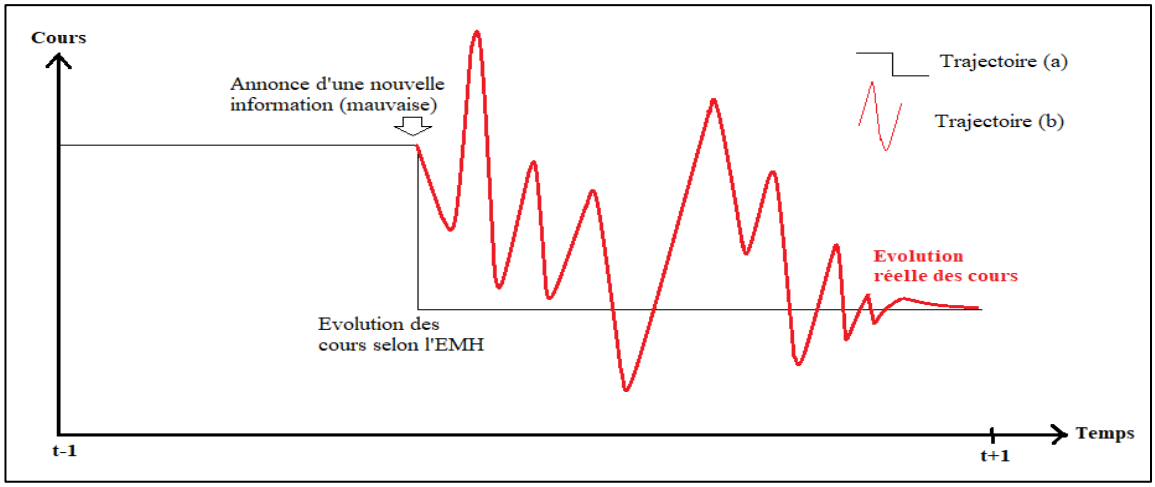
L'objectif de la thèse est de mesurer le degré d'efficience d'un marché financier à travers le temps de réponse d'un indice boursier à un événement non anticipé. L'étude empirique est réalisée au fur et à mesure de la validation de tests économétriques, ce qui nous a permis de construire notre modèle et d'affiner notre démarche à force de valider ou de rejeter différents tests.

L'idée que nous tentons de modéliser dans cette thèse est que les marchés financiers ont un degré d'efficience qui varie en fonction de la microstructure du marché, qui fluctue au cours du temps et selon les événements que le marché subit. Ainsi, et après avoir arrêté notre cadre conceptuel[246], nous avons fait le choix de ne pas tenir compte du paramètre informationnel et de la déclinaison graduelle de l'efficience selon les trois formes que nous lui connaissons.

[246] Nous faisons référence au prix d'équilibre que nous avons choisi au détriment de la valeur fondamentale, et à la définition de l'efficience énoncée par Jensen (1978) pour laquelle nous avons opté.

Pour mieux expliquer l'origine de l'idée de mesure du degré d'efficience, nous reprenons le graphique représenté dans la figure qui suit.

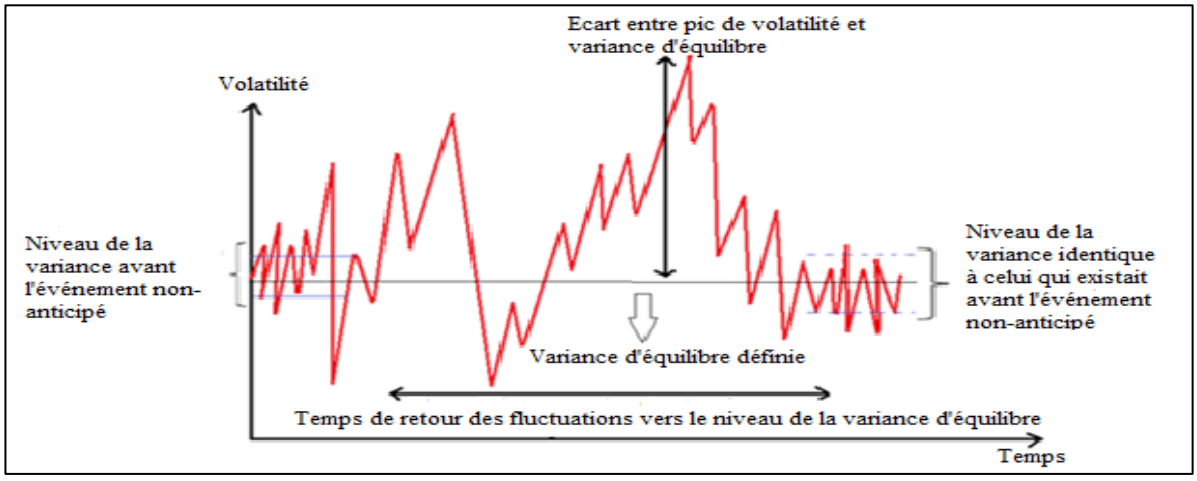
Fig. IV.6. Explication de l'idée de modélisation



Source : Réalisé par nous-mêmes, inspirés de Gillet. 1999.

La Figure IV.6, qui constitue une comparaison graphique entre la définition théorique de l'efficience et la réalité du marché, montre que la trajectoire (a) représente la variation des cours boursiers défendue par l'hypothèse d'efficience informationnelle. Mais en réalité, c'est la trajectoire (b) qui traduit ce qui se produit effectivement sur le marché. Dès lors et pour être plus explicite, la démarche de notre modélisation est schématisée en détail dans la figure ci-après.

Fig. IV.7. Démarche de modélisation



Source : Réalisé par nous-mêmes.

Comme illustrée dans la Figure IV.7, notre démarche consiste à se référer à l'évolution réelle des cours boursiers et qui implique plusieurs dépassements et des corrections de prix au cours du temps, pour estimer dans quelle mesure cette série s'oriente vers la volatilité normale puis vers le prix d'équilibre, avant l'apparition de l'événement non anticipé. Pour y parvenir, nous procédons dans un premier temps au calcul des écarts entre les volatilités anormales atteintes par le niveau de volatilité normale déterminé, ainsi que le calcul du temps nécessaire pour que les fluctuations des cours reviennent vers la volatilité normale ainsi définie. Dans un second temps, nous considérons un prix d'équilibre à partir des rentabilités correspondantes aux volatilités normales ainsi déterminées. Dès lors, nous mettons en place un coefficient qui nous permettra de mesurer l'efficience du marché considéré. La suite du travail sera organisée de telle sorte à tester les deux hypothèses restantes :

Pour tenter de répondre à l'hypothèse N°2, nous avons procédé comme suit :

- Modélisation d'une variance quotidienne à travers un processus autorégressif ;
- Fixation d'une volatilité normale en se référant au niveau de cette dernière avant et après l'événement non anticipé ;
- Calcul des écarts entre les volatilités anormales et la volatilité normale ;
- Estimation du temps de retours des cours vers la volatilité normale.

Pour tenter de répondre à l'hypothèse N°3 :

- Détermination d'un prix d'équilibre en fonction des rentabilités correspondantes à la volatilité normale :
- Mise en place d'un coefficient permettant de maser l'efficience du marché.

2-2- Modélisation de la variance quotidienne par un processus autorégressif

Dans le souci de représenter la volatilité des indices de notre échantillon, nous avons procédé au calcul de la variance quotidienne des différentes séries. Dès lors, un problème de fréquences s'est posé. En effet, notre base de données étant constituée à partir de données journalières, les méthodes classiques de calcul de la variance ne permettent pas d'estimer cette dernière à une fréquence quotidienne. C'est pourquoi nous avons fait appel à un modèle autorégressif – GARCH – qui présente, entre autres, la particularité de se défaire de l'hypothèse d'hétéroscédasticité, les principes de base de ce type de processus n'imposant aucune limite en

termes de modification potentielle de la variance des erreurs à travers le temps[247]. En ce sens, la variance calculée pour une période donnée (N) pourrait être dépendante des termes d'erreur des périodes précédentes (N-1, N-2, etc.).

L'enchainement des différentes étapes qui nous ont permis de modéliser la variance quotidienne à travers un processus autorégressif sont détaillées dans ce qui suit[248].

2-2-1- Détermination des paramètres (p) et (q) du processus autorégressif

Pour modéliser les mouvements des séries chronologiques, dont la volatilité dépend d'innovations antérieures par le biais d'un modèle autorégressif de type GARCH, nous avons d'abord déterminé les paramètres (p) et (q) du modèle[249] en suivant les étapes ci-dessous.

a)- Recours à la procédure MINIC

Dans un premier temps, nous avons fait appel à la procédure MINIC pour essayer de déterminer les paramètres (p) et (q) de notre modèle. Cette procédure consiste à recourir à la fonction ARMA qui utilise le carré de la variance des séries temporelles. Cette démarche a été suivie tout en tenant compte du fait que le carré du GARCH (p,q) est un processus ARMA (max (p,q),q). Les résultats obtenus sous R après l'application de la procédure MINC sont résumés dans le Tableau IV.5 ci-après.

Tab. IV.5. Résultats de l'application du processus ARMA

Indices	Paramètres du GARCH	
	P	Q
CAC40	2	2
DAX	2	2
FTSE	2	2
DJIA	2	2
SP500	2	2
NASDAQ	2	2

[247] Parmi la littérature à laquelle nous nous sommes référés pour modéliser la variance quotidienne moyennant un processus autorégressif nous pouvons citer : Andersen et al (2011), Agnihotri (2014), Bensafta & Semedo (2009), Chen et al (2008), Cont (2005), Cousin & De Launois (2006), Crouhy & Rockinger (1997), Daal et al (2007), Howard (2012), Jacobsen & Dannenburg (2003), Karmakar (2005), Joldes (2019), Malik (2003), Mahamat (2017), Tule et al (2018).

[248] À noter que l'ensemble de ces tests a été réalisé sous le logiciel R.

[249] Pour rappel, le paramètre (p) désigne la partie autorégressive de la variance des résidus, ou le nombre de retards de la partie MA. Le paramètre (q) représente la partie moyenne mobile, ou le nombre de retards de la partie AR.

MADEX	2	2
TunIndex	1	1
DzairIndex	0	0

Source : Réalisé par nous-mêmes à partir de données collectées sur Eurofidai.

Les résultats de la procédure MINIC montrent que pour l'ensemble des indices, à l'exception du TunIndex et du DzairIndex, le critère BIC est minimal pour un GARCH (3,2). Toutefois, la littérature (à titre d'exemple l'article de référence de Bouthar, et al., 2019) suppose, qu'en pratique, les ordres des paramètres (p) et (q) ne doivent pas excéder 2, soit p, q < ou = 2. C'est pourquoi nous avons fait appel à la deuxième méthode qui consiste à identifier le processus de la série à travers la fonction ARIMA.

b)- Identification du processus adéquat

Après avoir étudié la stationnarité des indices de notre échantillon, cette étape consiste à déterminer le processus générateur et l'ordre[250] de chacune des séries correspondantes. Pour ce faire, nous avons identifié, dans la famille ARIMA[251], le décalage optimal correspondant au nombre des coefficients d'autocorrélation simples ou partiels, qui sont statistiquement significatifs[252], en suivant le principe de parcimonie. En ce sens, et selon Doucouré (2008) :

- L'ordre retenu pour un AR doit correspondre au nombre de coefficients d'autocorrélation partielle (PACF) non nuls ou différents de zéro ;
- L'ordre retenu pour un MA doit correspondre au nombre de coefficients d'autocorrélation simple (ACF) non nuls ou différents de zéro ;
- En revanche, lorsqu'il s'agit d'un ARMA, les ordres équivalents doivent être respectivement définis en fonction des parties AR et MA. Cependant, il y a lieu de souligner que ce type de processus (ARMA) comporte une certaine complexité émanant de l'interférence des deux fonctions d'autocorrélation simple et partielle. Cette caractéristique engendre comme contrainte l'adoption d'une démarche axée sur trois étapes, en l'occurrence l'identification du processus, puis l'estimation du modèle et enfin le diagnostic ou la validation de ce dernier.

[250] Nous faisons référence ici au décalage optimal de chacune des séries. Pour rappel, ARIMA signifie *'Auto Regressive Integrated Moving Average'*.
[251] Dans le cadre de cette thèse, nous n'abordons pas les processus ARIMA saisonniers, nommés SARIMA. Nous nous limitons uniquement aux processus ARIMA non saisonniers.
[252] Cette étape peut également s'effectuer à travers la lecture des corrélogrammes présentés dans l'étude préliminaire.

Lors de notre processus d'évaluation, nous avons constaté à travers les graphiques évocateurs des fonctions d'autocorrélations (ACF et PACF), représentés dans la Figure IV.4 de la section précédente, que ces derniers exhibent des décroissances exponentielles monotones. Cette décroissance exponentielle a été observée sur la fonction d'autocorrélation simple (ACF) pour le AR. En revanche, pour le MA, nous l'avons détectée sur la fonction d'autocorrélation partielle (PACF). Les résultats obtenus sous le logiciel R, relatifs à l'identification des processus ARIMA (p,d,q) générateurs des séries relatives aux indices de notre échantillon, sont présentés dans la Tableau IV.6 ci-dessous.

Tab. IV.6. Processus ARIMA générateurs des séries des indices de l'échantillon

Indices	**ARIMA (p,d,q)**		
	P	**D**	**Q**
CAC40	1	0	2
DAX	1	1	1
FTSE	2	1	2
DJIA	2	0	2
SP500	2	1	2
NASDAQ	2	1	1
MADEX	2	1	1
TunIndex	0	0	1
DzairIndex	0	0	0

Note : avec une moyenne non nulle pour le CAC40, le DJIA, le TunIndex et le DzairIndex.

Source : Réalisé par nous-mêmes à partir de données collectées sur Eurofidai.

Comme nous pouvons le constater à travers le Tableau IV.6, nous avons obtenu différents résultats pour les différents indices. Ce qui est dû à l'écart en termes du nombre d'observations. À noter que les deux indices maghrébins TunIndex et DzairIndex présentent des coefficients nuls. Pour rappel, le tableau des statistiques descriptives nous a montré que ces deux indices étaient les moins volatiles avec les coefficients d'asymétrie et d'aplatissement les plus importants. Dès lors, nous sommes dans l'obligation d'admettre qu'il est impossible d'estimer la variance quotidienne de ces deux indices en raison des résultats des tests qui ne sont pas concluants. Concernant le reste des indices de notre échantillon, nous avons procédé à la réduction du modèle pour ne garder que les paramètres significatifs.

2-2-2- Estimation et réduction des paramètres du modèle

Après avoir analysé la significativité de plusieurs coefficients notamment, alpha 1 et bêta 1[253] (significatifs à 1%) ainsi que la t-value (significative à 5%), nous nous sommes prononcés sur la validation ou le rejet de l'hypothèse nulle qui suppose l'égalité des coefficients à 0. Les résultats générés sous R sont repris dans le Tableau IV.7 suivant.

Tab. IV.7. Estimation des paramètres du GARCH par l'analyse de la significativité des coefficients retenus

Indices		CAC40	DAX	FTSE	DJIA	SP500	NASDAQ	MADEX
Estimate	Mu	0.00005	0.00007	0.00003	0.00006	0.00005	0.00007	0.00001
	omega	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
	alpha1	0.00990	0.00403	0.01252	0.00768	0.00968	0.01400	0.02770
	bêta1	0.08877	0.08552	0.08601	0.01989	0.00899	0.06200	0.06662
Sd.Error	Mu	0.00001	0.00001	0.00001	0.00000	0.0000	0.00000	0.00000
	omega	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.0000	0.00000	0.00000
	alpha1	0.00075	0.00102	0.00114	0.00110	0.00040	0.00095	0.00224
	bêta1	0.00083	0.00111	0.00123	0.01358	0.00040	0.00654	0.00251
t-value	Mu	4.725	6.286	3.513	7.400	10.63	10.648	1.924
	omega	6.554	8.148	5.802	7.296	10.69	9.215	7.815
	alpha1	13.085	3.917	10.918	6.976	23.74	14.678	12.324
	bêta1	106.596	76.561	69.905	1.465	222.40	8.653	26.519
t-Prob.	Mu	0.00000***	0.00000***	0.00044***	0.00000***	0.00000***	0.00000***	0.0543.
	omega	0.00000***	0.00000***	0.00000***	0.00000***	0.00000***	0.00000***	0.00000***
	alpha1	0.00000***	0.00000***	0.00000***	0.00000***	0.00000***	0.0000***	0.00000***
	bêta1	0.00000***	0.00000***	0.00000***	0.143	0.00000***	0.00000***	0.00000***

$0^{(***)}$,$0.001^{(**)}$,$0.01^{(*)}$,$0.05^{(.)}$,$0.1^{()}$,1

Source : Réalisés par nous-mêmes à partir de données collectées sur Eurofidai.

Les résultats montrent que pour les sept indices retenus le coefficient alpha 1 est significatif à 1% et alpha 2 n'est pas significatif. De même, nous constatons que bêta 1 prend une valeur significative au seuil de 1% contrairement à bêta 2, à l'exception du DJIA pour qui

[253] Ainsi que les paramètres alpha 2 et bêta 2 obtenus pour certains indices tels que le DAX (alpha 2), le DJIA (alpha 2, bêta 2) et le NASDAQ (bêta 2), dont le niveau de significativité est également fixé à 1%. Dans le Tableau IV.7 nous avons volontairement omis ces deux coefficients (alpha 2 et bêta 2), car nous ne les avons pas obtenus pour la plupart des indices. Ils ne sont, donc, pas significatifs.

le bêta 1 est égal à 0.143. Concernant la t-value, elle est supérieure à 5% pour les sept indices, ce qui nous permet d'accepter l'hypothèse H0.

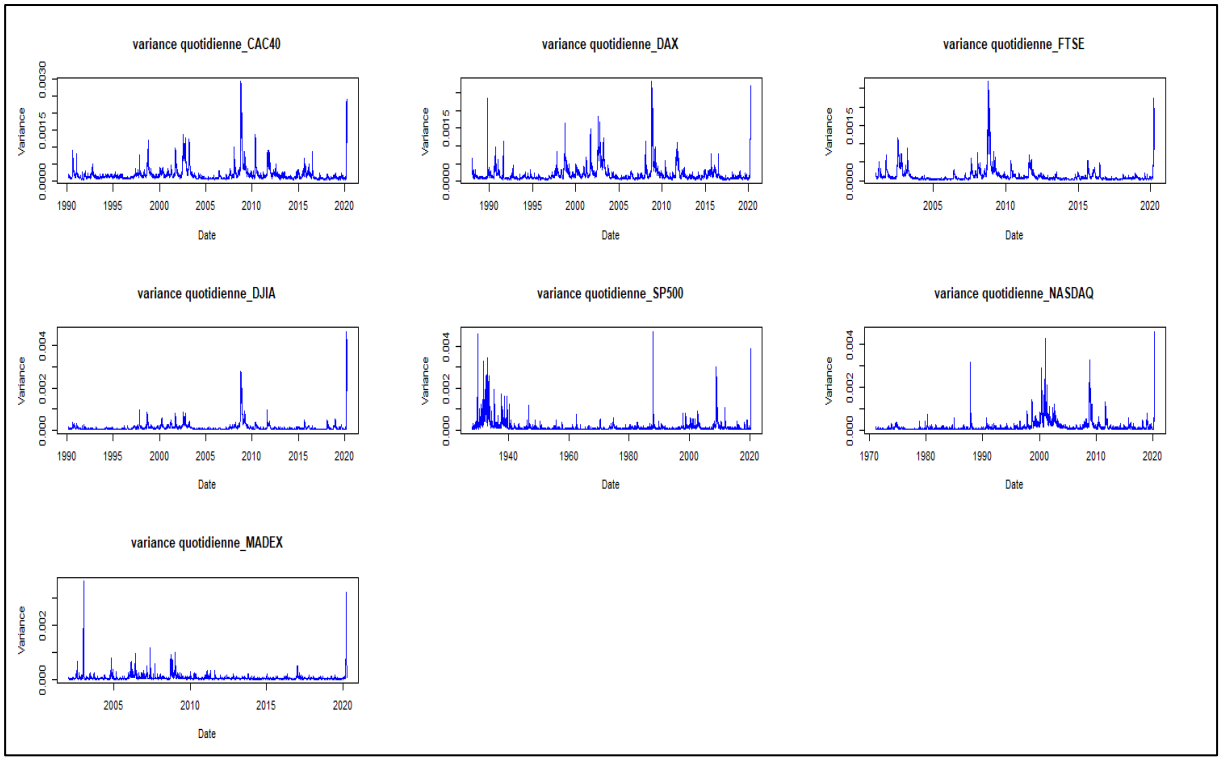
À partir de l'interprétation de ces résultats (i.e. Tableau IV.7) et des critères d'information statistique obtenus[254], nous avons réduit les paramètres du modèle GARCH pour chaque indice en fonction des éléments précités. Ainsi, après réduction et compte tenu de la significativité des coefficients, nous considérons désormais un GARCH (1.1) pour le CAC40, un GARCH (2.1) pour le DAX, un GARCH (1.1) pour le FTSE, un GARCH (2.2) pour le DJIA, un GARCH (1.1) pour le SP500, un GARCH (1.2) pour le NASDAQ et enfin un GARCH (1.1) pour le MADEX.

2-2-3- Vérification de la validité des modèles et extraction des variances quotidiennes

Après avoir procédé à la validation des coefficients estimés sous R, nous avons réalisé une multitude de tests notamment, des tests d'autocorrélation, d'hétéroscédasticité ainsi que les tests de résidus Ljung Box. Tous ces tests sont concluants, car la valeur de la t-value était approximativement supérieure au seuil de significativité fixé à 5%, et ce pour les sept indices retenus. Dès lors, nous avons dressé des tableaux de variances quotidiennes relatives aux différentes séries des indices CAC40, DAX, FTSE, DJIA, SP500, NASDAQ et MADEX, à partir desquels nous avons tracé les différents graphiques relatifs aux variances quotidiennes présentés ci-après.

[254] Nous faisons allusion aux critères AIC, BIC, SIC et HQIC.

Fig. IV.8. Modélisation de la variance quotidienne par un processus GARCH



Source : Réalisés par nous-mêmes à partir de données collectées sur Eurofidai.

La Figure IV.8 représente les variances quotidiennes obtenues pour les sept indices de notre échantillon pour lesquels les différents tests réalisés ont plaidé en faveur de l'application d'un processus autorégressif. À souligner que lors de notre modélisation, nous n'avons pas inclus de mesure de volume. Comme avancé par les tests, les processus autorégressifs GARCH – chacun avec les paramètres (p) et (q) correspondants – s'accommodent et conviennent parfaitement à la base de données que nous avons construite.

Comme nous pouvons le constater à travers la Figure IV.8, l'avantage de l'application d'un modèle GARCH pour illustrer la volatilité conditionnelle est qu'il permet de capturer la dépendance temporelle entre les chocs de volatilité. C'est pourquoi nous observons très nettement la succession de périodes de volatilité haute et basse sur les différents indices représentés dans la Figure IV.8.

Schématiquement, les tests ont révélé que l'ensemble des coefficients examinés ont des valeurs statistiquement différentes de zéro. La somme moyenne des coefficients moyens relatifs à l'effet des termes d'erreurs décalés et ceux des variances conditionnelles décalées se rapprochent significativement de 1. De même, pour chacun des indices représentés dans la Figure IV.8, le degré de persistance de la variance est très proche de 1. Ces observations

obtenues sous R s'accordent avec les prédictions de Lamoureux & Lastrapes (1990), ce qui dénote que les processus autorégressifs GARCH, définis pour chacun des sept indices, intègrent d'une manière très satisfaisante les données dont nous disposons.

L'analyse de la Figure IV.8 montre que les indices les plus volatiles sont les indices européens, en particulier le CAC40 et le DAX, avec des mouvements de volatilité presque similaires. Cependant, nous pouvons aisément observer que tous les indices, à l'exception de l'indice marocain MADEX, ont enregistré des volatilités anormales assez importantes entre 2007 et 2010, ce qui correspond à la crise des *'Subprimes'*. Le faible niveau de volatilité observé sur le MADEX durant cette période de crise pourrait être dû au manque d'intégration internationale du marché financier marocain. Cette caractéristique, a priori symptomatique, a néanmoins permis de protéger le marché des mouvements excessifs de volatilité engendrés par l'éclatement de la bulle spéculative immobilière. Sur le graphique du SP500 (i.e. Figure IV.8), nous observons une très forte volatilité avant 1940. Ce qui témoigne de l'importance du krach boursier engendré par la crise de 1929 et du temps qu'a pris le marché pour absorber ce choc. Concernant l'indice des valeurs technologiques NASDAQ, nous remarquons une importante fluctuation de la variance quotidienne durant la période 2000-2002. Cette volatilité disproportionnée a été engendrée par l'éclatement de la bulle internet en 2001. Toutefois, la Figure IV.8 de la variance quotidienne montre que les sept indices retenus affichent des niveaux de volatilité extrêmement élevés à partir de fin 2019 jusqu'au début du deuxième trimestre de l'année en cours[255].

Il ressort de ce qui a été dit que tous les mouvements de volatilité observés sur les différents graphiques de la Figure IV.8 correspondent aux diverses crises qui ont secoué les marchés financiers. Ce constat témoigne en faveur de la pertinence de l'approche que nous avons adoptée pour modéliser la variance quotidienne.

2-3- Détermination de la volatilité normale pour chaque indice

Après avoir dressé le tableau des variances quotidiennes via un processus GARCH, et après avoir extrait celles-ci sous forme de graphiques, la détermination de la volatilité normale a été réalisée conformément aux étapes suivantes :

[255] Toutes nos observations s'arrêtent au début du mois d'avril 2020.

1. Identification des événements ayant engendré des mouvements de volatilité excessive à travers :
    - L'analyse de la courbe de la variance quotidienne ;

La première étape de la fixation d'une volatilité normale consiste à distinguer, à travers l'analyse de la courbe de la variance quotidienne tracée pour chaque indice, les différentes périodes durant lesquelles les niveaux de volatilité ont connu de très fortes variations[256]. L'idée derrière cette première étape est de chercher un niveau de variance stable avant l'occurrence de l'événement perturbateur non anticipé, et puis de chercher un autre niveau de variance plus ou moins identique à celui qui a existé avant l'événement, et ce à travers l'analyse des clusters de volatilité.

    - La détermination des rentabilités correspondantes ;
2. Tests d'homogénéité des variances réalisés selon deux méthodes distinctes :
    - Méthode 01 : tests de normalité des périodes (Shapiro-Wilk, 1965) ;
    - Méthode 02 : test de Levene (1960).
3. La fixation de la volatilité normale.

2-3-1- Le CAC40

a)- Analyse de la courbe de la variance : Identification des événements

Pour l'indice français CAC40, l'analyse de la courbe de la variance quotidienne (i.e. Fig. IV.8) nous a permis de détecter trois périodes de stabilité :

- La période 1996 : cette stabilité a été interrompue par l'emballement des cours qui a précédé la bulle internet de 2001, ainsi que les répercussions de la crise économique asiatique qui a eu lieu en juillet 1997 ;
- La période de 2004 jusqu'à 2006 : la crise des *'subprimes'*, qui a éclaté vers la mi-2007 du fait de la titrisation des créances douteuses provenant de la bulle immobilière américaine, a mis un terme à cette période de calme ;

[256] Parmi les travaux que nous avons consultés au sujet de la détection des changements de régime, nous pouvons citer l'article de Malik (2003) qui a détecté les changements soudains de variance en faisant appel à l'algorithme des sommes cumulées itérées des carrés (ICSS). Cependant, lorsque cette méthode a été appliquée dans le souci de détecter les changements dans la volatilité des rentabilités des actions, les résultats ont montré que la persistance de la volatilité a été surestimée (Aggarwal, et al., 1999).

- La période de 2017 jusqu'à 2019 : l'indice CAC40 a connu la pire séance de son histoire à la suite de la crise sanitaire actuelle, qui a débuté vers la fin de 2019, ce qui s'est répercuté par une très forte variation de la variance quotidienne.

Pour confirmer l'analyse de la courbe de la variance, nous avons déterminé les rentabilités qui correspondent aux périodes de stabilité énumérées plus haut. L'objectif de cette démarche est de confirmer statistiquement si la période de stabilité connue par le CAC40 en 1996 s'est réellement reproduite durant les périodes 2004-2006 et 2017-2019.

b)- Tests de comparaison des variances : Hétéroscédasticité

Dans le cas du CAC40, pour confirmer statistiquement le résultat de l'analyse portant sur la ressemblance des niveaux de variances pendant les trois périodes considérées, nous avons effectué des tests d'homogénéité des variances. Pour ce faire, nous avons réalisé un test de normalité des périodes[257]. Les résultats obtenus nous ont permis de vérifier l'hypothèse de normalité pour la première période (1996), la p-value étant supérieure au seuil de significativité fixé à 5%. En revanche, pour les deux autres périodes considérées (2004-2006 et 2017-2019) l'hypothèse de normalité a été rejetée[258]. Ces résultats sont détaillés dans le Tableau IV.8 ci-après.

Tab. IV.8. Test de normalité sur les périodes de stabilité du CAC40

Périodes considérées	Période 1996	Période 2004-2006	Période 2017-2019
W	0.99225	0.98685	0.97302
p-value	0.2394***	0.0000002209	0.00000000001145

*** Significatif par rapport à la valeur critique de 5%.

Source : Réalisés par nous-mêmes à partir de données collectées sur Eurofidai.

Étant donné la non-vérification de l'hypothèse de normalité, nous avons fait appel au test de Levene[259], qui offre la particularité d'être plus robuste et moins sensible aux écarts en termes d'hypothèse de normalité.

[257] Pour savoir si les différentes périodes considérées suivent une loi normale, nous avons exécuté le test de Shapiro-Wilk (1965) sous le logiciel R.

[258] Si les résultats des tests de normalité des trois périodes pour le CAC40 avaient été concluants – vérification de la normalité pour lesdites périodes – nous aurions fait appel au test de Fisher ou de Bartel, pour tester l'égalité des variances.

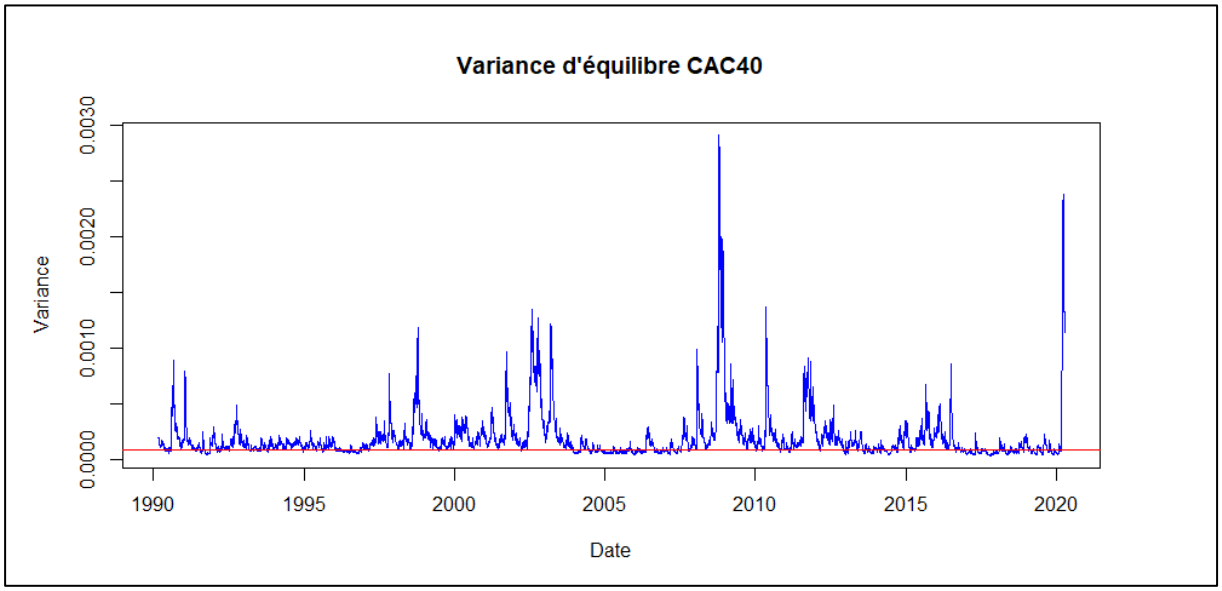
[259] Le test de Levene (Brown, Forsythe, 1975) est un test statistique non paramétrique dont l'utilité est de tester l'homogénéité des variances (homoscédasticité), réparties sur plusieurs périodes. La démarche consiste à estimer

Le test de Levene (1960) (*'Test for Equality of Variances'*) a montré que les variances étaient homogènes sur les trois périodes considérées pour le CAC40. En effet, nous avons obtenu une p-value de 0.1256, qui est supérieure à la valeur critique de 5%, ce qui signifie la validation de l'hypothèse nulle H0 qui suppose l'homogénéité des variances sur les trois périodes. Par conséquent, notre analyse de la courbe de la variance a été confirmée.

c)- Fixation de la volatilité normale

Pour chacune des trois périodes considérées (1996, 2004-2006, 2017-2019), nous avons fixé une volatilité normale qui correspond à la moyenne des valeurs de la variance pour chaque période, afin de tracer une droite linéaire. Ainsi, la droite noire sur la Figure IV.9 indique la volatilité normale de la première période. En vert, nous avons représenté la volatilité normale pour la seconde période (2004-2006), et en rouge pour la période 2017-2019.

Fig. IV.9. Volatilité normale obtenue pour le CAC40



Source : Réalisés par nous-mêmes à partir de données collectées sur Eurofidai.

Comme nous pouvons le constater sur la Figure IV.9, les trois droites semblent s'emboiter. Toutefois, pour être plus objectifs dans notre démarche, nous avons calculé la moyenne des variances ainsi déterminées afin de fixer un seul niveau de volatilité normale qui ajuste au mieux les trois périodes considérées.

une p-value dont le seuil de significativité est généralement fixé à 5%. De ce fait, lorsque la valeur obtenue est significative par rapport à ce seuil critique, on dira qu'il y a homogénéité des variances. En revanche, lorsque la p-value obtenue par le test de Levene est inférieure à 5%, on rejettera l'hypothèse nulle d'homoscédasticité.

2-3-2- Le DAX

a)- Analyse de la courbe de la variance : Identification des événements

À travers l'analyse de la courbe de la variance quotidienne de l'indice allemand DAX (i.e. Fig. IV.8), nous avons déterminé trois périodes de stabilité qui semblent comparables :

- La période de 1995 jusqu'à 1996 : cette période de stabilité de la variance a été interrompue par les répercussions de la crise économique asiatique (1997) et le début de l'emballement des cours des valeurs technologiques ayant précédé l'éclatement de la bulle internet de 2001 ;
- La période de 2005 jusqu'à 2006 : à partir de la fin 2006, les cours du DAX ont commencé à connaître une certaine volatilité due au début de la hausse des prix des valeurs immobilières. Ce qui a provoqué une importante volatilité de la variance quotidienne du DAX ;
- La période de 2017 jusqu'à 2018 : à la fin de 2018, nous avons constaté une certaine instabilité de la variance quotidienne, qui a été accentuée à partir de fin 2019 et début 2020 par l'avènement de l'épidémie de la COVID-19.

Nous constatons que les fins des trois périodes de stabilité de la variance correspondent à l'apparition d'événements perturbateurs sur le marché allemand. De surcroît, et pour donner plus de pertinence à notre choix de périodes, nous avons procédé à l'extraction des rentabilités quotidiennes correspondantes aux trois périodes considérées. L'analyse de ces rentabilités nous a permis de relever une certaine homogénéité de ces dernières au cours desdites périodes. En ce sens, et d'un point de vue statistique, la période de stabilité observée en 1995-1996, s'est répétée en 2005-2006, puis une nouvelle fois en 2017-2018.

b)- Tests de comparaison des variances : Hétéroscédasticité

Pour tester l'homogénéité des variances quotidiennes pendant les trois périodes retenues, nous avons réalisé dans un premier temps un test de normalité des périodes dont les résultats sont retranscrits dans le Tableau IV.9. Nous constatons que l'hypothèse nulle de normalité n'a pas été vérifiée pour les trois périodes, car les p-values obtenues sont toutes inférieures au seuil de significativité de 5%.

Tab. IV. 9. Test de normalité sur les périodes de stabilité du DAX

Périodes considérées	Période 1995-1996	Période 2005-2006	Période 2017-2018
W	0.98958	0.98097	0.98329
p-value	0.001595	0.0000003317	0.00000169

*** Significatif par rapport à la valeur critique de 5%.

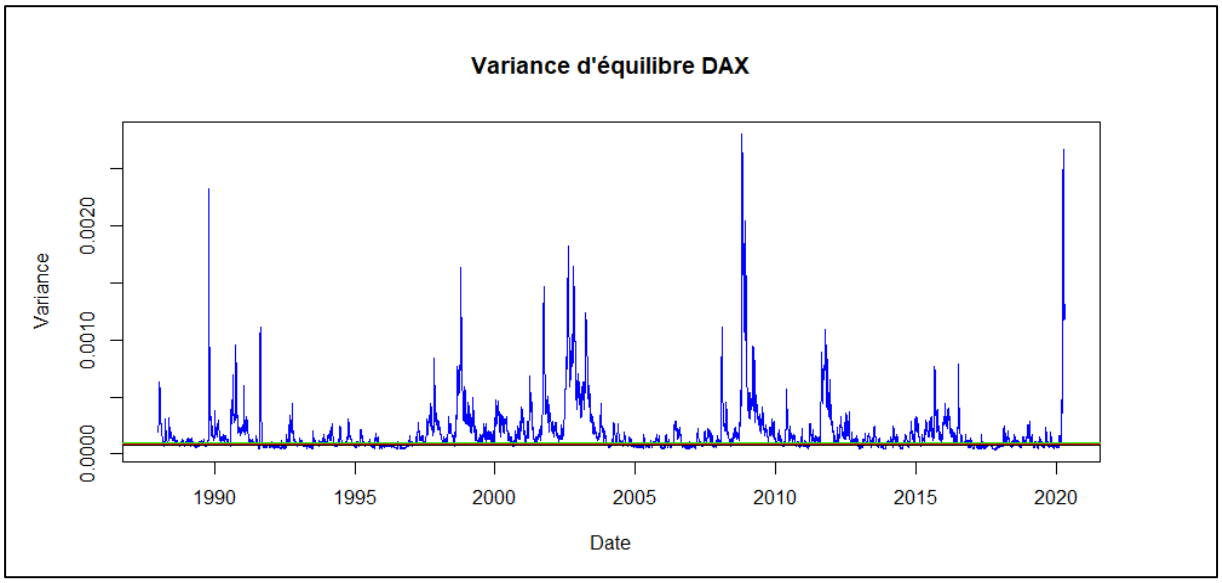
Source : Réalisés par nous-mêmes à partir de données collectées sur Eurofidai.

Compte tenu des résultats obtenus par le test de normalité des trois périodes, nous avons opté pour le test de Levene pour examiner l'homogénéité des variances. En ce sens, la p-value (0.2863) obtenue nous a permis de valider l'hypothèse d'homoscédasticité et de confirmer notre analyse de la courbe de la variance, dans la mesure où elle est supérieure à la valeur critique de 5%. Par conséquent, nous concluons statistiquement qu'il y a homogénéité des variances sur les trois périodes considérées pour le DAX.

c)-Fixation de la volatilité normale

Dans le souci de dresser une seule droite linéaire qui ajuste au mieux les différents niveaux de variances, nous avons calculé pour chaque période une variance moyenne qui est représentée dans la Figure IV.10 par une droite noire pour la période 1995-1996, une droite verte pour la période 2005-2006, et une droite rouge pour la période 2017-2018.

Fig. IV. 10. Volatilité normale obtenue pour le DAX



Source : Réalisés par nous-mêmes à partir de données collectées sur Eurofidai.

À l'instar des résultats obtenus pour le CAC40, la Figure IV.10 montre que les moyennes des variances des trois périodes considérées pour le DAX sont approximativement identiques. Cette conclusion nous permet de fixer une seule volatilité normale pour ajuster au mieux les trois périodes.

2-3-3- Le FTSE

a)- Analyse de la courbe de la variance : Identification des événements

L'analyse de la courbe de la variance quotidienne de l'indice britannique FTSE (i.e. Fig. IV.8), nous a permis de détecter trois périodes durant lesquelles les variances semblent se stabiliser à un même niveau :

- La période de 2004 à 2006 : comme pour les deux précédents indices européens, cette période de stabilité de la variance quotidienne du FTSE a été interrompue par le début de l'emballement des cours de l'immobilier qui a précédé la crise des *'subprimes'* ;
- La période de 2014 : le niveau de variance quotidienne était stable pendant cette année. Les premières perturbations ont commencé à apparaitre en 2015, date qui correspond aux premières annonces du Brexit[260] ;
- La période de 2017 à 2018 : durant cette période les cours du FTSE se sont stabilisés autour d'un niveau plus au moins constant, ce qui nous permet d'observer une variance plus au moins stable. Au cours de l'année 2019, le début de la pandémie actuelle du COVID-19 a perturbé la stabilité du FTSE, faisant apparaitre une très forte volatilité.

À l'instar des deux autres indices européens de notre échantillon (CAC40 et DAX), l'interruption des périodes de stabilité de la variance quotidienne observée pour le FTSE correspond à l'occurrence d'événements perturbateurs sur le marché. Pour confirmer l'exactitude de notre analyse, nous avons procédé à l'extraction des rentabilités correspondantes aux périodes de stabilité retenues. Ainsi, nous avons pu corroborer statistiquement la répétition des périodes de stabilité en 2004-2006, puis en 2014 et enfin en 2017-2018.

[260] En Mai 2015, un premier référendum relatif au maintien du Royaume-Unis dans l'Union européenne a été organisé. Cet événement conjugué au référendum de juin 2016 et au lancement du processus de sortie du Royaume-Unis de l'EU a eu comme conséquence une certaine volatilité des cours de l'indice de référence FTSE.

b)- Test de comparaison des variances : Hétéroscédasticité

Dans cette étape, nous avons procédé à une étude de l'homogénéité des variances quotidiennes durant les trois périodes considérées, et ce à travers l'étude de la normalité desdites périodes. Les résultats obtenus par ces tests, représentés dans le Tableau IV.10, montrent que l'hypothèse de normalité n'a pas pu être vérifiée pour les trois périodes, car les p-values obtenues sont inférieures au seuil de significativité de 5%.

Tab. IV.10. Test de normalité sur les périodes de stabilité du FTSE

Périodes considérées	Période 2004-2006	Période 2014	Période 2017-2018
W	0.9815	0.97394	0.97881
p-value	0.000000003374	0.0001364	0.0000001042

*** Significatif par rapport à la valeur critique de 5%.

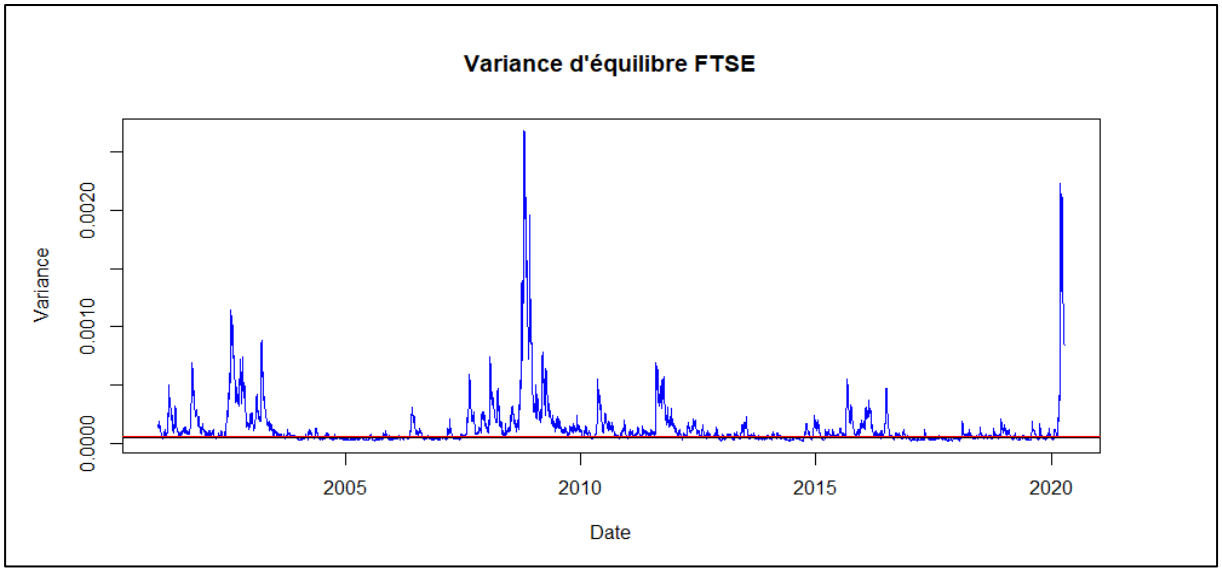
Source : Réalisés par nous-mêmes à partir de données collectées sur Eurofidai.

Partant du principe qu'aucune des trois périodes considérées ne répond à l'hypothèse de normalité, le test de Levene semble le plus approprié pour examiner l'homogénéité des variances. Le résultat de ce test nous a permis d'obtenir une p-value de 0.8949, supérieure à la valeur critique de 5%. Nous pouvons par conséquent confirmer notre analyse de la courbe de la variance quotidienne et conclure qu'il y a homogénéité des variances pour les trois périodes considérées.

c)- Fixation de la volatilité normale

La fixation de la volatilité normale à travers le calcul de la moyenne des variances quotidiennes obtenues pour chaque période, a donné lieu à trois droites linéaires considérablement mitoyennes.

Fig. IV.11. Volatilité normale obtenue pour le FTSE



Source : Réalisés par nous-mêmes à partir de données collectées sur Eurofidai.

La Figure IV.11 montre que les volatilités normales obtenues pour les trois périodes considérées s'emboitent et forment un seul niveau de volatilité normale qui ajuste lesdites périodes retenues.

2-3-4- La DJIA

a)- Analyse de la courbe de la variance : Identification des événements

À travers l'analyse de la courbe de la variance quotidienne obtenue pour l'indice américain DJIA (i.e. Fig. IV.8), nous pouvons relever trois périodes où il semble qu'il y a une répétition de clusters :

- La période allant de 1990 jusqu'à 1997 : cette première phase de stabilité de la variance s'est achevée avec l'apparition des premiers symptômes de la bulle internet. De plus, les cours du DJIA ont été perturbés par les conséquences de la crise économique asiatique (1997) ainsi que la spectaculaire crise des finances publiques qu'a connu la Russie[261] ;
- La période allant de 2003 jusqu'à 2007 : les cours du DJIA se sont stabilités durant ces quatre années, ce qui a donné lieu à un niveau de variance homogène jusqu'à fin 2007 qui correspond au début de la crise immobilière,

[261] En 1998, le fonds spéculatif russe *'hedge fund Long Term Capital Management'* a fait faillite à la suite d'un défaut sur des titres de créances négociables (GKO) émis par l'État russe depuis février 1993. Cette situation a provoqué un important mouvement des capitaux affectant les valeurs les plus sûres.

- La période allant de 2012 jusqu'à 2019 : vers la fin 2019 l'indice américain DJIA a connu une très forte volatilité due aux perturbations qu'a engendré la crise sanitaire actuelle.

Pour vérifier cette observation d'un point de vue statistique, nous avons procédé au prélèvement des rentabilités correspondantes à chaque période. Cette étape nous a permis de déceler une certaine redondance dans les rentabilités des trois périodes considérées pour le DJIA.

b)- Test de comparaison des variances : Hétéroscédasticité

Les tests de normalité réalisés sur les trois périodes de stabilité retenues, dont les résultats sont rapportés dans le Tableau IV.11, ont indiqué des p-values inférieures à la valeur critique de 5%. Par conséquent, nous avons rejeté l'hypothèse nulle de normalité des périodes (1990-1997, 2003-2007, 2012-2019).

Tab. IV.11. Test de normalité sur les périodes de stabilité du DJIA

Périodes considérées	Période 1990-1997	Période 2003-2007	Période 2012-2019
W	0.9573	0.9806	0.95567
p-value	0.00000000000000002	0.0000000000005912	0.00000000000000002

*** Significatif par rapport à la valeur critique de 5%.

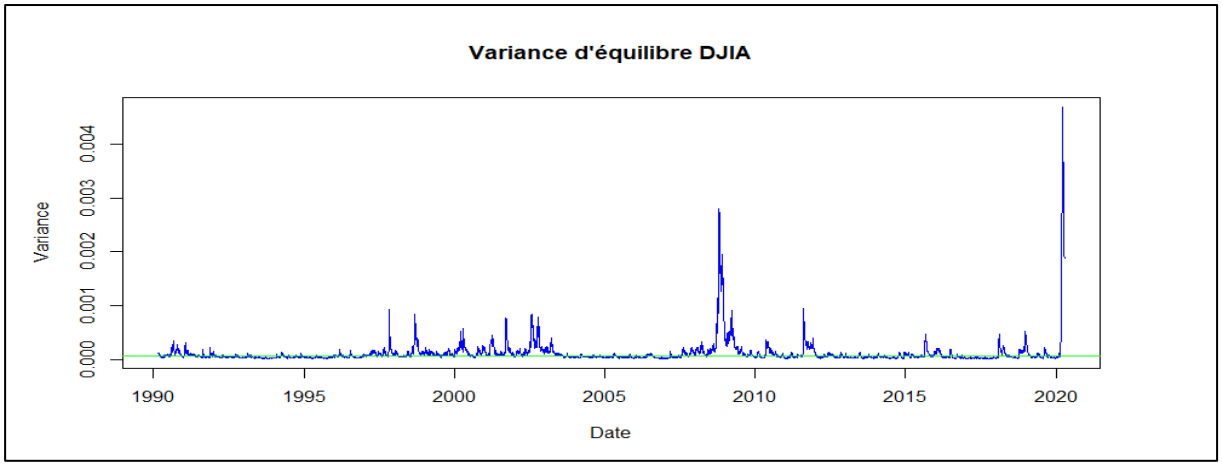
Source : Réalisés par nous-mêmes à partir de données collectées sur Eurofidai.

L'absence de normalité dans les périodes considérées pour le DJIA nous a orientés vers le test de Levene, pour l'étude de l'hétéroscédasticité. Ce test a montré que les variances sont homogènes sur les trois périodes (i.e. 1990-1997, 2003-2007, 2012-2019), car la p-value obtenue (0.2617) est supérieure au seuil de significativité de 5%, ce qui nous a permis d'accepter l'hypothèse H0 d'homogénéité des variances et de confirmer, par conséquent, notre analyse de la courbe.

c)- Fixation de la volatilité normale

Une fois l'homogénéité des variances et la répétition de clusters vérifiés pour les trois périodes considérées, la volatilité normale a été déterminée moyennant l'estimation de la moyenne des variances pour chaque période (i.e. Fig. IV.12).

Fig. IV.12. Volatilité normale obtenue pour le DJIA



Source : Réalisés par nous-mêmes à partir de données collectées sur Eurofidai.

Nous constatons à travers la Figue IV.12 que la volatilité normale obtenue est la même pour les trois périodes considérées, ce qui témoigne de la pertinence de notre approche.

2-3-5- Le SP500

a)- Analyse de la courbe de la variance : Identification des événements

Par le biais de l'analyse de la courbe de la variance quotidienne obtenue pour l'indice américain SP500, nous pouvons relever trois périodes de stabilités, qui correspondent à des répétitions de clusters (i.e. Fig. IV.8) :

- La période 1965 à 1970 : cette période a été perturbée par la suspension unilatérale des États-Unis de la convertibilité du Dollar américain en or, vers le début du deuxième semestre de l'année 1971. Cet événement qui s'est produit sur le Forex a occasionné une importante volatilité sur le marché financier, et plus particulièrement sur l'évolution des cours du SP500 ;
- La période 1994 : cette courte période de calme a été déstabilisée par la crise économique mexicaine, qui a poussé les États-Unis à intervenir pour y mettre un terme, en lui accordant des prêts. Cette intervention a provoqué une certaine volatilité du SP500 dans la mesure où elle a affecté le comportement des investisseurs ;
- La période 2004 à 2005 : cette phase de stabilité de la variance quotidienne a été interrompue vers le second trimestre de 2006 avec le début de la formation de la bulle spéculative immobilière sur le marché américain.

Nous constatons à travers cette première analyse que les fins de périodes de stabilité correspondent à l'apparition d'événements perturbateurs sur le marché, qui ont affecté le comportement des investisseurs. Toutefois, pour appuyer notre analyse de la courbe de la variance, nous avons extrait les rentabilités relatives aux périodes précitées. Nous avons, ainsi, pu vérifier d'un point de vue statistique qu'il y avait une certaine récurrence des rentabilités au cours des périodes considérées.

b)- Test de comparaison des variances : Hétéroscédasticité

Pour confirmer la ressemblance au niveau des variances quotidiennes entre les périodes 1965-1970, 1994 et 2004-2005, nous avons effectué le test de comparaison de variances Wilk-Shapiro. En ce sens, l'examen de la normalité des périodes retenues pour le SP500 nous a permis de rejeter l'hypothèse nulle pour l'ensemble desdites périodes, les p-values étant inférieures à la valeur critique de 5%. Les résultats du test d'hétéroscédasticité sont résumés dans le Tableau IV.12, ci-après.

Tab. IV.12. Test de normalité sur les périodes de stabilité du SP500

Périodes considérées	La période 1965-1970	La période 1994	La période 2004-2005
W	0.96502	0.98164	0.99394
p-value	0.00000000000000002	0.002428	0.04197

*** Significatif par rapport à la valeur critique de 5%.

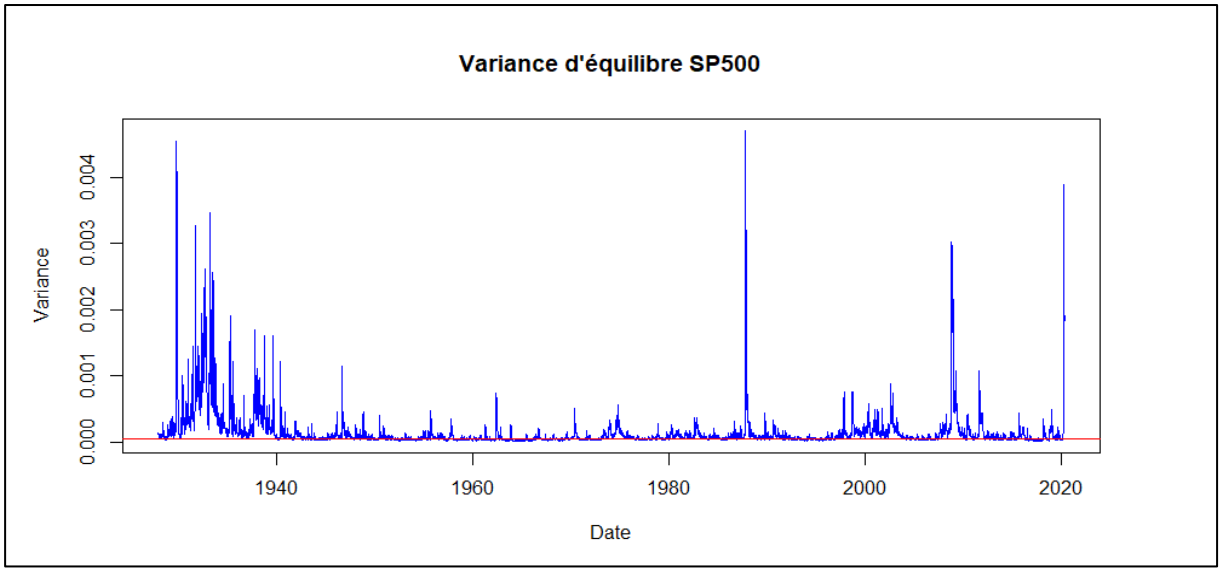
Source : Réalisés par nous-mêmes à partir de données collectées sur Eurofidai.

L'hypothèse de normalité étant rejetée pour l'ensemble des périodes, nous avons exécuté le test de Levene dans le souci d'examiner l'homogénéité desdites périodes. À cet effet, la p-value obtenue (0.1219) nous permet de valider l'hypothèse nulle qui admet l'homogénéité des variances sur les trois périodes. Dès lors, notre analyse de la courbe de la variance relative à la répétition de cluster est confirmée.

c)- Fixation de la volatilité normale

Identiquement aux indices précédents, nous avons fixé la volatilité normale pour le SP500 par le biais du calcul de la moyenne des variances pour chacune des périodes considérées, le but étant de tracer une droite linéaire et de déterminer celle qui ajuste au mieux lesdites périodes. La volatilité normale obtenue pour le SP500 est représentée dans la Figure IV.13.

Fig. IV.13. Volatilité normale obtenue pour le SP500



Source : Réalisés par nous-mêmes à partir de données collectées sur Eurofidai.

La Figure IV.13 montre que les volatilités normales obtenues pour les périodes de stabilité des variances quotidiennes du SP500 s'emboitent pour ne former qu'une seule droite linéaire, ajustant ainsi l'ensemble des périodes considérées.

2-3-6- Le NASDAQ

a)- Analyse de la courbe de la variance : Identification des événements

Dans le souci d'identifier les événements qui ont perturbé le marché, nous avons analysé la courbe de la variance quotidienne du NASDAQ (i.e. Fig. IV.8), à travers laquelle nous avons relevé trois périodes de stabilité :

- La période de 1976-1977 : dans le souci de mettre un terme à la forte inflation qui a caractérisé les années 70, la FED a procédé à la hausse des *'FED Funds'* sur le marché monétaire américain. La réaction des investisseurs à cet événement a eu comme conséquence la déstabilisation des cours du NASDAQ ;
- La période 1989 : cette période de stabilité a pris fin avec l'occurrence de deux événements majeurs notamment, la bulle spéculative japonaise[262] et l'invasion du Koweït par l'Irak[263]. Ces deux incidents ont créé d'importantes tensions sur

[262] À la fin décembre 1989, l'indice de référence japonais Nikkei avait atteint son point culminant en séance.
[263] Au milieu de 1990, L'Irak avait envahi le Koweït dans le souci de revaloriser ses revenus provenant de la production pétrolière.

le marché financier américain, ce qui s'est répercuté sur l'évolution de la variance quotidienne du NASDAQ ;

- La période 2017 : durant cette année, le NASDAQ a connu une stabilité avant qu'un autre événement ne vienne perturber son fonctionnement. Il s'agit de la crise de la monnaie turque engendrée par les menaces commerciales, que l'ex-président américain a adressées à la Turquie.

D'un point de vue statistique, les rentabilités que nous avons extraites, et qui correspondent aux périodes où nous avons constaté une répétition de clusters, affirment l'existence d'une certaine récurrence dans les rentabilités calculées pour lesdites périodes considérées, ce qui va dans le sens de notre première analyse de la courbe de la variance.

b)- Test de comparaison des variances : Hétéroscédasticité

Le test d'homogénéité des variances réalisé sur le NASDAQ, et dont les résultats figurent dans le Tableau IV.13, montre que les p-value obtenues pour les périodes de stabilité considérées sont inférieures à la valeur critique de 5%. Ce constat nous amène à rejeter l'hypothèse nulle de normalité pour l'ensemble des périodes retenues.

Tab. IV.13. Test de normalité sur les périodes de stabilité du NASDAQ

Périodes considérées	La période 1976-1977	La période 1989	La période 2017
W	0.98973	0.93199	0.94576
p-value	0.001337	0.0000000002257	0.000000004964

*** Significatif par rapport à la valeur critique de 5%.

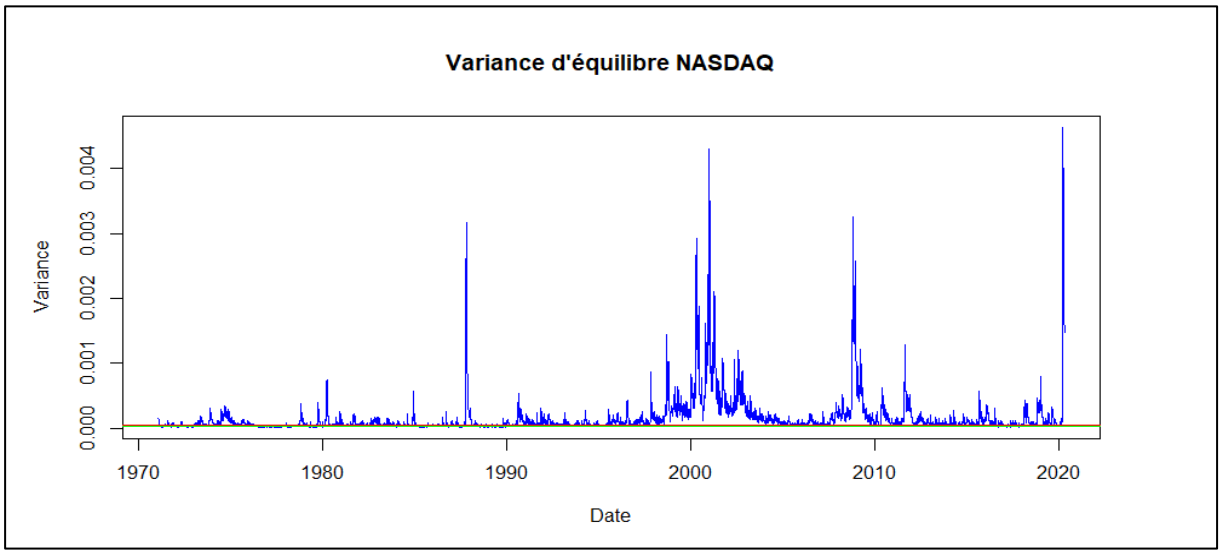
Source : Réalisés par nous-mêmes à partir de données collectées sur Eurofidai.

L'absence de validation de l'hypothèse de normalité pour les périodes de stabilité considérées du NASDAQ nous a conduits à réaliser le test de Levene afin de vérifier l'homogénéité des variances. Dans ce sillage, les résultats obtenus montrent une p-value (0.1214) supérieure à la valeur critique de 5%. Par conséquent, nous avons accepté l'hypothèse H0 qui suppose l'homogénéité des variances. Ainsi, nous avons vérifié notre analyse de la courbe de la variance quotidienne.

c)- Fixation de la volatilité normale

En nous basant sur les résultats des tests précédents, nous avons calculé la moyenne des variances pour chacune des périodes considérées. Ce qui a donné lieu à trois droites linéaires représentatives des volatilités normales propres à chaque période.

Fig. IV. 14. Volatilité normale obtenue pour le NASDAQ



Source : Réalisés par nous-mêmes à partir de données collectées sur Eurofidai.

L'analyse de la Figure IV.14 montre que les différentes droites sont presque emboîtées. De ce fait, il serait possible de définir une seule droite linéaire qui ajuste les trois périodes et définir ainsi un seul niveau de volatilité normale pour l'indice américain NASDAQ.

2-3-7- Le MADEX

a)- Analyse de la courbe de la variance : Identification des événements

L'observation du graphique de la variance quotidienne de l'indice marocain MADEX (i.e. Fig. IV.8) nous a permis de faire ressortir deux périodes de stabilité de la variance :

- La période 2014-2016 : ces deux années successives de calme sur le marché marocain ont été interrompues par l'important dynamisme qu'a connu la bourse de Casablanca à la suite de l'enthousiasme des investisseurs en raison de la fin d'un cycle baissier, de la croissance des profits des sociétés cotées sur le MADEX et de l'afflux de liquidités considérables vers le marché ;
- La période 2018-2019 : comme pour tous les indices de notre échantillon, cette phase de stabilité a été importunée par la crise économique du COVID-19, apparue vers la fin 2019 en Chine.

Il ressort de ce qui a été dit que chaque fin de périodes de stabilité coïncide avec l'occurrence d'un événement entraînant une forte volatilité des cours. Par ailleurs, les rentabilités extraites relatives aux deux périodes retenues confirment qu'il y a une répétition de clusters.

b)- Test de comparaison des variances : Hétéroscédasticité

Pour confirmer la véracité de notre analyse, nous avons examiné la normalité des périodes de stabilité admises pour le MADEX, à travers le test de Shapiro-Wilk. Les résultats du test de normalité, repris dans le Tableau IV.14, nous ont permis de rejeter l'hypothèse nulle de normalité pour les trois périodes considérées, car les p-values obtenues sont toutes inférieures au seuil de significativité de 5%.

Tab. IV. 14. Test de normalité sur les périodes de stabilité du MADEX

Périodes considérées	Période 2014-2016	Période 2018-2019
W	0.95139	0.98204
p-value	0.00000000000000606	0.0000008895

*** Significatif par rapport à la valeur critique de 5%.

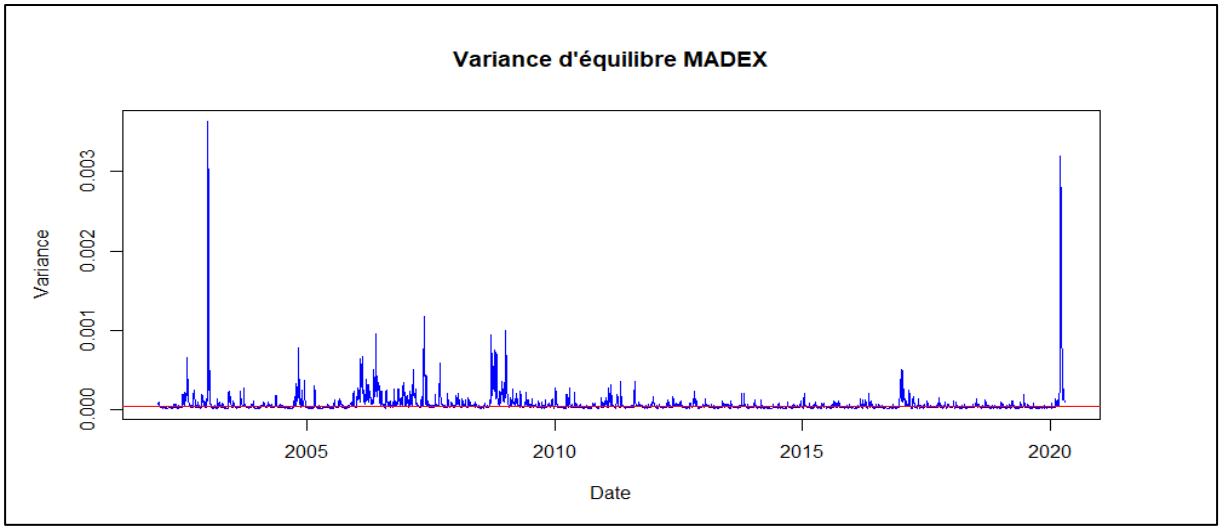
Source : Réalisés par nous-mêmes à partir de données collectées sur Eurofidai.

Étant donné les écarts de normalité constatés via le test de Shapiro-Wilk, nous avons opté pour le test de Levene, plus robuste et moins sensible à ces écarts, pour étudier la ressemblance des niveaux de variances. La p-value obtenue (0.5395) étant supérieure à la valeur critique de 5%, nous avons validé l'hypothèse nulle selon laquelle les variances quotidiennes des périodes de stabilité admises pour le MADEX sont homogènes. De ce fait, nous avons approuvé statistiquement notre analyse de la courbe de la variance.

c)- Fixation de la volatilité normale

Du fait de l'homogénéité des niveaux de variances sur les deux périodes considérées, le calcul de la moyenne de chaque période nous a permis de dresser une droite linéaire qui symbolise la volatilité normale (i.e. Fig. IV.15).

Fig. IV.15. Volatilité normale obtenue pour le MADEX



Source : Réalisés par nous-mêmes à partir de données collectées sur Eurofidai.

Nous constatons à travers la Figure IV.15 que les deux droites relatives aux volatilités normales obtenues pour les deux périodes considérées sont alignées au même niveau. De ce fait, il est possible de tracer une seule droite qui ajuste au mieux lesdites périodes de stabilité à travers la détermination d'un seul niveau de volatilité normale.

Cette section avait pour objet de fixer une volatilité normale qui sera considérée comme point de référence pour la mesure du degré de l'efficience informationnelle des marchés (selon l'hypothèse N°2). Pour y parvenir nous avons procédé à la modélisation d'une variance quotidienne en faisant appel à un processus autorégressif de type GARCH (1.1), (1.2), (2.1), (2.2), déterminé en fonction de la significativité des coefficients et des paramètres informationnels pour chacun des indices retenus dans notre échantillon. Dès lors, nous avons fixé une volatilité normale qui correspond à la répétition des périodes de stabilité des variances quotidiennes (clusters). Deux études ont été réalisées avant d'aboutir à la détermination d'une volatilité normale. La première consiste à effectuer une analyse de la courbe de la variance quotidienne, dans le souci d'identifier les événements qui ont pu occasionner des mouvements de volatilité considérables. La seconde a trait à l'exécution de tests de comparaison de variance pour vérifier l'authenticité de l'analyse de la courbe de la variance quotidienne et l'homogénéité de ces dernières.

Une fois la volatilité normale relative aux différentes périodes de stabilités considérées fixée pour chaque indice pris isolément, les résultats obtenus (i.e. Figures IV.9, IV.10, IV.11, IV.12, IV.13, IV.14, IV.15) montrent des volatilités normales pratiquement identiques ajustant lesdites périodes de stabilité pour chaque indice. Les étapes subséquentes, relatives au calcul des écarts entre les volatilités anormales et les volatilités normales, le temps de retour des fluctuations à la normale à la suite de l'occurrence d'un événement perturbateur, ainsi que la détermination d'un ratio permettant de mesurer l'efficience, seront détaillées dans la prochaine section.

Section 3 :

Mesure de l'efficience informationnelle : Modélisation et interprétation des résultats

Dans les sections précédentes, nous avons rejeté la première hypothèse dans laquelle nous avons supposé qu'il était possible de définir une valeur fondamentale à partir de laquelle sera mesurée l'efficience informationnelle, à travers le calcul des écarts entre ladite valeur fondamentale et les prix observés sur le marché.

Ainsi et après avoir déterminé une volatilité normale, la section qui suit vise à tester les deux autres hypothèses de la recherche. La présente section qui a trait à la mesure du degré de l'efficience informationnelle est scindée en deux. Dans un premier temps, nous tenterons de modéliser la deuxième hypothèse dans laquelle nous avons fait appel au concept de volatilité normale par le biais du calcul des écarts entre les volatilités anormales et ladite volatilité normale, en termes de distance et de temps. Dans un second temps, nous procéderons à la modélisation de la troisième hypothèse dans laquelle nous avons également mobilisé la notion de volatilité normale, à travers la proposition d'un ratio et d'un quotient permettant de mesurer le degré d'efficience informationnelle d'un marché.

3-1- Modèle N°1 : Calcul des écarts entre les volatilités anormales et la volatilité normale

Pour rappel, l'objet de la thèse porte sur la construction d'un modèle de mesure de l'efficience informationnelle moyennant l'examen de trois hypothèses :

- Dans la première, qui a été rejetée du fait de sa disconvenance avec notre approche, nous avons mobilisé la notion de valeur fondamentale ;
- Dans la deuxième hypothèse, nous avons fait appel à la volatilité normale qui a été déterminée dans la section précédente à travers un processus autorégressif ;
- Dans la troisième hypothèse, nous essayons de mettre en place un ratio et un quotient dans lequel nous utilisons la notion de volatilité normale.

Ce premier modèle, dont le but est de tester la deuxième hypothèse en mesurant l'efficience informationnelle par le biais du calcul des écarts entre les volatilités anormales et la volatilité normale, comporte deux étapes distinctes. La première consiste à calculer la distance qui sépare les volatilités anormales et la volatilité normale, tandis que la seconde étape porte sur l'estimation du temps de retour des fluctuations vers ladite volatilité normale.

3-1-1- Étude des changements de régime et détermination des volatilités anormales

Avant d'entamer l'explication de la démarche qui nous a permis de réaliser le calcul des écarts, il est fondamental de souligner que les volatilités anormales ont été étudiées au cas par cas en fonction des événements ayant été à l'origine de leur déclenchement.

Pour mettre en place ce premier modèle et après avoir déterminé les volatilités normales relatives aux périodes de stabilité que nous avons considérées pour chaque indice (i.e. CAC40 : 1996, 2004-2006, 2017-2019 ; DAX : 1995-1996, 2005-2006, 2017-2018 ; FTSE : 2004-2006, 2014, 2017-2018 ; DJIA : 1990-1997, 2003-2007, 2012-2019 ; SP500 : 1965-1970, 1994, 2004-2005 ; NASDAQ : 1976-1977, 1989, 2017 ; MADEX : 2014-2016, 2018-2019), nous avons calculé une moyenne des différents niveaux de variances relatifs aux périodes de stabilité ainsi retenues, et ce pour donner plus de pertinence à notre approche bien que les résultats que nous avons obtenus dans la section précédente montrent que ces dernières sont presque égales. De ce fait, nous avons fixé, pour chaque indice, un seul niveau de volatilité normale pour tout l'horizon de l'étude et qui ajuste au mieux les périodes de stabilités considérées.

Compte tenu de l'importance de notre horizon d'étude et des nombreuses perturbations ayant affecté les indices de notre échantillon, nous ne considérons que les volatilités anormales qui correspondent à l'occurrence d'événements perturbateurs, détectés à la suite des changements de régime observés sur les graphiques de la volatilité. En ce sens, nous supposons que les volatilités anormales à considérer sont celles qui correspondent aux valeurs aberrantes.

La définition statistique d'une valeur aberrante suppose que celle-ci correspond à un point sur un graphique qui ne figure pas sur le schéma du reste des données. C'est donc une déviation standard de la moyenne qu'il serait tentant d'écarter. Cependant, dans le cas de notre étude, l'apparition de données aberrantes ne peut être inhérente au hasard ni à une erreur de mesure, mais elles sont dues à la variabilité associée à la volatilité des cours observés. Par conséquent, l'apparition de données aberrantes indique une « volatilité anormale » qui met en évidence l'inefficience du marché lorsque le niveau de la volatilité observée s'accroit

considérablement. C'est pourquoi nous désignons les valeurs aberrantes sous le terme de « choc ». En effet, certaines études[264] définissent les chocs comme étant les valeurs aberrantes[265].

D'un point de vue statistique, plusieurs méthodes permettent de déterminer les valeurs aberrantes, et donc les chocs boursiers, notamment :

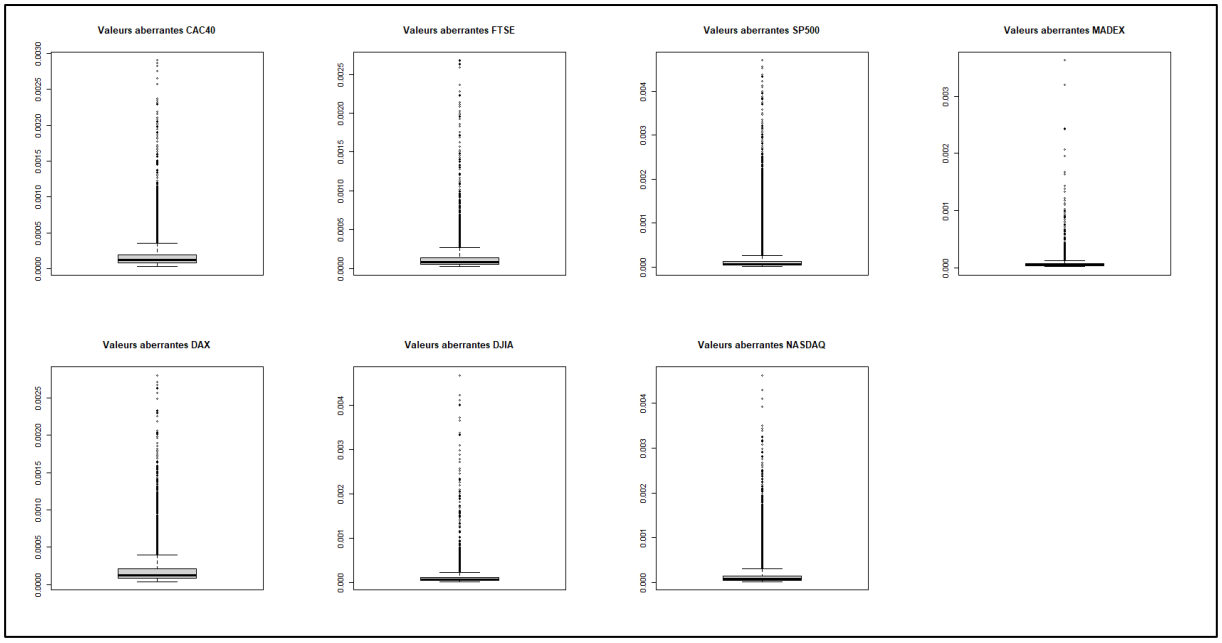
- Les méthodes graphiques : Box plot, la droite de Henry, etc. ;
- Les tests : test de Grubbs (1969), le test de Tietjen-Moore (1972), le test Tau de Thompson modifié (1950)[266],.

La plupart de ces tests étant basé sur le résidu du maximum standardisé G. Dans le cadre de notre travail, nous proposons la méthode graphique du Box plot, étant donné que le test est applicable si la distribution de l'échantillon est voisine de la normale, ce qui est le cas des sept indices restant de notre échantillon.

L'application de la méthode du Box plot (boite à moustaches) sur les indices considérés dans notre étude a donné les résultats illustrés dans la Figure IV.16 ci-dessous.

[264] Voir à ce sujet : Barnett & Lewis (1994), Grubbs (1969) et Munoz-Garcia et al (1990).
[265] La moyenne peut être affectée ou nuancée par des valeurs suspectes, que l'on désigne sous le nom de « valeurs aberrantes », et qui font référence à des valeurs considérablement éloignées des autres grandeurs. Ce qui témoigne de la présence d'erreurs ou d'événements atypiques et anormaux dans les données. Ces valeurs aberrantes, qui contrastent significativement avec les autres valeurs « normales » de notre base de données, sont en réalité dues à l'occurrence d'un événement (choc boursier) qui a eu comme conséquence la perturbation de l'évolution normale des cours boursiers.
[266] Voir Cimbala (2011) pour plus de détails sur les trois tests précités.

Fig. IV.16. Détection des chocs boursiers pour les sept indices de l'échantillon



Source : Réalisé par nous-mêmes à partir de données collectées sur Eurofidai.

Dans ce sillage, et afin de fixer de manière objective un seuil qui nous permettra de ne détecter que les volatilités anormales – observées à la suite des changements de régime – nous avons eu recours à la méthode du test Tau de Thompson modifié (1950). Cette méthode nous a permis de déterminer statistiquement un seuil de rejet en considérant l'écart-type et la moyenne des différentes séries constitutives de notre échantillon d'étude. Après avoir calculé les moyennes de nos différentes séries financières ainsi que les écarts à la moyenne des différentes valeurs, nous avons fixé un seuil (τ) de rejet moyennant la formule simplifiée suivante :

$$\tau = \frac{t(n-1)}{\sqrt{n}\sqrt{n-2+t^2}}$$

Sachant que (n) est le nombre d'observations de la série, (t) est la valeur critique issue du test de *'Student'* basée sur $\alpha = 0.05$ et $df = n - 2$ (à noter que dans ce cas $df = n - 2$ au lieu de $n - 1$.

Compte tenu des résultats du test de Thompson modifié, nous avons détecté les volatilités anormales correspondantes aux valeurs aberrantes à partir d'un seuil de rejet de 10^{-3} (soit 0.001). De ce fait, nous avons considéré qu'il y a volatilité anormale dès lors que la valeur de la variance dépasse un ordre de 10^{-3}. La détermination de ce seuil nous a permis de considérer les variances qui symbolisent les volatilités anormales et qui correspondent par ricochet aux variances ayant des valeurs supérieures ou égales à 0.001. Dès lors, nous avons procédé à

l'organisation décroissante de ces variances en respectant le seuil ainsi déterminé. La fixation de ce seuil nous a permis de choisir une variance parmi tant d'autres qui peut représenter une volatilité anormale.

3-1-2- Calcul de la distance entre les volatilités anormales et la volatilité normale

Par la suite, nous avons procédé au calcul des écarts en termes de distance entre les volatilités anormales et la volatilité normale considérée, pour chaque indice, tout en ramenant les dates correspondantes à ces volatilités dites anormales. Ce qui nous a permis d'identifier les événements ayant engendré ces niveaux de volatilité excessive. Les résultats obtenus figurent dans l'Annexe N°1, 2, 3, 4, 5, 6 et 7 pour le CAC40, le DAX, le FTSE, le DJIA, le SP500, le NASDAQ et le MADEX, respectivement. L'interprétation des résultats de ces annexes (i.e. Annexe N°1, 2, 3, 4, 5, 6 et 7) se fait comme suit :

- Pour le CAC40, les plus importants écarts entre la volatilité et la volatilité normale ont été enregistrés à la suite de deux événements majeurs. D'abord, la crise des *'Subprimes'* qui a engendré d'importantes perturbations en Octobre 2008 avec des écarts qui se situent entre 0.0028 et 0.0024. Ensuite, il y'a eu la crise sanitaire actuelle qui a eu comme conséquence une importante volatilité avec un écart en Mars 2020 atteignant la valeur de 0.0022. D'autres fluctuations importantes de la variance ont été constatées sur le CAC40 notamment, en 2001/2002 avec l'éclatement de la bulle internet (écart estimé à 0.0012) ;
- Pour le DAX, la volatilité anormale a été atteinte lors de la crise des *'Subprimes'*, en Octobre 2008, avec une valeur de la variance qui dépasse largement la volatilité normale en creusant un écart allant jusqu'à 0.0027. La seconde volatilité anormale a été constatée en Mars 2020 avec un écart de 0.0024, en conséquence de la crise sanitaire de la COVID-19. Un autre écart important est à relever en 2001/2002 avec une valeur de 0.0013 ;
- Pour le FTSE, trois importants écarts se manifestent. Le plus notable est celui enregistré en Octobre 2008 avec une valeur allant de 0.0026 à 0.0023, suivie par l'écart (0.0021) engendré par l'importante volatilité liée à la crise sanitaire en Mars 2020. Enfin, nous constatons une valeur d'écart entre la volatilité normale et le niveau de volatilité moins considérable (0.0010) à la suite de l'éclatement de la bulle internet, enregistrée en Juillet 2002 ;

- Concernant l'indice américain DJIA, les résultats ont montré que les principaux écarts sont liés d'abord à la crise de la COVID-19 avec des écarts conséquents, par rapport à la volatilité normale, enregistrés entre Mars et Avril 2020 allant jusqu'à 0.0046. Ensuite, il y'a eu la crise des *'Subprimes'* qui a creusé des écarts en termes de volatilité et de volatilité normale estimés à 0.0027 ;
- Pour ce qui est du SP500[267], les écarts les plus notables s'élèvent à 0.0046 lors du krach boursier d'Octobre 1987, 0.0044 et 0.0034 pendant la crise de 1929 et la grande dépression des années 30 respectivement, 0.0038 enregistré en Mars 2020 à la suite de la crise sanitaire et 0.0029 en Octobre 2008 pendant la crise des *'Subprimes'* ;
- Pour le NASDAQ, les événements ayant engendré les plus grands écarts entre le niveau de volatilité et la volatilité normale peuvent être énumérés dans l'ordre suivant : la crise sanitaire du COVID-19, avec un écart de 0.0045 enregistré en Mars 2020, la bulle internet qui a permis d'atteindre un écart de 0.0042 en Janvier 2001, la crise de *'Subprimes'* qui a creusé un écart de 0.0032 en Octobre 2008 et enfin le krach boursier d'Octobre 1987 qui a eu comme conséquence un écart entre la volatilité normale et la volatilité de 0.0031 ;
- L'indice marocain MADEX quant à lui, montre trois considérables écarts entre la volatilité normale et les volatilités anormales. Le plus important (0.0035) a été atteint en Janvier 2003 en conséquence des événements qu'a connu la bourse de Casablanca notamment, la radiation de la côte de trois importantes entreprises[268], ainsi que la réalisation d'une opération de rachat de dette d'un montant considérable[269]. Le deuxième écart, estimé à 0.0031, a été observé en Mars 2020 à la suite des perturbations engendrées par la crise sanitaire de la COVID-19. Enfin, les derniers écarts, 0.0011 et 0.009, ont été enregistrés en Mai 2007 et en Janvier 2009, respectivement, subséquemment à la crise des *'Subprimes'*.

3-1-3- Calcul du temps de retour des fluctuations vers la volatilité normale

Dans le souci d'estimer le temps nécessaire au marché pour absorber un choc, nous avons calculé le temps que mettent les fluctuations à retrouver un niveau de variance « stable », en l'occurrence une variance dite d'équilibre, et ce après l'apparition d'un événement non

[267] Pour rappel, le SP500 est l'indice dont nous disposons du plus grand nombre d'observations.
[268] Il s'agit des sociétés GENERAL TIRE, LONGOMETAL et BNDE.
[269] Cette opération consiste en le rachat de la dette du CIH par la CDG, d'un montant de 983.5 millions de MAD.

anticipé identifié dans la section précédente pour chacun des indices de notre échantillon. Pour ce faire, nous avons procédé de la sorte :

Pour commencer, nous avons réorganisé notre base de données de manière à faire ressortir les volatilités anormales en fonction de leurs ordres chronologiques, et par conséquent à déterminer leurs positions dans le temps. Toutefois, nous avons éliminé les données de 2020, car le nombre d'observations[270] dont nous disposons ne nous permet pas de marquer une stabilité de la variance. En effet, jusqu'à Avril 2020 nous ne constatons qu'un seul niveau de volatilité anormale dû à la crise sanitaire. Il n'y a donc aucun retour vers la volatilité normale définie antérieurement (i.e. Fig. IV.8), ce qui ne nous permet pas d'estimer un temps de retour vers une situation considérée comme étant « normale ». Par conséquent, les volatilités anormales et les variances précédemment calculées pour l'année 2020 ont été éliminées et la position des volatilités dites anormales préexistantes a été redéterminée.

Par la suite, il était nécessaire de déterminer avec précisions les dates de début et de fin de stabilité de la volatilité normale pour chacun des indices. De surcroit et compte tenu du nombre de volatilités anormales constatées pour chaque indice sur notre horizon d'étude, nous avons délimité la longueur de chacune d'entre elles à travers l'identification d'une date de début et de fin de stabilité de la volatilité normale, en fonction des événements déclencheurs.

Dès lors, nous avons fixé une constante ou un référentiel qui synthétise la stabilité de la volatilité normale. Pour y parvenir, nous avons mobilisé deux variables (i) et (k) qui font référence à la volatilité normale et à la volatilité anormale précédemment déterminée, respectivement. Nous avons pondéré chaque volatilité anormale en estimant la valeur absolue de la différence entre la volatilité normale et la variance à la position (i) et (k). Une fois ce processus mis en place, nous considérons le début de notre constante dès que cette différence affiche une valeur inférieure à un ordre de 10^{-5}. Le référentiel est ainsi considéré sur tout l'intervalle qui présente un niveau de variance constant. Toutefois, dès que la différence entre la variance quotidienne et la volatilité normale dépasse un ordre de grandeur de 10^{-4}, on considérera un début de volatilité excessive (pic), qui correspond à la fin de notre constante[271]. En suivant cette démarche, nous avons pu assigner à chaque indice un début et une fin de

[270] Pour rappel, nos observations s'arrêtent pour tous les indices au mois d'Avril 2020.

[271] Important : les grandeurs 10^{-5} et 10^{-4} qui nous ont permis de déterminer le début et la fin de notre constante ainsi que le début des volatilités anormales, ont été fixés relativement à l'ordre de grandeur selon lequel nous avons détecté les volatilités dites anormales, et qui est de 10^{-3}. En ce sens, les volatilités normales ne peuvent ni excéder ni égaliser cette valeur. C'est pourquoi, nous avons considéré celles qui sont inférieures à 10^{-5} comme début du référentiel de stabilité, et celle qui dépassent 10^{-4} comme début de volatilité anormale.

stabilité – qui correspond à un début de volatilité excessive – en fonction des événements précédemment identifiés sur les différents horizons d'étude pris en compte.

Une fois les constantes, les volatilités anormales et les dates concordantes fixées, nous avons mis en place un programme, réalisé sous le logiciel R, ayant pour objet de calculer avec précision le temps de retours des volatilités anormales vers la volatilité normale. Autrement dit, nous avons calculé la durée qui sépare la date à laquelle nous avons constaté la volatilité anormale et la date de début de la constante (i.e. début de l'intervalle qui représente la stabilité de la volatilité normale). De ce fait, nous avons estimé la durée ou le temps nécessaire au marché pour absorber un choc après l'occurrence d'un événement non anticipé, et revenir vers une variance que nous qualifions « d'équilibre », cette durée étant exprimée en jours.

Les résultats obtenus dans cette seconde étape figurent dans les Annexes N°8, 9, 10, 11, 12, 13 et 14 pour le CAC40, le DAX, le FTSE, le DJIA, le SP500, le NASDAQ et le MADEX, respectivement.

3-1-4- Interprétation des résultats du Modèle N°1

Dans les étapes précédentes, nous avons constaté que les volatilités anormales ont eu lieu lors de l'éclatement de la bulle internet en 2002 et de la crise des *'Subprimes'* en 2008. Ces deux chocs ont été observés pour tous les indices de notre échantillon. C'est pourquoi nous nous focalisons sur les écarts constatés lors de ces événements majeurs pour interpréter et comparer les résultats figurant dans les Annexes N°8, 9, 10, 11, 12, 13 et 14.

a)- Mesure de l'efficience informationnelle lors de l'éclatement de la bulle internet

Les volatilités anormales engendrées par l'éclatement de la bulle internet ont été observées sur l'ensemble des indices à partir d'Avril 2000 jusqu'à Avril 2003. L'éclatement de cette bulle qui a eu lieu en Mars 2000 à la suite de la chute brutale du NASDAQ, qui a mis un terme à cinq années de chasse aux pépites technologiques, a entrainé des réactions plus au moins immédiates des marchés financiers auxquels nous nous intéressons. Selon les résultats de notre modèle (i.e. Annexes N°8 jusqu'au N°14), les réactions des indices de notre échantillon sont survenues avec précisions aux dates suivantes.

- **Le CAC40**

La première volatilité anormale atteinte par le CAC40 à la suite de l'éclatement de la bulle internet a été observée le 22 Juin 2002 avec un niveau de variance de 0.0010, et le marché a

mis 508 jours pour l'absorber et revenir vers des fluctuations plus stables autour de la volatilité normale. La plus importante volatilité anormale atteinte par le CAC40 en conséquence de ce choc a été constatée le 30 Juillet 2002 avec un niveau de 0.0013 et une durée de 500 jours pour revenir à la « normale ». Quant à la dernière volatilité anormale engendrée par la bulle internet, elle est datée du 26 mars 2003 avec un niveau de variance de 0.0011 et une période d'absorption de 261 jours (voir Annexe N°8).

- **Le DAX**

Comparativement au CAC40, le DAX a été plus réactif à l'éclatement de la bulle internet, car sa première volatilité anormale à la suite de cet événement a été atteinte le 13 Septembre 2001, avec un niveau de variance de 0.0012 et un temps d'absorption du choc beaucoup plus long estimé avec précision à 825 jours. La plus grande volatilité anormale a été atteinte le 12 Août 2002, avec une valeur de 0.0018 et un temps de retour à la « normale » de 492 jours. La dernière volatilité anormale occasionnée par la bulle internet remonte au 10 Avril 2003, avec un niveau de 0.0010, absorbée en 261 jours (voir Annexe N°9).

- **Le FTSE**

Sur les trois indices européens de notre échantillon, l'indice britannique FTSE a été le moins touché par la crise des valeurs technologiques. En effet, la première manifestation d'un excès de volatilité sur le FTSE à la suite de ladite crise est datée du 23 juin 2002, avec un niveau maximal de 0.0011 et un temps d'absorption du choc de 373 jours. La dernière volatilité anormale a été observée le 2 Août 2002, avec un niveau de variance de 0.0010 nécessitant un temps de retour à la volatilité normale de 368 jours (Voir Annexe N°10).

- **Le DJIA et SP500**

Sur ces deux indices américains, nous n'avons constaté aucune volatilité anormale due à l'éclatement de la bulle internet qui a pourtant débuté sur le NASDAQ. En effet, en dépit de la très forte corrélation entre ces trois indices américains (i.e. Tab. IV.1), le DJIA et le SP500 ont été moins affectés que les indices européens par la crise internet de 2001. Ces résultats sont dus au seuil que nous avons fixé pour déterminer les volatilités anormales. Ces derniers étant symbolisés par des variances supérieures ou égales à 10^{-3}. Dans le cadre de la crise de 2001, les niveaux de variances maximales atteints par le DJIA et le SP500 n'ont ni dépassé ni égalisé l'ordre de grandeur de 10^{-3}. C'est pourquoi nous n'observons dans les Annexes N°11 et 12 aucune volatilité anormale relative à l'éclatement de la bulle internet. Néanmoins, cela ne sous-

entend en aucun cas qu'il n'y a pas eu de volatilité pendant cette période sur le DJIA et le SP500[272](Voir Annexe N°11 et 12).

- **Le NASDAQ**

L'indice des valeurs technologiques NASDAQ, qui été à l'origine de l'éclatement de la bulle internet après la chute brutale qu'il a connue le 13 Mars 2000, est l'indice sur lequel nous constatons le plus grand nombre de changements de régime de volatilité indiquant des niveaux anormaux de celle-ci. La première volatilité anormale a été très rapidement atteinte (le 04 Avril 2000), avec une valeur de 0.0014 et un temps d'absorption du choc de 1735 jours. Le plus important niveau de volatilité a été observé sur le NASDAQ le 4 Janvier 2001, avec une valeur de 0.0043 et un temps de retour à la « normale » de 1460 jours. La dernière volatilité anormale qu'a connue le NASDAQ à la suite de la bulle internet est datée du 7 Août 2002, avec un niveau de 0.0011 et un temps de retour de 880 jours. A noter que c'est cet indice qui a enregistré le plus grand nombre de volatilités anormales pendant ladite crise de 2001(Voir Annexe N°13).

- **Le MADEX**

L'indice marocain MADEX, quant à lui a répertorié quatre niveaux de volatilité anormale à la suite de l'éclatement de la bulle internet. Le premier a été observé le 3 Janvier 2003, avec un niveau maximal de 0.0036 et un temps d'absorption du choc très court, comparativement aux indices de notre échantillon, estimé avec précision à 27 jours. La dernière volatilité anormale a été atteinte le 8 Janvier 2003, avec une valeur de 0.0011 et un temps de retour à la volatilité normale de 22 jours[273] (Voir Annexe N°14).

b)- Mesure de l'efficience informationnelle lors de la crise des *'Subprimes'*

La propagation de la crise des '*Subprimes'*, qui s'est déclenchée aux États-Unis en 2007 après l'éclatement de la bulle immobilière américaine, a eu comme conséquence un accroissement important de la volatilité sur les marchés financiers. Ces répercussions négatives, qui se matérialisent sous la forme de volatilités anormales, ont été observées sur les sept indices

[272] La Figure IV.8 montre qu'il y a bien un cluster de volatilité pendant la période allant de 2000 jusqu'à 2003, pour le DJIA et SP500. Cependant, ce niveau de volatilité n'est pas aussi important que les niveaux atteints par les autres chocs. C'est pourquoi il n'a pas été capté par notre modèle.

[273] Ce dernier niveau de volatilité anormale n'est pas dû uniquement aux effets de la bulle internet, car le marché financier marocain a connu d'autres événements au cours de la même période notamment, la radiation de la côte de trois importantes entreprises, ainsi qu'une opération étendue de rachat de dettes.

de notre échantillon à partir de Septembre 2008 jusqu'à Janvier 2009 (i.e. Annexes N°8, 9, 10, 11, 12, 13 et 14).

- **Le CAC40**

Sur l'indice français CAC40, nous avons constaté la première volatilité anormale due à la crise des *'Subprimes'* le 22 Septembre 2008, avec un niveau de variance de 0.0012 et une période de retour à l'équilibre de 367 jours. Le plus notable niveau de volatilité a quant à lui été atteint le 14 Octobre 2008, pour une valeur de 0.0029 et une période de 345 jours pour une absorption de ce choc. Concernant la dernière volatilité anormale, nous l'avons constatée le 17 Décembre 2008 avec un niveau de 0.0011 et un temps de retour à la volatilité normale de 281 jours (Voir Annexe N°8).

- **Le DAX**

La première réaction du DAX à la crise immobilière américaine est survenue le 10 Octobre 2008 lorsque le niveau de volatilité quotidienne a atteint 0.0012, ce qui a nécessité au marché une période de 348 jours pour revenir à la « normale ». La volatilité anormale maximale a été atteinte cinq jours plus tard, soit le 15 Octobre 2008, avec un niveau de 0.0028 absorbé sur une période de 343 jours. Quant à la dernière volatilité dite anormale, elle a été observée sur le DAX à la date du 15 Décembre 2008, pour un niveau de 0.0010 et un temps de retour à la « normale » de 282 jours (Voir Annexe N°9).

- **Le FTSE**

L'indice britannique FTSE a réagi face à l'éclatement de la bulle spéculative immobilière américaine à la même date que l'indice français CAC40. En effet, la première volatilité anormale a été constatée le 22 Septembre 2008, pour un niveau de 0.0014, dépassant ainsi les deux autres indices européens de notre échantillon. Le plus important niveau de volatilité a été observé le 16 Octobre 2008, avec une valeur maximale de 0.0027 qui a nécessité un temps de retour à la volatilité normale de 343 jours. La dernière volatilité anormale engendrée par la crise des *'Subprimes'* a quant à elle été constatée le 10 Décembre 2008, avec un niveau de 0.0011 et une période de retour à la « normale » de 288 jours (Voir Annexe N°10).

- **Le DJIA**

Le plus ancien indice américain DJIA a observé sa première réaction à l'éclatement de la bulle spéculative immobilière le 1 Octobre 2008, avec un niveau de volatilité de 0.0012 et un

temps de retour à la volatilité normale de 315 jours. La volatilité anormale maximale sur le DJIA a été datée du 17 Octobre 2008, pour un important niveau de 0.0028. Ce qui a nécessité un temps de retour à la volatilité normale de 299 jours. La dernière volatilité anormale sur le DJIA a été observée le 12 Décembre 2008, pour un niveau de variance de 0.0010 et un temps d'absorption du choc de 243 jours (Voir Annexe N°11).

- **Le SP500**

Sur le SP500, nous avons constaté une première volatilité anormale due à la crise des *'Subprimes'* le 30 Septembre 2008, qui a atteint un niveau de 0.0013, ce qui a occasionné une période d'absorption de 450 jours. La volatilité anormale maximale a quant à elle été atteinte le 16 Octobre 2008, avec un niveau de 0.0030 et une période de retour à la volatilité normale de 434 jours. Pour ce qui est de la dernière volatilité dite anormale, elle est datée du 25 Mars 2009, avec un niveau de 0.0010 et un temps d'absorption de 274 jours (Voir Annexe N°12).

- **Le NASDAQ**

La première réaction du NASDAQ à la crise des *'Subprimes'* a été observée le 30 Septembre 2008, avec une volatilité anormale qui a atteint un niveau de 0.0017, absorbé en 546 jours. La plus grande volatilité anormale constatée sur le NASDAQ à la suite de cette crise est survenue lorsque la variance a atteint un niveau de 0.0033 le 16 Octobre 2008, ce qui a nécessité un temps de retour à la « normale » de 530 jours. Quant à la dernière volatilité anormale engendrée par l'éclatement de la bulle immobilière américaine, elle est datée du 25 Mars 2009. Le niveau de celle-ci est de 0.0010, et sa période d'absorption est de 370 jours (Voir Annexe N°13).

- **Le MADEX**

Pour le seul indice maghrébin de notre échantillon, nous avons constaté une seule volatilité anormale à la date du 6 Janvier 2009, d'un niveau de 0.0010. Ce niveau excessif de volatilité qui s'est propagé au marché marocain a été absorbé pendant une période de 23 jours (Voir Annexe N°14).

c)- Interprétation des résultats et commentaires

Les résultats obtenus à travers cette première démarche de modélisation sont résumés dans le Tableau IV.15. Nous constatons à travers ce dernier que les réactions des trois indices européens et américains sont survenues directement après l'avènement de l'information sur le marché. Les décalages qui séparent la période de début officiel des crises et l'apparition des

premières volatilités anormales sont dus à la démarche que nous avons adoptée et qui consiste à ne considérer que les volatilités anormales. Ce qui sous-entend que ces décalages traduisent les durées que les différents marchés mettent pour atteindre les volatilités anormales considérées dans notre étude. À titre d'exemple, la crise de la bulle internet avait officiellement éclaté le 13 mars 2000 lorsque le NASDAQ avait connu sa chute historique à 5 048.62 points, après avoir progressé de 3 757 points durant trois années consécutives. Cependant, la première volatilité anormale observée dans notre échantillon est datée du 13 Janvier 2001 avec le CAC40. Ce décalage peut être interprété comme la durée qu'a nécessitée cet indice pour atteindre son niveau de volatilité anormale, que nous avons détecté à travers un seuil de la variance quotidienne fixé à 10^{-3}. Ce même principe s'applique à la crise des *'Subprimes'* dont le début officiel remonte au 15 Septembre 2008, qui correspond à la date de la faillite de la banque américaine Lehman Brothers. Néanmoins, dans ce deuxième cas de figure, les volatilités anormales ont été atteintes plus rapidement étant donné l'ampleur et la puissance du choc. En effet, la première volatilité anormale a été observée le 22 Septembre 2008 avec le CAC40 et le FTSE, qui ont enregistré leurs premières volatilités anormales dépassant ou égalisant le seuil de 10^{-3}. Concernant l'indice marocain MADEX, son temps relativement long de réaction aux chocs et le nombre insignifiant de volatilités anormales qu'il a atteint au cours des deux crises financières étudiées, témoigne de son manque l'intégration internationale en termes d'ouverture aux marchés financiers les plus développés, et de son manque de dynamisme dû aux caractéristiques de sa structure organisationnelle qui le différencient des autres marchés de notre échantillon[274].

Par ailleurs, nous constatons à travers le Tableau IV.15 que les marchés qui sont considérés comme origine des crises présentent les niveaux de volatilité les plus élevés et les volatilités anormales les plus importantes en termes de nombre, largeur de l'intervalle de leur fluctuation et de taille des écarts. Pour appuyer cette observation, nous nous référons à titre illustratif au NASDAQ – point de départ de la bulle internet – sur lequel nous avons observé le plus grand nombre de volatilités anormales (140) et le niveau de volatilité le plus élevé (0.0043), ce qui a pris au marché un temps d'absorption du choc de 1735 jours. De même pour la crise des *'Subprimes'* qui a éclaté aux États-Unis, et pour laquelle nous constatons les plus importantes volatilités anormales sur les trois indices américains NASDAQ, SP500 et DJIA avec des valeurs de 0.0033, 0.0030 et 0.0029, respectivement. Ce qui correspond aux écarts

[274] Ces caractéristiques ont été développées dans la Section 1 du présent Chapitre.

entre les volatilités dites anormales et la volatilité normale les plus importants et aux périodes d'absorption les plus longues (546, 450 et 315 jours respectivement).

Concrètement, à travers cette première modélisation récapitulée dans le Tableau IV.15 et dans laquelle nous avons mobilisé la notion de volatilité normale, nous pouvons tirer les conclusions suivantes :

- Les différents marchés constitutifs de notre échantillon, à l'exception du MADEX, réagissent de manière très rapide aux informations véhiculant un début de crise ;
- Les chocs se transmettent d'un marché à l'autre en suivant l'ordre de corrélation de ces derniers. À titre d'exemple, nous avons constaté une très forte corrélation positive entre le NSDAQ et le SP500 estimée à 0.8476 (i.e. Tab. IV.1), ce qui s'est traduit lors de la crise des *'Subprimes'* par l'apparition de la première volatilité anormale à la même période et à une même fréquence (62 niveaux de volatilités anormales constatés pour les deux indices). Idem pour le CAC40 et le FTSE, dont la corrélation est de 0.8909, et où nous avons constaté que la première volatilité anormale engendrée par la crise des *'Subprimes'* est apparue à la même date pour les deux indices (soit le 22 Septembre 2008), avec un intervalle de fluctuation et des écarts entre ces dernières et la volatilité normale presque identiques ;
- Plus l'écart entre la volatilité anormale et la volatilité normale est important, plus il en faut du temps au marché pour revenir à la volatilité normale, que nous avons considéré comme référence pour déterminer un niveau de stabilité du marché. En d'autres termes, plus le choc est considérable, plus le marché en met du temps à l'absorber ;
- Plus l'intervalle de fluctuation des volatilités anormales est important, plus il en faut du temps au marché pour absorber l'instabilité engendrée par ledit choc ;
- Le temps de retour des fluctuations vers la volatilité normale est proportionnel au nombre des volatilités anormales atteint, à la durée de la perturbation, et à l'importance de l'intervalle de fluctuation des volatilités anormales.

Tab. IV.15. Résultats du calcul des écarts entre la volatilité normale et les volatilités anormales en termes de distance et de temps

	Événements	Nombre de volatilités anormales	Intervalle de fluctuation des volatilités anormales	Dates des volatilités anormales		Écarts obtenus (volatilité anormale / volatilité normale)		Temps de retours vers la volatilité normale
				Première volatilité anormale	Dernière volatilité anormale	Min	Max	
CAC40	Bulle internet	24	[0.0010 ;0.0013]	22/07/2002	26/03/2003	0.0009	0.0012	508 jours
	Crise des *'Subprimes'*	55	[0.0010 ;0.0029]	22/09/2008	17/12/2008	0.0010	0.0028	367 jours
DAX	Bulle internet	64	[0.0010 ;0.0018]	13/09/2001	10/04/2003	0.0009	0.0017	825 jours
	Crise des *'Subprimes'*	46	[0.0010 ;0.0028]	10/10/2008	15/12/2008	0.0009	0.0027	348 jours
FTSE	Bulle internet	04	[0.0010 ;0.0011]	23/07/2002	02/08/2002	0.0010	0.0011	373 jours
	Crise des *'Subprimes'*	42	[0.0010 ;0.0027]	22/09/2008	10/12/2008	0.0010	0.0026	367 jours
DJIA	Bulle internet	Les volatilités anormales atteintes sont inférieures au seuil fixé par notre modèle						
	Crise des *'Subprimes'*	48	[0.0010 ;0.0028]	01/10/2008	12/12/2008	0.0009	0.0027	315 jours
SP500	Bulle internet	Les volatilités anormales atteintes sont inférieures au seuil fixé par notre modèle						
	Crise des *'Subprimes'*	62	[0.0010 ;0.0030]	30/09/2008	25/03/2009	0.0009	0.0030	450 jours
NASDAQ	Bulle internet	140	[0.0010 ;0.0043]	04/04/2000	07/08/2002	0.0010	0.0043	1735 jours
	Crise des *'Subprimes'*	62	[0.0010 ;0.0033]	30/09/2008	25/03/2009	0.0010	0.0032	546 jours
MADEX	Bulle internet	04	[0.0011 ;0.0036]	03/01/2003	08/01/2003	0.0011	0.0036	27 jours
	Crise des *'Subprimes'*	01	[0.0010]	06/01/2009		0.0010	0.0010	23 jours

Source : Réalisé par nous-mêmes à partir de données collectées sur Eurofidai

3-2- Modèle N°2 : Mise en place d'un ratio de mesure de l'efficience informationnelle

Après avoir mesurer les écarts entre les volatilités anormales et les volatilités normales en termes de distance et de temps de retour à la « normale », qui correspond au temps d'absorption d'un choc par le marché, nous procédons dans ce dernier point à la mise en place d'un ratio permettant de mesurer l'efficience informationnelle. Pour ce faire, nous avons élaboré une méthode de mesure de l'efficience qui consiste à déterminer le rapport entre la volatilité de la volatilité et la volatilité normale calculée précédemment, notée comme suit :

$$Ratio\ d'Efficience\ Informationnelle = \frac{Volatilité^2_{(X,T)}}{Volatilité\ normale} \qquad (1)$$

3-2-1- Explication de la démarche

Partant du principe que l'efficience informationnelle fait référence à la retranscription instantanée des événements dans les cours boursiers observés, le degré d'efficience d'un marché peut être appréhendé, entre autres, à travers l'étude de sa réaction à l'apparition de nouvelles informations. C'est pourquoi il nous a semblé pertinent de calculer à travers notre troisième hypothèse de recherche le rapport entre la volatilité atteinte par le marché à la suite d'un choc et la volatilité normale, qui fait référence à la stabilité du marché. Théoriquement, ce ratio devrait nous fournir une indication sur la volatilité du marché, sa situation d'équilibre ainsi que son degré d'efficience informationnelle. La notion de volatilité normale (dénominateur du ratio) étant détaillée dans les sections précédentes, la volatilité (numérateur du ratio) a été calculée en tenant compte des différentes volatilités anormales qui apparaissent sur les indices de notre échantillon. Néanmoins, pour mettre en place le ratio, nous avons besoin de déterminer une seule valeur relative à la volatilité. Par conséquent, nous avons procédé au calcul de la moyenne de toutes les volatilités anormales que nous avons pu constater sur les différents indices (i.e. Fig. IV.8), ce qui se traduit par la formule suivante :

$$Volatilité^2_{(X,T)} = Var\left[\frac{1}{N}\sum_{t=1}^{N}\frac{(R_t - R_{t-1})}{R_t}\right] \qquad (2)$$

Si l'on remplace l'équation (2) dans l'équation (1), nous aurons la formule finale du Ratio de l'Efficience Informationnelle (REI) :

$$REI_{(X,T)} = \frac{Var\left[\frac{1}{N}\sum_{t=1}^{N}\frac{(R_t - R_{t-1})}{R_t}\right]}{Volatilité\ normale_{(X,T)}}$$

Avec :

- X : l'indice boursier sur lequel porte l'étude ;
- R : Rentabilité du titre à l'instant (t) et/ou (t-1) ;
- T : intervalle de temps sur lequel sera calculée la volatilité ;
- N : le nombre d'observations relatives aux volatilités anormales.

Le dernier point que nous avons traité avant de pouvoir mettre en place le ratio a trait à l'horizon d'étude. En effet, nous disposons d'un nombre d'observations qui varie en fonction des différents indices de notre échantillon. Cette particularité caractéristique à notre base de données ne nous permet pas d'établir des points de comparaison entre les différents ratios relatifs aux indices de notre échantillon. Car, étant donné que la volatilité^2 (numérateur du ratio) est calculée à partir de la moyenne des volatilités anormales, ces dernières doivent être considérées en fonction des événements ayant eu lieu dans un même intervalle de temps. En ce sens, il nous a semblé pertinent d'uniformiser l'horizon d'étude, sur les sept indices, que nous avons définis en fonction des données dont nous disposons. Le plus petit horizon d'étude ayant été constaté sur le FTSE couvrant la période 2002-2020, nous avons réduit le nombre d'observations pour tous les indices de notre échantillon de telle sorte à ne prendre en considération que la période allant de 2002 à 2020.

Une fois les étapes précitées validées, nous avons calculé le ratio Volatilité^2 / Volatilité normale pour chacun des indices constitutifs de notre échantillon.

3-2-2- Calcul du ratio pour les différents indices

Avant de procéder au calcul du Ratio d'Efficience Informationnelle, il est important de notifier que le ratio ne peut pas être calculé de manière globale pour un indice sur l'ensemble de la période considérée. De ce fait, nous avons mis en place une méthode qui consiste à calculer le REI pour les couples indices/périodes tout en respectant l'horizon d'étude défini plus haut.

L'intérêt de la mesure de l'efficience informationnelle pour des couples indices/périodes est qu'il nous semble qu'il n'est pas très adéquat d'établir un classement des marchés des plus efficients aux moins efficients sans tenir compte des périodes durant lesquelles se produisent les événements qui ont éventuellement pu perturber le fonctionnement normal du marché et engendrer une volatilité excessive ou anormale. En ce sens, les incidents déstabilisateurs qui ont été pris en compte dans le cadre de notre analyse, en l'occurrence la crise de la bulle internet

et celle des *'Subprimes'* se situent dans un intervalle de temps couvrant la période 2002-2020[275]. C'est pourquoi nous calculons le REI pour chacun des indices de notre échantillon sur la période 2002-2020.

Les différentes étapes ainsi que les résultats obtenus pour chaque indice sont détaillés au cas par cas.

- **Le CAC40**

Après avoir extrait les variances couvrant la période de 2002 à 2020, nous avons calculé la volatilité du CAC40 sur la période 2002-2020 et du coefficient d'efficience informationnelle via la formule suivante :

$$REI_{CAC40\ (2002-2020)} = \frac{\frac{\sum_{i=2002}^{2020} Pi_{CAC40}}{N}}{Var.Equilibre_{CAC40}}$$

$$Volatilité^2_{CAC40(2002-2020)} = Var\left[\frac{1}{N}\sum_{t=1}^{N}\frac{(R_t - R_{t-1})}{R_t}\right] = 0.001531892$$

Note : Le nombre d'observations relatives aux volatilités anormales constatées sur le CAC40 couvrant la période 2002/2020 est de 110.

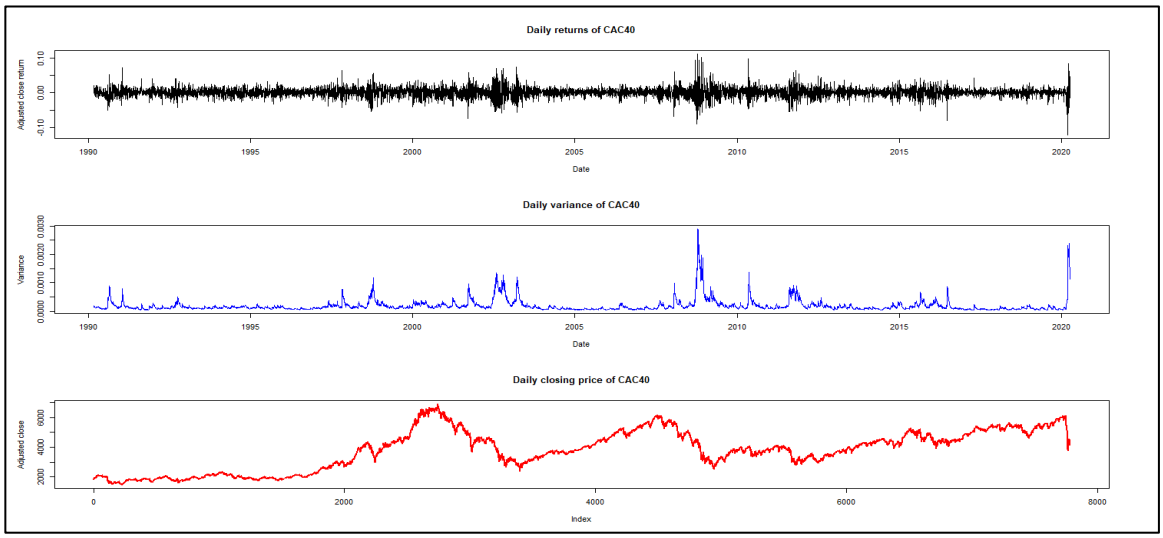
Le résultat obtenu lors du calcul du Ratio d'Efficience Informationnelle pour le CAC40 est le suivant :

$$REI_{CAC40(2002-2020)} = 19.151$$

La Figure IV.17 ci-après résume les résultats obtenus en termes de prix de clôture, rentabilité et variance quotidiennes pour le CAC40.

[275] Cet intervalle dépend également de la disponibilité des données auxquelles nous avons eu accès, comme expliqué dans le point précédent.

Fig. IV.17. Cours de clôture, rentabilité et volatilité normale du CAC40



Source : Réalisé par nous-mêmes à partir de données collectées sur Eurofidai.

- **Le DAX**

Les résultats du calcul de la volatilité et du REI du DAX, effectués selon la formule suivante :

$$REI_{DAX\ (2002-2020)} = \frac{\frac{\sum_{i=2002}^{2020} Pi_{DAX}}{N}}{Var.Equilibre_{DAX}}$$

$$Volatilité^2_{DAX(2002-2020)} = Var\left[\frac{1}{N}\sum_{t=1}^{N}\frac{(R_t - R_{t-1})}{R_t}\right] = 0.001403168$$

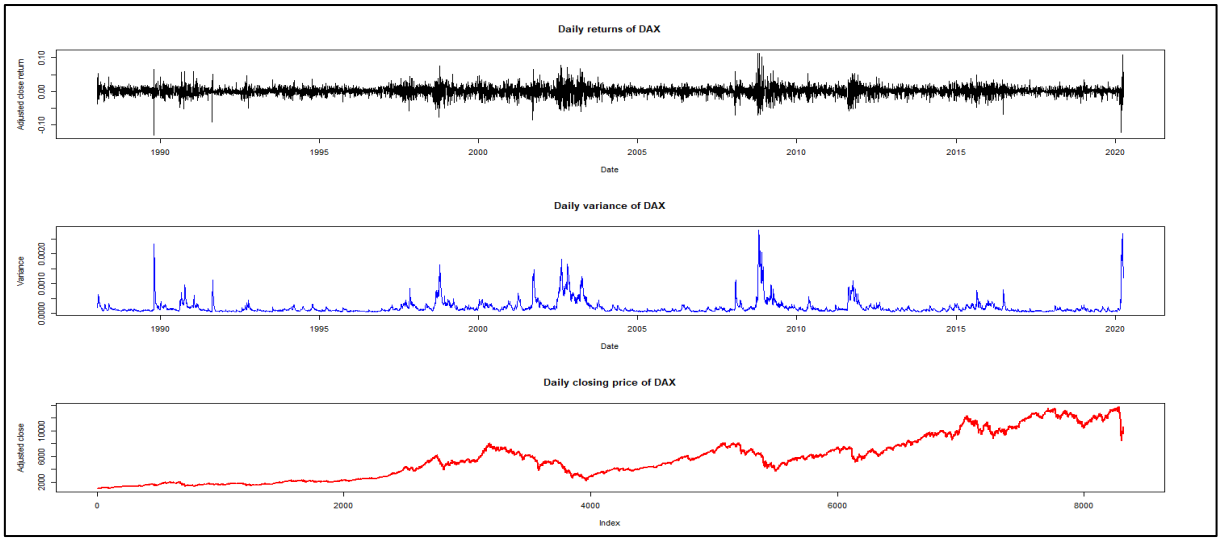
Note : Le nombre d'observations relatives aux volatilités anormales constatées sur le DAX couvrant la période 2002/2020 est de 116.

La valeur du Ratio d'Efficience Informationnelle obtenue pour le DAX est la suivante :

$$REI_{DAX(2002-2020)} = 15.74209$$

L'ensemble des résultats obtenus pour le DAX, relativement aux cours de clôture, aux rentabilités et aux variances quotidiennes, sont repris dans la Figure IV.18 ci-après.

Fig. IV.18. Cours de clôture, rentabilité et volatilité normale du DAX



Source : Réalisé par nous-mêmes à partir de données collectées sur Eurofidai.

- **Le FTSE**

Le calcul de la volatilité et du REI pour le FTSE a donné les résultats suivants :

$$REI_{FTSE\ (2002-2020)} = \frac{\frac{\sum_{i=2002}^{2020} Pi_{FTSE}}{N}}{Var.Equilibre_{FTSE}}$$

$$Volatilité^2_{FTSE(2002-2020)} = Var\left[\frac{1}{N}\sum_{t=1}^{N}\frac{(R_t - R_{t-1})}{R_t}\right] = 0.001603757$$

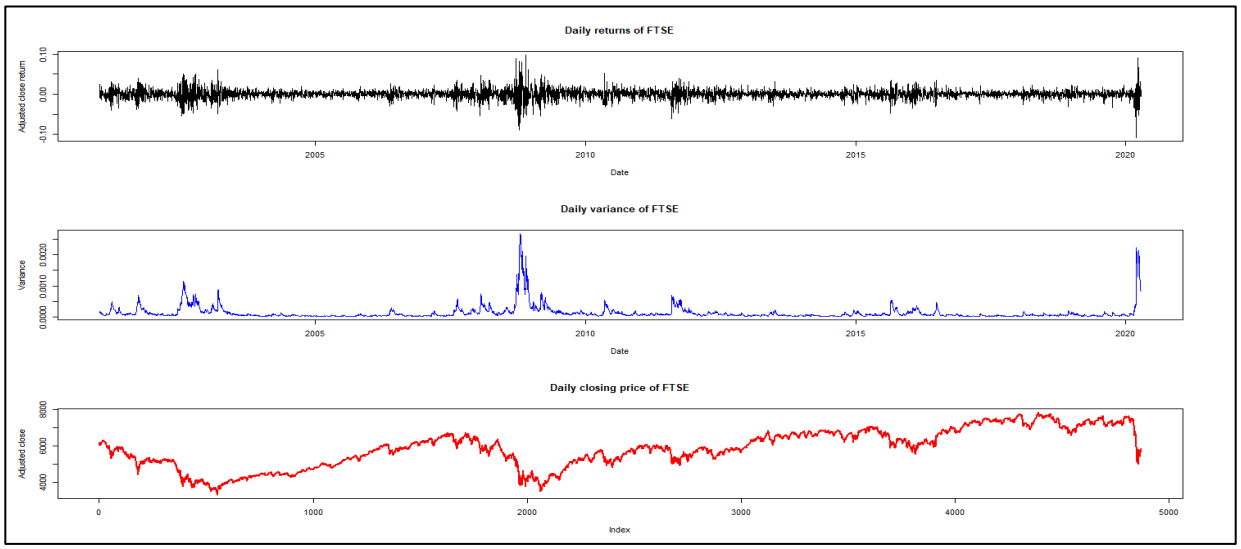
Note : Pour le FTSE, le nombre d'observations relatives aux volatilités anormales se situant entre 2002 et 2020 est de 65.

Le calcul du REI pour le FTSE, sur la période considérée (2002/2020) a donné le résultat suivant :

$$REI_{FTSE(2002-2020)} = 28.92753$$

La Figure IV.19 ci-dessous reprend les résultats obtenus en termes de prix de clôture, rentabilité et variance quotidiennes pour le FTSE.

Fig. IV.19. Cours de clôture, rentabilité et volatilité normale du FTSE



Source : Réalisé par nous-mêmes à partir de données collectées sur Eurofidai.

- **Le DJIA**

Le calcul de la volatilité du DJIA a donné le résultat suivant :

$$REI_{DJIA\ (2002-2020)} = \frac{\frac{\sum_{i=2002}^{2020} Pi_{DJIA}}{N}}{Var.Equilibre_{DJIA}}$$

$$Volatilité^2_{DJIA(2002-2020)} = Var\left[\frac{1}{N}\sum_{t=1}^{N}\frac{(R_t - R_{t-1})}{R_t}\right] = 0.001784673$$

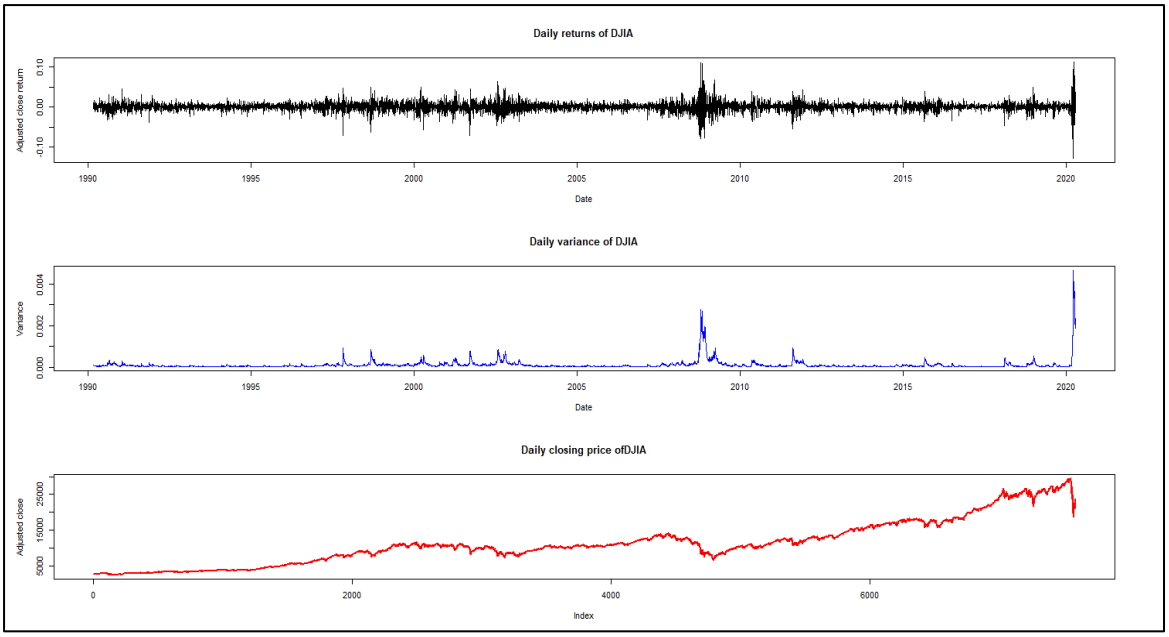
Note : le nombre d'observations relatives aux volatilités anormales du DJIA est de 67.

Le Ratio d'Efficience Informationnelle a donné le résultat suivant pour le DJIA :

$$REI_{DJIA(2002-2020)} = 25.28764$$

Les résultats obtenus pour le DJIA concernant les cours de clôture, les rentabilités et les variances quotidiennes, sont repris dans la Figure IV.20 ci-après.

Fig. IV.20. Cours de clôture, rentabilité et volatilité normale du DJIA



Source : Réalisé par nous-mêmes à partir de données collectées sur Eurofidai.

- **Le SP500**

Le calcul de la volatilité du SP500 sur la période couvrant l'intervalle 2002/2020.

$$REI_{SP500\ (2002-2020)} = \frac{\frac{\sum_{i=2002}^{2020} Pi_{SP500}}{N}}{Var.Equilibre_{SP500}}$$

$$Volatilité^2_{SP500(2002-2020)} = Var\left[\frac{1}{N}\sum_{t=1}^{N}\frac{(R_t - R_{t-1})}{R_t}\right] = 0.002107262$$

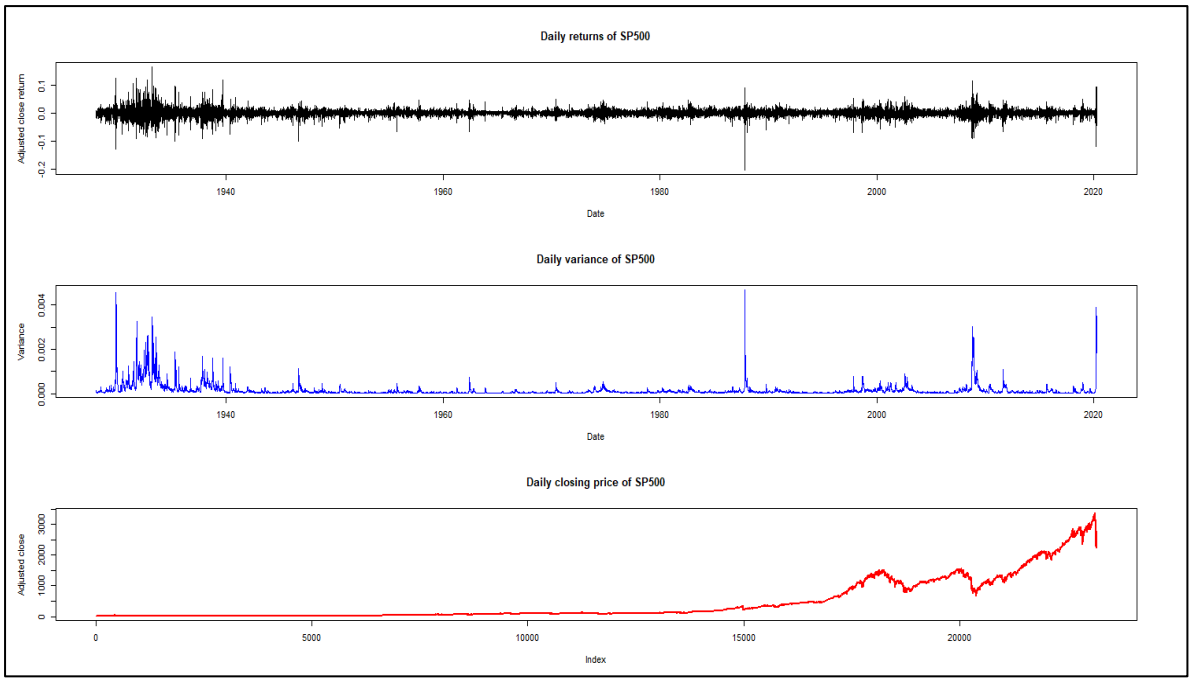
Note : Le nombre d'observations relatives aux volatilités anormales constatées sur le SP500 entre 2002 et 2020 est de 87.

Pour le SP500, le Ratio d'Efficience Informationnelle prend la valeur suivante :

$$REI_{SP500(2002-2020)} = 39.08264$$

La Figure IV.21 ci-après résume les résultats obtenus en termes de prix de clôture, rentabilité et variance quotidiennes pour le SP500.

Fig. IV.21. Cours de clôture, rentabilité et volatilité normale du SP500



Source : Réalisé par nous-mêmes à partir de données collectées sur Eurofidai.

- **Le NASDAQ**

Le calcul de la volatilité du NASDAQ à travers la moyenne des volatilités anormales atteintes entre 2002 et 2020 a donné les résultats suivants :

$$REI_{NASDAQ\ (2002-2020)} = \frac{\frac{\sum_{i=2002}^{2020} Pi_{NASDAQ}}{N}}{Var.Equilibre_{NASDAQ}}$$

$$Volatilité^2_{NASDAQ(2002-2020)} = Var\left[\frac{1}{N}\sum_{t=1}^{N}\frac{(R_t - R_{t-1})}{R_t}\right] = 0.00180025$$

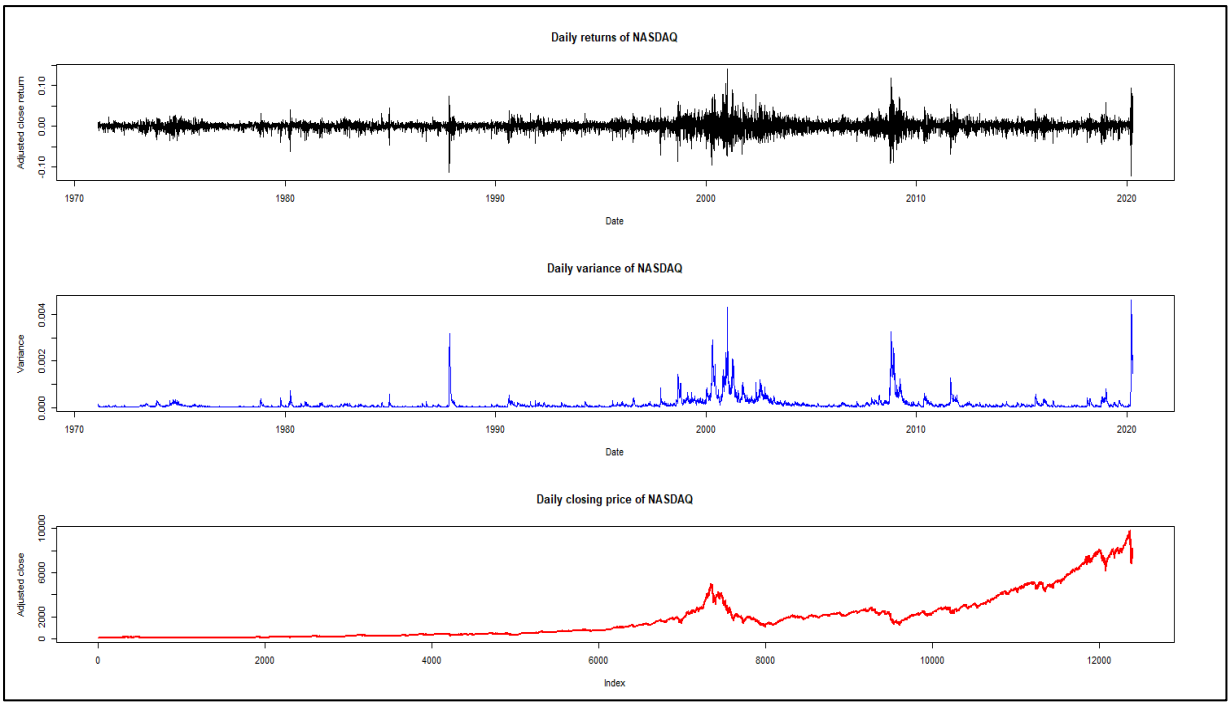
Note : Le nombre d'observations propres aux volatilités anormales atteintes par le NASDAQ de 2002 à 2020 est de 93.

La valeur du Ratio d'Efficience Informationnelle obtenue pour le NASDAQ est la suivante :

$$REI_{NASDAQ(2002-2020)} = 52.62722$$

L'ensemble des résultats obtenus pour le NASDAQ, relativement aux cours de clôture, aux rentabilités et aux variances quotidiennes, sont repris dans la Figure IV.22 ci-dessous.

Fig. IV.22. Cours de clôture, rentabilité et volatilité normale du NASDAQ



Source : Réalisé par nous-mêmes à partir de données collectées sur Eurofidai.

- **Le MADEX**

Nous avons calculé la volatilité du MADEX résultant de la moyenne des volatilités anormales atteintes par l'indice au cours de la période allant de 2002 à 2020.

$$REI_{MADEX\ (2002-2020)} = \frac{\frac{\sum_{i=2002}^{2020} Pi_{MADEX}}{N}}{Var.Equilibre_{MADEX}}$$

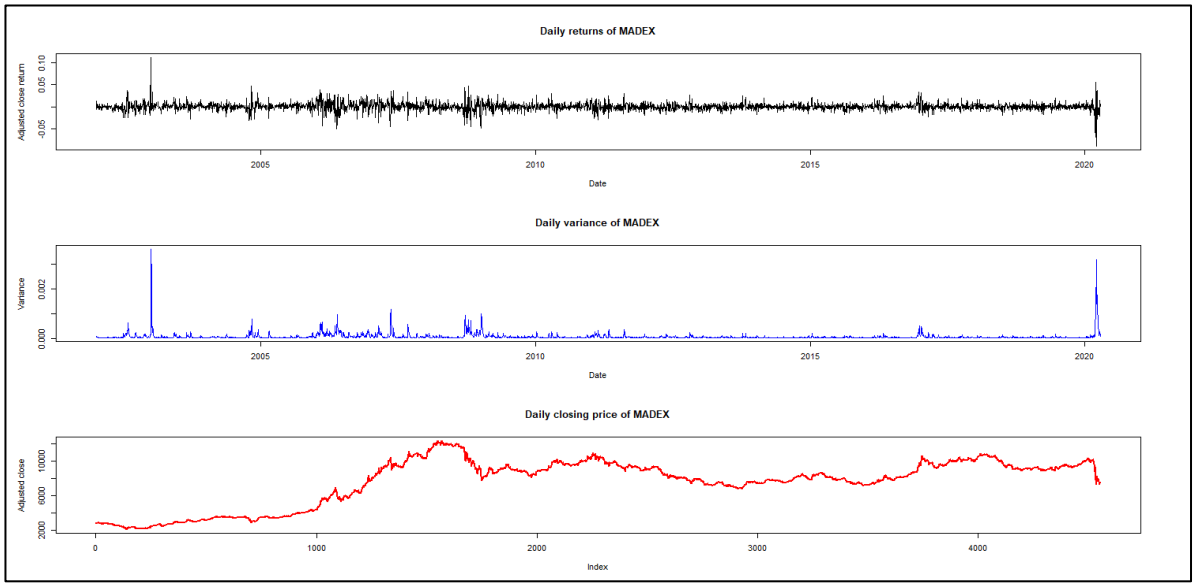
$$Volatilité^2_{MADEX(2002-2020)} = Var\left[\frac{1}{N}\sum_{t=1}^{N}\frac{(R_t - R_{t-1})}{R_t}\right] = 0.001538942$$

Le calcul du Ratio d'Efficience Informationnelle pour le MADEX a donné le résultat suivant :

$$REI_{MADEX(2002-2020)} = 41.02551$$

La Figure IV.23 ci-dessous résume les résultats obtenus relativement aux prix de clôture, rentabilité et variance quotidiennes pour le MADEX.

Fig. IV.23. Cours de clôture, rentabilité et volatilité normaledu MADEX



Source : Réalisé par nous-mêmes à partir de données collectées sur Eurofidai.

3-2-3- Interprétation des résultats et commentaires

Le Ratio d'Efficience Informationnelle, qui n'est autre que la formalisation arithmétique du rapport entre l'instabilité et la stabilité du marché, qui se matérialisent par la volatilité[2] et la volatilité normale, respectivement, permet d'estimer le « Quotient d'Efficience informationnelle » d'un marché. Une volatilité excessive des cours ne pouvant être justifiée par une variation équivalente des fondamentaux économiques, cette volatilité proteste contre la théorie d'efficience informationnelle[276]. En ce sens, un marché dont le REI est faible indiquerait un degré d'efficience informationnelle plus important qu'un marché ayant un REI plus significatif.

Dans le souci de faciliter l'interprétation de nos résultats, nous avons mis en place un Quotient d'Efficience informationnelle (QE), qui consiste à exprimer le REI en pourcentage.

$$QE_{(X,T)} = {}^{REI_{(X,T)}}/_{100}$$

- Si le QE = 0.01 (REI = 1) : cela sous-entend que le marché est stable et qu'aucun événement n'est venu perturber son fonctionnement efficient, car dans ce cas la volatilité serait égale à la volatilité normale. Par conséquent, aucun mouvement de volatilité excessive n'est détecté ;

[276] Voir les travaux de Schiller (1981), qui ont porté sur l'étude de la volatilité des cours et la variation des dividendes.

- Si le 0.25 < QE < 0.5 (0.25 < REI < 50) : cela indiquerait un degré d'efficience informationnelle acceptable. En effet, les partisans de la théorie de l'efficience, notamment Malkiel (2003), prévoient une certaine volatilité du marché issue d'une irrationalité passagère[277]. En ce sens, un quotient d'efficience qui n'excède pas 50% témoignerait d'un certain degré d'efficience jugé comme étant satisfaisant ;
- Si le QE ≤ 0.25 (REI ≤ 25) : cela dénoterait que le marché est informationnellement efficient (degré d'efficience élevé) car l'hypothèse d'efficience est, en soi, un idéal que les marchés essayent d'atteindre. De ce fait, la présence de certaines imperfections qui se traduisent par des niveaux de volatilité admissibles est tolérable[278] ;
- Si le QE ≥ 0.5 (REI ≥ 50) : cela signifierait que le marché a un niveau d'efficience amoindri, car la moyenne des volatilités anormales atteintes, lors de l'occurrence d'événements perturbateurs, dépasse considérablement le niveau de la volatilité normale.

D'une manière générale, le QE et par conséquent le REI permet d'exprimer la relation quantitative entre la volatilité et la volatilité normale, donnant ainsi lieu à l'élaboration d'une échelle numérique permettant la mesure du degré de l'efficience informationnelle d'un marché financier sur un intervalle de temps bien déterminé.

Les résultats obtenus à travers le calcul du REI pour les sept indices de notre échantillon donnent les QE résumés dans le Tableau IV.16 ci-après, dans lequel nous indiquons également le degré d'efficience informationnelle des marchés considérés.

Tab. IV.16. Interprétation des résultats du REI et du QE

	REI	**QE**	**Degré d'efficience informationnelle**
CAC40	19.151	0.19151	Degré d'efficience élevé
DAX	15.74209	0.1574209	Degré d'efficience élevé
FTSE	28.92753	0.2892753	Degré d'efficience acceptable
DJIA	25.28764	0.2528764	Degré d'efficience acceptable
SP500	39.08264	0.3908264	Degré d'efficience acceptable
NASDAQ	52.62722	0.5262722	Degré d'efficience amoindri

[277] Voir Chapitre II, section 3.

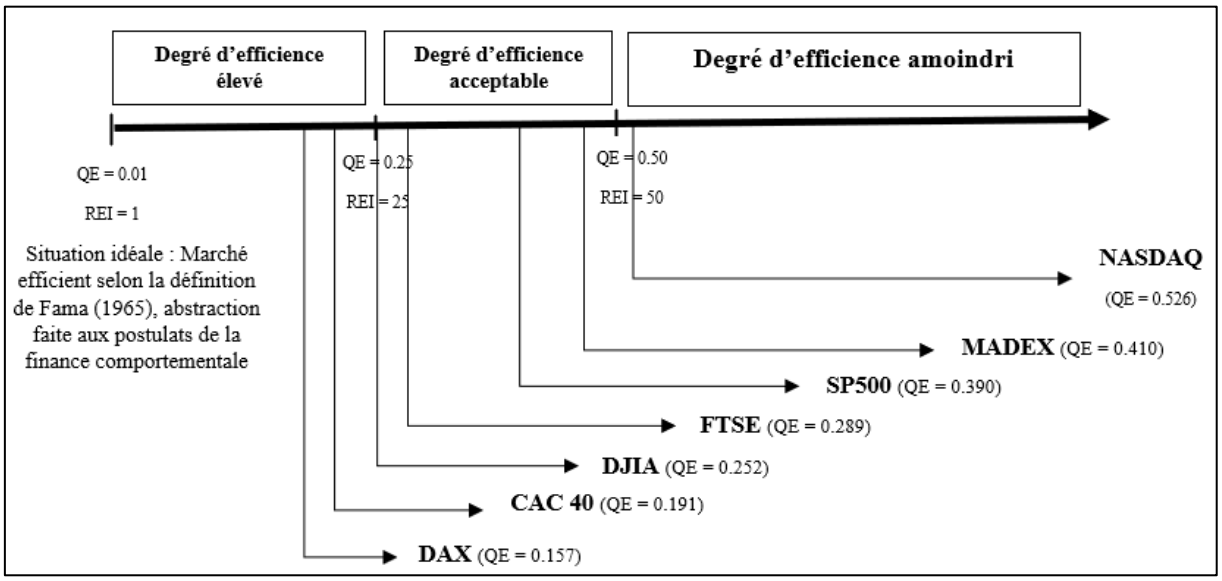
[278] Les phénomènes de volatilité excessive sur les marchés sont un fait que nous avons admis dans cette thèse. C'est pourquoi nous ne nous sommes pas bernés à reconnaitre l'hypothèse d'efficience informationnelle indépendamment des bien-fondés et des postulats véridiques défendus par le courant de finance comportementale.

MADEX	41.0255	0.410255	Degré d'efficience acceptable

Source : Réalisé par nous-mêmes à partir de données collectées sur Eurofidai.

La Figure IV.24 ci-dessous représente, sur une échelle numérique, le degré d'efficience informationnelle des indices de notre échantillon. À noter que ces résultats ne concernent que la période étudiée (ils ont été calculés à partir des couples indices/ périodes), et peuvent ne pas être durables sur le long terme.

Fig. IV.24. Échelle numérique représentative du degré d'efficience informationnelle des indices de l'échantillon



Source : Réalisé par nous-mêmes.

Si nous entrecroisons les résultats obtenus à travers l'application du modèle de la deuxième hypothèse et ceux obtenus via le ratio et le coefficient définis dans la troisième hypothèse (i.e. Tab. IV.15, Tab. IV.16), nous constatons à titre indicatif que le NASDAQ possède le REI et par conséquent le QE le plus élevé. Il est donc l'indice le plus volatile de notre échantillon et celui qui possède le degré d'efficience informationnelle le moins important. De même, l'analyse de Tableau IV.15 montre que ce même indice détient le nombre de volatilités anormales le plus considérable, l'intervalle de fluctuation desdites volatilités anormales le plus élevé ainsi que le temps d'absorption des chocs le plus long, et ce sur les deux événements étudiés (bulle internet et crise des *'Subprimes'*). En revanche, si nous portons notre attention sur le DAX, qui est l'indice le plus efficient selon les résultats du REI et du QE, nous constatons à travers le Tableau IV.15, qu'il possède un nombre de volatilités anormales très

important[279] et un intervalle de fluctuation de ces derniers considérable [0.0010 ; 0.0028]. Cependant, le choc a été absorbé en une période raisonnable comparativement aux autres indices de notre échantillon, en particulier lors de la crise des *'Subprimes'*. En effet, ce choc, dont la volatilité anormale a atteint une variance de 0.0027, a pu être absorbé en 348 jours uniquement. En ce sens, l'obtention d'un QE = 0.157 faible pour le DAX témoigne de son degré important d'efficience informationnelle.

Le même constat peut être fait pour le CAC40, qui comporte un nombre de volatilités anormales de 79 avec un niveau de variance maximal de 0.0028, absorbé en 508 jours lors de l'éclatement de la bulle internet, et en 367 jours lors de la crise des *'Subprimes'*. De ce fait, le QE = 0.191 obtenu pour le CAC40 témoigne de la rapidité du retour des fluctuations vers la volatilité normale, et par conséquent de son degré d'efficience informationnelle notable. En revanche, dans le cas du DJIA, du FTSE et du SP500, nous observons à travers le Tableau IV.15 que le nombre de volatilités anormales est de 48, 42 et 62, avec des écarts maximaux de 0.0027, 0.0026 et 0.0030 et des temps de retour à la « normale » estimés à 315, 367 et 450 jours, respectivement, dans le cas de la crise des *'Subprimes'*. En termes de QE et de REI, nous avons obtenu pour lesdits indices les valeurs suivantes : 0.252, 0.289 et 0.390 (respectivement). Ces valeurs du QE attestent du degré d'efficience acceptable de ces indices, qui est cependant de moindre importance que celui du DAX et du CAC40.

Concernant l'indice marocain MADEX, il est classé avant-dernier indice en termes de degré d'efficience informationnelle juste avant le NASDAQ, et ce selon les résultats du calcul du REI et du QE. Toutefois, l'analyse du Tableau IV.15 met en évidence le nombre très réduit de volatilités anormales atteintes par le MADEX lors des deux événements perturbateurs étudiés, ainsi que l'important niveau de fluctuation atteint par la volatilité engendrée (0.0036). Cependant, le nombre de jours qu'a nécessité ce marché pour absorber lesdits chocs et revenir à la volatilité normale n'est que de 27 jours lors de la bulle internet et 23 jours pour la crise des *'Subprimes'*, ce qui témoigne d'un retour à la « normale » extrêmement rapide compte tenu de la valeur maximale atteinte par les volatilités anormales (0.0036). Toutefois, le QE = 0.410 obtenu pour le MADEX montre que ce marché est parmi les plus volatiles de notre échantillon (après le NASDAQ). Ces résultats quelque peu hétéroclites peuvent être dus à la microstructure et aux caractéristiques organisationnelles du marché financier marocain[280].

[279] Le nombre de volatilités anormales total pour le DAX est de 110. Ce résultat est obtenu par l'addition des volatilités dites anormales atteintes lors de la bulle internet et de la crise des *'Subprimes'*.
[280] Ce point a été développé dans la Section 1 du présent Chapitre.

En somme, cette section nous a permis de mettre en place de manière concrète les modèles permettant de mesurer l'efficience informationnelle, suggérés dans les hypothèses 02 et 03, moyennant la mobilisation de la notion de volatilité normale.

Les résultats de la mesure du degré d'efficience informationnelle par le biais du calcul des écarts entre les volatilités anormales et la volatilité normale, en termes de distance et de temps de retour à la « normale » ainsi qu'au travers du REI et du QE, sont particulièrement intéressants dans la mesure où ils ne divergent pratiquement pas – à l'exception du MADEX – . Au premier abord, nos résultats montrent que le REI et le QE sont d'autant plus forts que l'intervalle de fluctuation des volatilités anormales et le temps que met le marché à absorber un choc sont importants. Ce qui renvoie à la persistance de la volatilité excessive engendrée par un événement perturbateur donné (notamment dans le cas du NASDAQ). En revanche, les indices pour lesquels nous avons obtenu les REI et les QE les moins significatifs (DAX, CAC40) sont également les mêmes indices au niveau desquels nous avons observé le temps de retours à la volatilité normale le plus court, et ce en dépit de l'importante valeur de la volatilité anormale maximale atteinte lors du choc. Dès lors, nous avons considéré que les marchés les plus efficients sont ceux qui, malgré le niveau important de volatilité, celle-ci est absorbée en une période de temps acceptable. Cette interprétation rejoint parfaitement la définition de l'efficience informationnelle qui considère que les phénomènes de volatilité excessive sont des irrégularités momentanées qui résultent d'irrationalité passagère.

Section 4 :

Commentaires : Originalité de la démarche et apports de la recherche

Après avoir exposé l'étude préliminaire des séries des rentabilités boursières des indices de notre échantillon, expliqué la démarche de modélisation et présenté les résultats empiriques de notre étude qui ont été par la suite discutés et interprétés dans le cadre de la mesure de l'efficience informationnelle des marchés considérés, cette dernière section permet de mettre en relief d'originalité de la démarche adoptée tout au long de cette thèse tout en discutant plus en profondeur les apports de notre recherche.

Pour répondre à cet objectif, dans les lignes qui suivent sera détaillé, dans un premier temps, l'apport de la recherche en termes d'analyse bibliographique, avant d'exposer dans un deuxième temps la démarche qui nous a permis de répondre à notre problématique en testant nos hypothèses. Dans un troisième temps, l'hypothèse implicite sous-jacente que nous considérons dans le cadre de notre travail doctoral sera également justifiée et discutée. Dans un quatrième et dernier temps, les résultats de notre recherche seront analysés dans toutes les dimensions possibles notamment, en établissant des liens entre le REI et la notion de valeur, le REI et les événements, le couple volatilité/période, ainsi que le temps de retour à la volatilité dite normale.

4-1- Apports de la thèse en termes d'analyse bibliographique

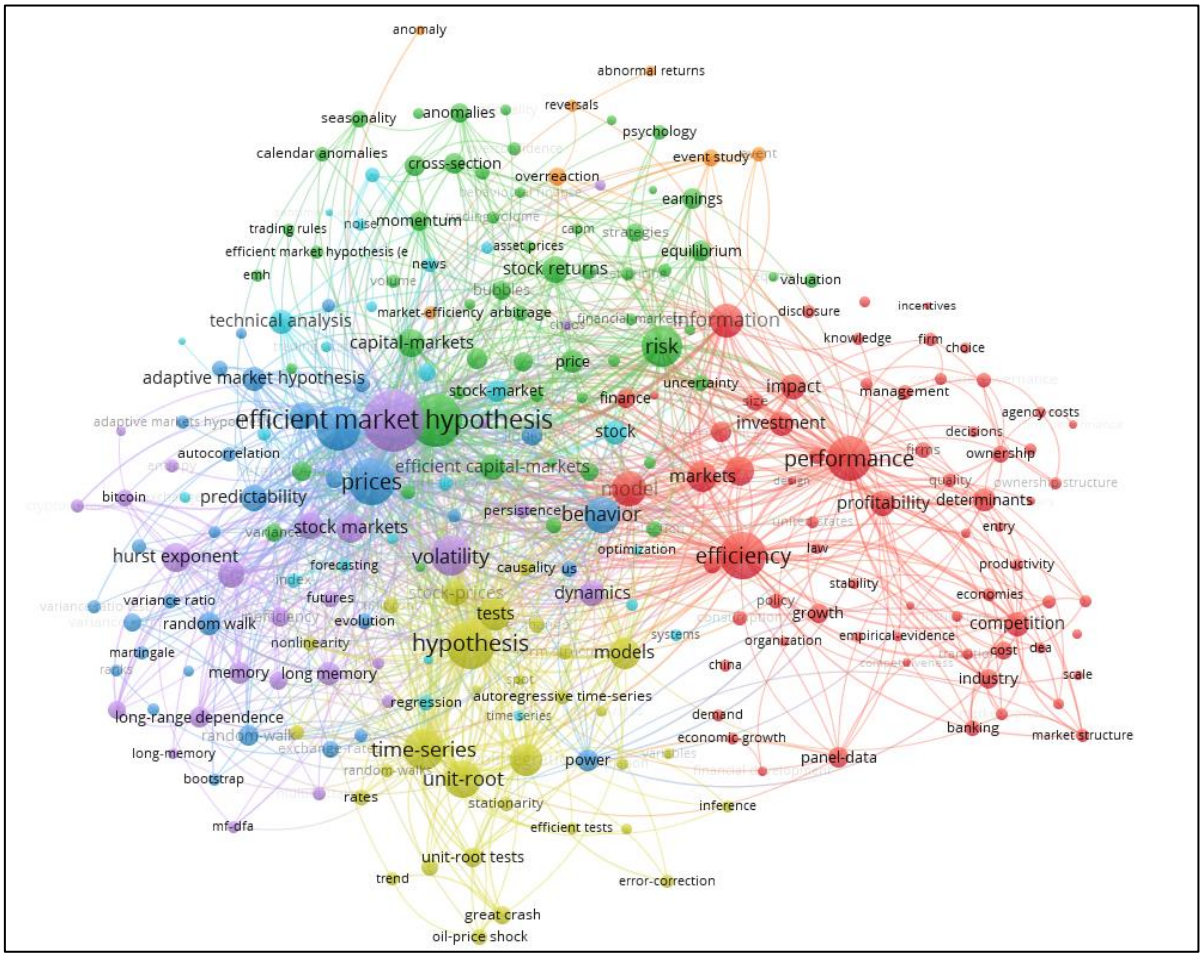
La démarche qui nous a permis d'affiner notre sujet de recherche et de porter notre attention sur la mesure du degré d'efficience informationnelle en ayant recours à la volatilité consiste en une analyse bibliographique approfondie.

Compte tenu de l'importance et de la richesse documentaire de l'hypothèse d'efficience informationnelle, nous avons procédé à une analyse des co-citations cartographiée sous forme d'un réseau (i.e. Fig. IV.25) pour faire ressortir l'axe sur lequel devait être concentrée notre recherche. Selon Barnett (2011), la composante de ce type de réseaux porte sur deux points

essentiels : des noyaux ou des points représentatifs des articles ou des mots clés du thème de recherche en question, ainsi que des liens illustrant la co-occurrence desdits noyaux.

Afin de réaliser la cartographie thématique mettant en évidence l'importance de la théorie de l'efficience informationnelle, nous nous sommes référés aux 2 145 articles disponibles sur la base de données *'Web of Science'* publiés entre 1965 et 2020. L'ensemble de ces articles a été analysé via le logiciel VOS Viewer, en termes de titre, résumé et mots clés. Par la suite, nous avons généré la carte de visualisation du réseau (i.e Fig. IV.25) à travers l'analyse de la co-occurrence des mots clés figurant dans les 2 145 articles. Toutefois, pour ne porter notre attention que sur les termes les plus pertinents, nous avons procédé à la combinaison des synonymes et à la suppression des mots « parasites », conformément au protocole qui doit être suivi (Chandra, 2018., Pampel, 2004).

Fig. IV. 25. Cartographie en réseau analysant les rapports de co-citation



Source : Réalisé par nous-mêmes sous le logiciel VOS Viewer à partir des données de Web of Science.

Pour identifier les principaux groupes et tendances de recherche au sujet de l'efficience informationnelle et compte tenu du nombre très important d'articles que nous avons analysés,

nous avons utilisé les options avancées du logiciel VOS Viewer qui consistent à sélectionner un nombre minimum de co-occurrences de mots clés s'élevant à 10. Pour cette option, le logiciel a fait ressortir un nombre total de mots clés à cartographier de 7 011 et 248 correspondants au seuil d'analyse du réseau. Dans la Figure IV.25 sont cartographiés les rapports de co-occurrence des mots clés en fonction de la force des liens qui les relient entre eux.

L'analyse bibliographique examinant les rapports de co-citation des mots clés relatifs aux recherches sur l'hypothèse d'efficience informationnelle couvrant la période 1965-2020, a fait ressortir 7 clusters :

- Le premier cluster (en rouge), regroupant 70 mots clés, porte sur la notion de performance. Ou y trouvent des mots clés tels que la croissance, l'innovation, la compétitivité, la stratégie, la structure … etc.
- Le deuxième cluster (en vert), regroupant 57 mots clés, a trait l'aspect comportemental dont les biais de l'efficience informationnelle notamment la finance comportementale, les anomalies calendaires, la rationalité, la saisonnalité, l'arbitrage, l'excès de confiance, les crises … etc.
- Le troisième cluster (en bleu foncé), incluant 32 mots clés, est relatif à la volatilité et englobe les aspects techniques de la théorie à l'exemple du modèle de marche aléatoire, de la martingale, des tests d'autocorrélation, de bootstrap, les ratios de variance ainsi que l'hypothèse de marché adaptative ;
- Le quatrième cluster (en jaune), regroupant 31 mots clés, porte sur la notion de prix et de rendement / rentabilité et fait référence aux séries temporelles, aux intérêts, aux tendances, à l'inflation, mais aussi aux études des liens de causalité et de cointégration ;
- Le cinquième cluster (en violet), avec 27 mots clés, a trait au risque et englobe des notions telles que la volatilité, le chaos, les marchés émergents, la cryptomonnaie, le bitcoin … etc.
- Le sixième cluster (en bleu clair), avec 24 mots clés, fait référence à l'information et aux événements dans le sens où il regroupe des notions telles que les nouvelles, les bruits, la prédiction, le sentiment des analystes, l'analyse technique … etc.
- Le septième et dernier cluster (en orange), incluant 7 mots clés, a trait aux études des événements et aux rentabilités anormales.

Cette étude de la cartographie thématique du réseau d'analyse relatif aux publications portant sur l'hypothèse d'efficience informationnelle fait ressortir un lien stable et important entre l'efficience et la volatilité, qui s'explique par le recours à cette dernière dans le cadre de la réalisation d'études ayant pour objet le rejet de l'hypothèse d'efficience informationnelle. C'est pourquoi, dans le cadre de notre thèse, nous nous sommes penchés sur cet aspect pour mesurer le degré d'efficience informationnelle d'un marché.

4-2- Originalité de la démarche de modélisation

Compte tenu de l'originalité de notre sujet de recherche qui s'inscrit dans un thème assez documenté et riche, en l'occurrence la théorie de l'efficience informationnelle, les contours de la démarche que nous avons adoptée dans le cadre de notre modélisation se sont dessinés au fur et à mesure que nous avançons dans notre recherche. C'est pourquoi nous récapitulons dans cette dernière section l'ensemble des étapes qui nous ont permis d'atteindre notre objectif initial.

Concrètement, les différentes étapes de notre démarche de modélisation peuvent être résumées dans les points suivants :

- Nous considérons que la variance, et donc la volatilité, est « normale » lorsque les prix correspondent à la valeur intrinsèque des titres ;
- De ce fait, nous estimons que la variance, par conséquent la volatilité, est « anormale » dès lors que les prix s'écartent considérablement de la valeur intrinsèque des titres ;
- À partir de là, nous procédons à la mesure de l'efficience informationnelle d'un marché en mesurant le temps que va mettre la variance à revenir vers une « volatilité normale », qui correspond dans le cadre de notre étude à la valeur intrinsèque des titres ;
- C'est, ensuite, ce temps de retours vers la volatilité normale ainsi calculé qui nous a permis de connaître le degré d'efficience informationnelle des différents marchés de notre échantillon d'étude. En ce sens, lorsque le temps de retour à la volatilité normale est court, nous avons considéré que le degré d'efficience est fort, car le marché absorbe les chocs auxquels il est soumis assez rapidement. En revanche, si le temps de retour à la volatilité normale est trop lent, nous avons admis que le degré d'efficience est faible, étant donné que les prix sur le marché mettent beaucoup de temps pour revenir à la valeur intrinsèque des titres.

Toutefois, pour donner plus de pertinence à notre analyse, nous avons considéré que les marchés qui présentent le degré d'efficience informationnelle le plus élevé sont, certes, ceux dont le temps de retour à la volatilité normale est le plus court, mais aussi ceux qui présentent le REI, et par conséquent le QE, le plus faible. En effet, selon notre analyse, plus le REI et le QE que nous avons mis en place se rapprochent de 1 et de 0.01, respectivement, plus le degré d'efficience informationnelle du marché est élevé. Dans ce sillage, lorsque le QE est égal à 1, la volatilité est égale à la volatilité normale. Ce qui revient à dire qu'aucune volatilité anormale n'est détectée à ce niveau et le marché est stable et efficient. Lorsque la valeur du QE est inférieure à 0.5, cela indiquerait un degré d'efficience informationnelle acceptable, car les partisans de la théorie prévoient un certain niveau de volatilité attribuée à des phénomènes d'irrationalité passagère. Néanmoins, si le QE ne dépasse pas ou égalise 0.25, nous estimons que le degré d'efficience informationnelle du marché est élevé, car le niveau atteint par la volatilité anormale est très peu considérable. En revanche, lorsque la valeur du QE égalise ou dépasse 0.5, le niveau de volatilité anormale du marché est important comparativement à la volatilité normale, qui fait référence à la valeur intrinsèque des titres. Par conséquent, le degré d'efficience informationnelle du marché est amoindri.

Finalement, la prise en compte du temps de retour à la volatilité normale conjuguée à l'écart qui s'est creusé entre la volatilité normale et la volatilité anormale engendrée par l'occurrence d'un événement sur le marché, nous a permis de mesurer l'efficience informationnelle de ces derniers, en mettant en place une échelle numérique nous permettant de classifier les indices de notre échantillon d'étude des marchés présentant le degré d'efficience le plus élevé vers ceux qui présentent le degré d'efficience le moins élevé (i.e. Fig. IV.24).

4-3- Discussion de l'hypothèse implicite sous-jacente

Tout au long de notre thèse, nous admettons l'hypothèse implicite qui consiste à considérer que **« le marché est efficient dès lors qu'il n'y a pas de volatilité anormale »**.

Selon la théorie de l'efficience informationnelle, les marchés produisent des estimations assez justes, et les prix qui y sont observés ne devraient, en théorie, jamais s'éloigner considérablement de la valeur intrinsèque des titres. Cependant, les volatilités excessives dont sont victimes les marchés ont tendance à remettre en cause la logique de l'efficience

informationnelle. Pour ne pas ébranler le bien-fondé de cette théorie, et en se basant sur la revue de littérature réalisée dans les chapitres précédents (en particulier dans le Chapitre II), nous considérons que les marchés sont efficients tant qu'aucun mouvement de volatilité excessive n'a pas été détecté. Nous supposons donc que quand la volatilité est inférieure à la volatilité normale, le prix du titre est égal à une valeur fondamentale qu'on ne peut ni définir de manière différente ni à une fréquence quotidienne (voir Chapitre III, Section 3). Ce qui revient à dire qu'à partir du moment où la volatilité reste inférieure à la volatilité normale, le prix serait égal à la valeur intrinsèque du titre.

Il ressort de ce qui a été dit, que nous considérons que la définition de l'efficience (prix = valeur) est liée au fait qu'il n'y ait pas de volatilité anormale, ou alors si volatilité anormale il y'a, le temps de retour à la volatilité normale est court.

4-4- Les apports de la recherche

Indépendamment de l'originalité de la démarche adoptée pour mesurer l'efficience informationnelle associée au temps de retour de la volatilité anormale vers un niveau de volatilité normale, ainsi que du REI et du QE proposés, les apports de notre thèse se situent également à plusieurs niveaux notamment, pour les liens que nous faisons pour les couples Volatilité (REI) / Valeur, Efficience / Prix et le trio Efficience / Volatilité (REI) / Événements.

4-4-1- Volatilité (REI) / Valeur

À partir de l'hypothèse fondamentale sous-jacente à notre recherche, et compte tenu de l'impossibilité de déterminer une valeur fondamentale à une fréquence quotidienne (voir Chapitre III, Section 3), nous avons considéré qu'à partir du moment où la volatilité est inférieure à un certain seuil, déterminé à travers le calcul de la variance en période de stabilité du marché, cette volatilité est réputée « normale ». Dans ce même ordre d'idées, nous admettons que si la volatilité est normale, alors le prix serait égal à la valeur fondamentale.

4-4-2- Efficience / Volatilité (REI) / Événements

Dans le cadre de la mesure de l'efficience informationnelle, le REI n'est pas considéré comme étant l'épine dorsale de notre recherche. Selon notre analyse, il peut y avoir des périodes durant lesquelles le marché subit plusieurs événements, ce qui occasionne de nombreux dépassements et d'importantes volatilités anormales, mais ce n'est pas pour autant que l'indice

est considéré comme étant inefficient. En effet, la logique développée dans notre thèse suppose qu'en dépit du nombre important d'événements qui perturbent le fonctionnement du marché, ceci ne remet pas systématiquement en cause son efficience informationnelle. D'une manière générale, nous considérons qu'à chaque fois qu'un événement important se produit, provoquant ainsi une volatilité anormale, c'est le temps que va mettre la volatilité à redevenir normale qui nous permet de mesurer l'efficience des différents marchés.

4-4-3- Efficience / Prix

Nous considérons à travers notre travail de recherche que le marché est inefficient à partir du moment où un décalage de prix lié à la volatilité anormale est observé. Ce qui revient à dire que lorsqu'une volatilité anormale sans décalage de prix est constatée, ceci ne veut en aucun cas dire que le marché est inefficient. De même, lorsqu'un décalage de prix est observé sans une volatilité anormale, ceci ne fait non plus pas référence à l'inefficience du marché. Il ressort de ce qui a été dit que pour qu'il y ait inefficience, il faut qu'il y ait un décalage de prix associé à une volatilité anormale.

4-4-4- Le temps de retour à la volatilité normale

L'apport fondamental de notre travail doctoral réside dans la mesure de l'efficience informationnelle à travers le calcul du temps de retours de la volatilité vers un niveau de volatilité jugé comme étant normal. Cette dernière est déterminée en référence à une volatilité seuil, en dessous de laquelle le prix est considéré comme étant égal à la valeur fondamentale.

Pour mettre en place cette démarche, nous nous sommes inspirés de la théorie du retour à la moyenne, qui suppose que certaines variables dont la volatilité, ont tendance à revenir vers un niveau moyen après avoir manifesté des dépassements et des fluctuations extrêmes.

Si nous reprenons les résultats obtenus dans le Tableau IV.15, nous pourrions établir une nouvelle classification des marchés les plus efficients vers les moins efficients, indépendamment des résultats obtenus par le REI et le QE, figurant dans le Tableau IV.16 et dans la Figure IV.24, nous pouvons établir la classification suivante concernant les couples Indices / Événement ou Indices / Périodes (étant donné que les événements se produisent à des périodes déterminées). Nous considérons dans un premier temps la crise de la bulle internet.

- Le premier indice qui a le degré d'efficience informationnelle le plus élevé de notre échantillon d'étude, relativement à l'éclatement de la bulle internet en 2001, est le

MADEX, car le temps de retour de la volatilité à une volatilité normale n'est que de 27 jours ;

- Le second indice le plus efficient est le FTSE, selon notre modèle. En effet, le nombre de jours qu'a nécessité la volatilité pour un retour à la volatilité normale est de 373 jours ;
- Le CAC40 quant à lui se classe en troisième position en termes de degré d'efficience informationnelle, et ce en raison du temps relativement long qu'a nécessité la volatilité pour revenir vers un niveau de volatilité normale et qui est estimé à 508 jours lors de l'éclatement de la bulle internet en 2001 ;
- Le DAX est l'avant-dernier indice en termes de degré d'efficience informationnelle par rapport à la crise de la bulle internet. Le nombre de jours qu'à nécessité le DAX pour revenir vers une volatilité normale est assez important comparativement aux autres indices de notre échantillon. Il est estimé selon notre modèle à 825 jours ;
- L'indice le moins efficient de notre échantillon est le NASDAQ, car c'est lui qui a pris le plus de temps pour revenir à une volatilité normale. En effet, étant donné que le krach de 2001 a eu lieu à la suite de l'éclatement de la bulle internet, le NASDAQ a été le plus impacté, car c'est un indice de valeurs technologiques. En ce sens, le temps de retour à une volatilité normale est estimé à 1735.

Concernant les couples Indices / Événements avec la crise des *'Subprimes'* comme événement perturbateurs, nous pouvons établir la classification ci-après.

- En première position, nous avons le MADEX, qui est l'indice le plus efficient de notre échantillon d'étude, car son temps de retour à la volatilité normale, à la suite du choc occasionné par la crise des *'Subprimes'* est plus court, soit 23 jours ;
- En deuxième position, nous retrouvons le DJIA avec un temps de retour à la volatilité normale estimée à 315 jours ;
- En troisième position, nous avons le DAX pour lequel la volatilité anormale a pris 348 jours pour revenir à un niveau considéré comme étant normal ;
- En quatrième position, nous avons le FTSE et le CAC40 dont le temps de retour à la volatilité normale est estimé pour les deux indices à 367 jours, à la suite de la crise des *'Subprimes'* ;
- En cinquième position, nous avons le SP500 classé avant-dernier en termes de degré d'efficience à la suite de l'occurrence de la crise des *'Subprimes'*, et ce en raison du temps de retour à la volatilité normale estimé à 450 jours ;

- En sixième et dernière position, nous retrouvons le NASDAQ, considéré comme étant l'indice le moins efficient de notre échantillon d'étude, relativement à la crise des *'Subprimes'* car le temps de retour de la volatilité anormale à une volatilité normale est le plus long, soit 546 jours.

En somme, cette interprétation corrobore l'idée que nous avons développée plus haut, et qui suppose que nous ne pouvons pas établir une classification globale des indices les plus efficients vers les moins efficients. En effet, le degré d'efficience informationnelle d'un marché varie en fonction de la nature des événements étudiés et des périodes prises en compte. C'est pourquoi nous avons proposé deux classifications distinctes, que ce soit en fonction des crises qui ont secoué les marchés financiers sur lesquels évoluent les indices de notre échantillon d'étude, ou alors en fonction de la méthodologie adoptée (classification selon les résultats du REI et du QE). Le Tableau IV.17 ci-après reprend l'ensemble des résultats obtenus et des classifications en termes de degré d'efficience informationnelle proposées.

Tab. IV.17. Ensemble des classifications proposées en termes de degré d'efficience informationnelle des indices de l'échantillon

Classification des indices en termes de degré d'efficience informationnelle selon :		**Temps de retour à la volatilité normale**		**REI**		**QE**	
Événements	**Crise de la bulle internet**	MADEX	27	DAX	15.74209	DAX	0.1574209
		FTSE	373				
		CAC40	508	CAC40	19.151	CAC40	0.19151
		DAX	825				
		NASDAQ	1735	DJIA	25.28764	DJIA	0.2528764
		---------	----				
		---------	----	FTSE	28.92753	FTSE	0.2892753
	Crise des *'Subprimes'*	MADEX	23				
		DJIA	315	SP500	39.08264	SP500	0.3908264
		DAX	348				
		CAC40	367	MADEX	41.0255	MADEX	0.410255
		FTSE	367				
		SP500	450	NASDAQ	52.62722	NASDAQ	0.5262722
		NASDAQ	546				

Source : Réalisé par nous-mêmes.

À travers les commentaires développés dans cette section, nous avons clairement présenté et expliqué les différentes étapes de notre démarche qui nous a permis de tester nos hypothèses de recherche et de répondre ainsi à notre problématique. Nous avons également discuté l'hypothèse sous-jacente à notre étude, que nous posons implicitement tout au long de

cette thèse, et qui considère que le marché est efficient (prix = valeur) dès lors qu'il n'y a pas de volatilité anormale.

Par ailleurs, nous avons mis en relief les différents apports de notre travail que nous n'avons pas pu développer concrètement dans les sections précédentes. Ces apports supplémentaires se situent d'abord au niveau du couple volatilité (ou REI) et valeur : lorsque la volatilité est normale, le prix est égal à la valeur intrinsèque. Ensuite au niveau des notions fondamentales efficience, volatilité et événements : la mesure de l'efficience informationnelle d'un marché se fait à travers le calcul du temps de retour de la volatilité anormale, engendré par un événement perturbateur, à une volatilité normale. Enfin, au niveau du couple efficience / prix : nous considérons que le marché est inefficient lorsqu'un décalage de prix et une volatilité anormale sont conjointement observés.

Conclusion au quatrième chapitre

Ce dernier chapitre avait pour objet de tester et de vérifier nos deux dernières hypothèses de recherche, à travers une étude empirique menée sur un échantillon de départs de neuf indices boursiers. Après avoir réalisé une étude préliminaire visant à analyser les propriétés de nos séries financières, nous avons fait appel à un processus autorégressif de types GARCH (1.1), (1.2), (2.1), (2.2), pour modéliser une variance quotidienne à partir de données journalières. Cette étape nous a permis de réduire notre échantillon d'étude à sept indices boursiers et de fixer une volatilité normale moyennant l'identification des événements ayant eu un impact considérable sur l'évolution des cours.

À partir de là, nous avons mis en place un premier modèle qui consiste à mesurer l'efficience informationnelle par le biais du calcul des écarts entre les volatilités anormales, déterminées par la méthode du Box plot et du test Tau de Thompson modifié, et des volatilités normales ainsi fixées. Cette première démarche découlant de l'hypothèse N°2 consiste à calculer les écarts aussi bien en termes de distance qu'en termes de temps de retours des fluctuations à ladite volatilité normale. Les résultats de ce prototype montrent que l'importance des corrélations entre les différents marchés influe sur l'ordre de transmissibilité des chocs. En d'autres termes, l'apparition des premières volatilités anormales à la suite de la crise des *'Subprimes'*, par exemple, a eu lieu à la même date pour les indices les plus corrélés (i.e. SP500, NASDAQ, CAC40, FTSE). De même, les intervalles de fluctuation de ces volatilités anormales s'avèrent être d'ampleur identique pour les indices ayant de forts niveaux de corrélation. Par ailleurs, plus les écarts entre les volatilités anormales et les variances ainsi que les intervalles de fluctuation de ces volatilités dites anormales sont importants, plus le marché a besoin de temps pour revenir à son état de stabilité initial matérialisé par la volatilité normale. De surcroit, le temps que nécessitent les fluctuations pour un retour vers la volatilité normale est proportionnel au nombre de volatilités anormales détectées sur la série temporelle, à la durée de la perturbation et à la dimension de l'intervalle de fluctuation des volatilités anormales. Conformément à la définition de l'efficience informationnelle, nous considérons qu'un marché est d'autant plus efficient que le temps qu'il nécessite pour absorber un choc est moindre.

La seconde démarche nous a permis de mettre en place un REI en faisant référence à la notion de volatilité normale et à la volatilité[2]. Ainsi et après avoir uniformisé les horizons d'étude pour l'ensemble des indices de notre échantillon, nous avons calculé le REI et déduit le QE, dans le souci de faciliter l'interprétation des résultats. De cette manière, un marché avec

un faible REI indiquerait un degré d'efficience informationnelle plus important qu'un marché avec REI plus important. Les résultats de ce modèle visant à tester l'hypothèse N°3 nous ont permis de mettre en place une échelle numérique ayant pour objet de classer les marchés des plus efficients vers les moins efficients. La jonction des résultats obtenus par les deux méthodes affirme que les niveaux du REI et du QE sont particulièrement élevés lorsque l'intervalle de fluctuation des volatilités anormales et le temps dont a besoin le marché pour absorber un choc sont importants. Ce qui témoigne d'un degré d'efficience amoindri, contrairement aux marchés qui présentent les REI et les QE les moins significatifs et les temps de retours à la volatilité normale les plus courts.

Par ailleurs, la dernière section nous a permis de mettre en relief l'ensemble des résultats obtenus dans ce quatrième chapitre. De même, nous avons développé l'hypothèse implicite sous-jacente à notre étude et qui suppose qu'à partir du moment où la volatilité reste inférieure à la volatilité normale, le prix est égal à la valeur et le marché est jugé comme étant efficient. À partir de cette hypothèse, nous avons proposé deux méthodes qui nous ont permis de classifier les marchés financiers en fonction de leur degré d'efficience informationnelle, et ce en termes de temps de retour à la volatilité normale d'une part, et de REI et de QE d'autre part (voir Tableau IV.17.

CONCLUSION GENERALE

Conclusion générale

Le triomphe et la domination de l'idéologie libérale ont fait de la finance moderne un instrument plus qu'indispensable pour le fonctionnement des marchés capitalistes. Ce fonctionnement est régi par des marchés financiers qui brassent des sommes colossales de capitaux à la recherche d'une rentabilité de plus en plus importante. Ces 20 dernières années ont été marquées par la multiplication et la récurrence des crises financières, notamment celle des *'Subprimes'*, pointant ainsi du doigt le rôle déstabilisateur des marchés financiers et faisant resurgir la problématique de leur efficience. C'est dans ce contexte que s'est inscrite cette thèse qui a abordé des réflexions sur la théorie de l'efficience informationnelle des marchés financiers, pas toujours aisément admise au sein de la communauté financière.

En dépit de la rigueur de son raisonnement emprunté à la dialectique mathématique, les contradictions au sein de la définition de la théorie de l'efficience informationnelle ont conduit à sa réfutation dans le cadre même de la théorie néoclassique. Ce qui a donné matière au développement de nouveaux paradigmes pour tenter de refléter la réalité du marché et illustrer son bon fonctionnement. Construite sur la base de la rationalité des anticipations, qui se rapporte à la capacité des investisseurs à établir la meilleure estimation de la valeur fondamentale à partit des informations disponibles, l'hypothèse de l'efficience informationnelle suppose qu'en présence d'investisseurs non parfaitement rationnels, les processus d'arbitrage garantiraient la convergence des prix vers la valeur intrinsèque des actifs, éliminant ainsi les erreurs d'évaluation sur le marché.

L'intérêt qu'a suscité la théorie de l'efficience informationnelle auprès des chercheurs et la multiplication des tentatives de sa validation, et ce en dépit de son énonciation originelle, a abouti à la détection de plusieurs anomalies ou biais. Ces insuffisances se sont intensifiées ces dernières années avec la progression des méthodes de test et l'évolution des bases de données. Toutefois, c'est l'avènement de la finance comportementale qui a mis à rude épreuve les fondements de la théorie de l'efficience. Ce courant de pensée dit *'behaviouriste'* tente d'expliquer les anomalies assignées à l'efficience informationnelle en se basant sur les limites de l'arbitrage, les heuristiques comportementales, les biais psychologiques, les erreurs de jugement, la rationalité limitée et l'hétérogénéité des croyances des investisseurs.

Les deux premiers chapitres de cette thèse nous ont permis de revenir sur les prémices et les fondements théoriques de l'hypothèse d'efficience informationnelle. Ce qui nous a donné l'occasion de revoir l'évolution de cette abondante littérature, qui semble proliférer au gré des

résultats contradictoires obtenus dans le cadre des différents tests et qui divergent selon les approches empiriques, méthodologiques et analytiques adoptées.

Dans le premier chapitre, nous avons tenté de retracer le développement prodigieux qu'a connu la théorie de l'efficience depuis ses premiers fondements avec la thèse de Bachelier (1900) et sa formalisation officielle par Fama (1965-1970), qui propose d'étudier les variations des prix en les assimilant à un processus stochastique obéissant à une marche aléatoire. En ce sens, l'analyse du marché financier en tant que cadre dynamique efficient ne peut être dissociée du modèle de marché aléatoire. Ce dernier s'étant graduellement hissé en théorie économique constitue, de nos jours, une notion fondamentale au cœur de la théorie financière moderne, elle-même bâtie autour de l'hypothèse d'efficience informationnelle. Objectivement, deux interprétations peuvent être mises en évidence selon la définition de l'efficience informationnelle. La première a trait à l'imprévisibilité des cours boursiers et laisse supposer que ces derniers suivent un processus aléatoire qui ne peut être prédit par les agents présents sur le marché. Ce processus relève d'un ensemble de nouvelles informations qui ne peuvent être prédites par les opérateurs du marché. Par conséquent, il serait inenvisageable pour les investisseurs de réaliser des gains certains, sur le long terme, supérieurs à la performance du marché. La seconde interprétation fait référence à valeur fondamentale des titres et suppose que leurs cours gravitent autour de leur valeur intrinsèque, du fait qu'ils reflètent toute l'information disponible. En ce sens, les prix affichés par le marché financier fournissent suffisamment d'informations pour assurer une allocation optimale des ressources financières. À travers ces deux conceptions de l'efficience, le premier chapitre nous a permis de réexaminer les prémices qui ont donné lieu à la formulation de la théorie de l'efficience informationnelle. Trois conclusions notables peuvent être tirées relativement aux modèles qui constituent les soubassements de cette théorie, en l'occurrence le modèle de marche aléatoire et celui de martingale (Ferhati, Amiar, 2020). Dans un premier temps, le modèle de marche aléatoire admis en théorie financière dans le souci d'examiner la capacité des opérateurs du marché à prévoir les fluctuations futures des cours boursiers, justifie le caractère aléatoire de ces derniers qui seraient égaux à la valeur fondamentale des titres en question et revendique l'absence d'opportunité d'arbitrage sur le marché. Dans un deuxième temps, la remise en cause de l'aspect strictement aléatoire des variations des cours boursiers a eu comme conséquence l'adoption du modèle de martingale par Samuelson (1965), qui permet à travers une démarche moins restrictive de représenter le caractère imprévisible des cours boursiers en admettant l'existence de faibles corrélations. Dans un troisième temps, l'hypothèse d'absence d'opportunités

d'arbitrage et par conséquent l'impossibilité de réaliser des profits anormaux fut corroborée par Fama à travers le modèle de marche aléatoire introduit dans la théorie de l'équilibre appliquée au marché financier, en lui attribuant le concept de marché efficient. Fama a ainsi démontré que les prix sur les marchés financiers reflètent constamment des prix d'équilibre qui égalisent, plus ou moins, la valeur fondamentale des actifs. Par conséquent, le premier chapitre met l'accent sur le fait que la modélisation de l'hypothèse d'efficience informationnelle revient usuellement à celle de la marche aléatoire.

Dans le deuxième chapitre, après avoir détaillé les définitions successives de l'efficience informationnelle qui se sont principalement appuyées sur les concepts de rationalité des investisseurs et celui de l'information fondamentale, nous avons passé en revue les hypothèses, pour le moins restrictives, sous-jacentes à la théorie de l'efficience ainsi que ses différentes formes (i.e. forme faible, semi-forte et forte). Toutefois, l'objectif ultime de ce deuxième chapitre était d'examiner les principales anomalies documentées par la littérature financière à l'égard de la théorie de l'efficience informationnelle. La persistance de ces anomalies a conduit à l'apparition de la finance comportementale, qui se défait du modèle de rationalité axiomatique pour étudier la formation des prix dans un environnement caractérisé par la présence d'investisseurs non parfaitement rationnels, tout en avançant des interprétations fondées essentiellement sur la notion de rationalité limitée. À travers le deuxième chapitre dédié en partie au courant de pensée dit comportementaliste, nous avons essayé d'exposer l'influence de la psychologie sur le comportement des investisseurs et l'effet que cela engendre sur le marché en termes de formation des prix. Nous avons, ainsi, essayé d'apporter un éclairage sur les erreurs de comportement, élucidées par les études psychologiques, pouvant conduire les opérateurs du marché à réagir de manière irrationnelle à l'information. En ce sens, la revue de littérature développée dans le deuxième chapitre examine les anomalies détectées sur les marchés financiers et les contributions du paradigme de la finance comportementale à l'explication de ces dernières. De ce fait et après avoir mis en relief les différentes formes de l'efficience et les différentes anomalies qui lui ont été attribuées, nous avons présenté les apports de la finance comportementale en termes d'explications fournies, moyennant les concepts de rationalité limitée, les heuristiques comportementales, les biais psychologiques et les limites à l'arbitrage. En s'efforçant de répondre à des questions qui ne trouvent pas d'explication consciencieuse dans le modèle de l'efficience informationnelle, la finance comportementale attribue les anomalies détectées sur le marché à des erreurs de jugement et de comportement de certains agents. Les résultats de cette approche dite *'behaviouriste'* se sont

soldés par la mise en place de modèles théoriques apportant des explications logiques, selon les partisans de ce courant de pensée, à un certain nombre d'anomalies empiriques, en se rapportant à la rationalité limitée des investisseurs et aux limites de l'arbitrage. La principale conclusion que nous pouvons tirer de la revue de littérature réalisée dans le deuxième chapitre est que la finance comportementale admet qu'il est probable de récolter des profits découlant de l'apparition de poches d'inefficience sur le marché à la suite de la publication de bénéfices. Elle reconnait, toutefois, qu'il n'est pas possible de réaliser des rentabilités anormales indéfiniment et sur le long terme, subséquemment à l'annonce de bénéfices. En somme, la finance comportementale suppose que le marché pourrait être efficient à un certain degré, qui ne pourrait ni permettre à tous les investisseurs de s'enrichir abusivement sur le long terme ni de le battre. Tout compte fait, les investisseurs détecteraient rapidement les poches d'inefficience et constateraient expéditivement les rentabilités anormales qui seraient aussitôt régularisées par un processus d'arbitrage.

Dans le troisième chapitre, nous avons approfondi une triade de notions culminantes et interactives qui ont retenu notre attention lors de la réalisation de notre revue de littérature, en l'occurrence le concept de volatilité boursière, de rentabilité et de valeur fondamentale. Ainsi et après avoir examiné en profondeur la volatilité boursière en analysant ses différents aspects, tout en faisant référence au risque et à l'incertitude, nous nous sommes intéressés à ses différents faits stylisés et au rapport qui existe entre la volatilité et la rentabilité. Ce point nous a amenés à nous pencher sur les phénomènes d'accumulation et de regroupement de volatilité par grappes *'volatility clustering'*, dont la formation peut être appréhendée par l'étude des rentabilités boursières censées suivre une marche aléatoire. Nous pouvons retenir de cette analyse que la volatilité sur le marché peut atteindre des pics matérialisés par des niveaux de volatilité anormale, qui apparaissent lors de l'occurrence d'événements non anticipés ou à l'occasion de la publication de nouvelles informations. L'autre concept prépondérant étudié dans le troisième chapitre concerne la notion très controversée de valeur fondamentale, élément central de la théorie de l'efficience informationnelle et cadre de référence dans la définition fournie par Fama (1965). L'analyse théorique et l'examen des différentes méthodes mathématiques et économétriques de calcul de la valeur fondamentale nous ont conduits au rejet de notre première hypothèse de recherche, selon laquelle le degré d'efficience informationnelle d'un marché peut être mesuré à la suite de la définition d'une valeur fondamentale à partir de laquelle seront calculés les écarts entre celle-ci et les prix observés sur le marché. En dépit du rôle crucial que joue la notion de valeur fondamentale au sein même de

l'hypothèse d'efficience informationnelle, l'absence d'objectivité qui l'entoure nous a conduits à admettre la configuration conventionnaliste du marché, qui suppose que ce dernier est composé d'agents dont les interactions et les réactions à des signaux identiques les poussent à s'accorder sur les mêmes processus de formation des prix. Par ailleurs, le rejet de notre première hypothèse de recherche peut, également, être justifié à travers un problème de fréquence des observations et de la nature même des démarches qui dominent le calcul de la valeur fondamentale. En effet, au-delà du manque d'objectivité de cette notion, les méthodes d'évaluation financière qui permettent de l'estimer sont toutes construites sur les éventuels *cash-flows* que la société va générer dans un futur incertain. Or, les aspects relatifs au fait que les flux futurs soient hypothétiques, en lien avec la santé financière de l'entreprise et les conditions générales de l'économie, rendent la détermination de la valeur fondamentale inconcevable. De même, ces méthodes sont pour la plupart bâties sur des hypothèses assez restrictives et peu représentatives de la réalité. Pour toutes ces raisons, il nous a semblé plus pertinent de bifurquer vers un autre concept pour nous servir de cadre de référence dans l'élaboration de notre modèle de mesure de l'efficience informationnelle. Partant du principe que le processus de formation des prix observés sur le marché découle d'une configuration conventionnaliste, et que les rentabilités et les volatilités (variances) qui serviront d'élément de référence à la mise en place de notre modèle seront calculées à partir des prix affichés par le marché, nous avons opté pour la substitution du concept de valeur fondamentale par la notion de « volatilité normale ». Ce choix conceptuel a été opéré conformément à la définition de Fama (1965-1970), qui démontre que les prix sur le marché reflètent constamment des prix d'équilibre qui égalisent plus ou moins la valeur fondamentale des actifs. Toutefois, il nous a semblé plus intéressant de raisonner en termes de variance étant donné que nous modélisons les fluctuations des cours lors de l'apparition d'événements non anticipés. Nous définissions donc la volatilité normale comme un niveau de variance plus ou moins stable observable sur la courbe de la variance quotidienne avant l'occurrence d'un événement perturbateur non anticipé. Ce même niveau de variance est observable une seconde fois sur la même courbe du même indice, après que le marché ait absorbé le choc. De ce fait, nous considérons ce niveau comme étant représentatif d'une situation de calme et de stabilité sur le marché. Dans les conditions précitées, le marché est en situation d'équilibre du fait de l'invariabilité du niveau de variance quotidienne, qui tend à rester constante et à ne pas être influencée par les conditions du marché. D'une manière générale, le troisième chapitre nous a permis de balayer les ambiguïtés d'ordre théorique susceptibles d'altérer notre démarche de modélisation, d'une part, et de définir et

argumenter notre choix conceptuel, d'autre part, en écartant la première hypothèse relative à la valeur fondamentale.

Dans le quatrième chapitre, nous avons mis en pratique nos deux autres hypothèses de recherche, dont la première suppose que le degré d'efficience informationnelle peut être mesuré en se référant à la volatilité, moyennant le calcul des écarts entre la « volatilité anormale » atteinte lors des changements de régime et la « volatilité normale ». La seconde hypothèse présume qu'il est possible de mettre en place un ratio permettant d'apprécier l'efficience informationnelle en mesurant, lors de l'apparition d'un événement non anticipé le retour de la variance vers une situation d'équilibre observée avant l'occurrence dudit événement. Pour tester ces deux hypothèses, nous avons procédé à une étude préliminaire dans laquelle nous avons sélectionné un échantillon de neufs indices boursiers évoluant dans des environnements économiques et financiers différents (i.e. CAC40, DAX et FTSE en Europe, DJIA, SP500 et NASDAQ aux États-Unis, MADEX, TunIndex et DzairIndex pour les pays maghrébins). Nous avons justifié l'intérêt du choix de cet échantillon par notre volonté d'examiner l'influence des différentes structures organisationnelles des marchés pris en considération et aussi le niveau de corrélation des indices entre eux, sur le degré de leur efficience informationnelle. Cependant, après avoir réalisé une étude préliminaire moyennant des tests de stationnarité des rentabilités, de racine unitaire (ADF), d'autocorrélation des rentabilités (fonctions ACF et PACF), ainsi que le test de Ljung Box d'indépendance (bruit blanc), et après avoir étudié la présence de clusters de volatilité, nous nous sommes heurtés à une difficulté d'ordre technique relative à la détermination des variances quotidiennes à partir des données journalières dont nous disposons et que nous avons collectées pour la plupart des indices sur le base de données Eurofidai (vérifié sur Data Stream). Pour contourner cette difficulté, nous en sommes venus à soumettre nos indices à un processus autorégressif de type GARCH. Toutefois, nous nous sommes retrouvés dans l'obligation de réduire notre échantillon d'étude à sept indices boursiers en éliminant le TunIndex et DzairIndex, dont les caractéristiques ne nous permettaient pas d'identifier les paramètres p et q du modèle GARCH adéquat. Dès lors, nous avons procédé au test de la deuxième hypothèse à travers la mesure de l'efficience informationnelle par le biais du calcul des écarts entre les volatilités anormales, déterminées par la méthode du Box plot et du test Tau de Thompson modifié, et des volatilités normales. Dans le souci de renforcer la pertinence de notre approche, nous avons déterminé un « ordre de grandeur » et une « volatilité anormale » que nous définissons comme suit : l'ordre de grandeur désigne une valeur qui représente le niveau de variance maximal atteint par l'ensemble des indices de notre échantillon. Cette valeur

est égale à un seuil à partir duquel nous avons identifié d'importantes volatilités anormales, qui correspondent à des événements non anticipés ayant déclenché de fortes perturbations sur les marchés considérés. La volatilité anormale fait référence aux plus grands pics qui apparaissent lors de l'occurrence d'événements perturbateurs sur le marché étudié. Elles sont représentées par des niveaux de volatilité qui dépassent la moyenne de la variance quotidienne. À noter que les marchés étudiés montrent tous un niveau de volatilité excessive dès lors que la variance dépasse un seuil de 10^{-3} (soit 0.001).

Notre première démarche de modélisation relative à la deuxième hypothèse nous a permis de dresser un tableau (i.e. Tab. IV.15) dans lequel nous avons répertorié les résultats obtenus sous logiciel R lors du calcul des écarts en termes de distance et en termes de temps de retour des fluctuations vers la volatilité normale, pour les sept indices considérés. Ces résultats indiquent que le niveau des corrélations entre les différents marchés a un impact sur l'ordre de transmissibilité des chocs. Par conséquent, les premières volatilités anormales que nous avons observées à la suite de la crise des *'Subprimes'* ont été constatées à la même date pour les indices ayant les plus importants niveaux de corrélation (i.e. SP500 et NASDAQ, CAC40 et FTSE). De même, les intervalles de fluctuation de ces pics s'avèrent être d'ampleur identique pour les indices ayant de forts niveaux de corrélation. Concernant les écarts entre les volatilités anormales et les volatilités normales, nous avons constaté que plus ces écarts et les intervalles de fluctuation des volatilités anormales sont considérables, plus le marché nécessite du temps pour absorber le choc et revenir à son état de stabilité symbolisé par la volatilité normale. En outre, il apparait selon les résultats de la première démarche qu'il existe une relation entre le nombre de fois où l'indice a atteint des volatilités anormales et le temps que nécessitent les fluctuations pour revenir à la volatilité normale, ainsi qu'avec la dimension de l'intervalle de fluctuation des volatilités anormales et la durée de la perturbation. Au vu de ces résultats et à l'instar de la définition de l'efficience informationnelle qui suppose que les cours reflètent « instantanément » toute l'information disponible, nous considérons qu'un marché est d'autant plus efficient que le temps qu'il nécessite pour réagir à un choc est immédiat, d'une part, et que ce dernier est absorbé en un temps moindre, d'autre part.

Notre seconde démarche de modélisation relative à la troisième hypothèse nous a permis de développer un prototype portant sur la mise en place d'un Ratio d'Efficience Informationnelle, ce qui nous a contraints à uniformiser les horizons d'étude pour les sept indices de notre échantillon, afin d'assurer une meilleure interprétation des résultats. Ce REI, qui correspond mathématiquement à la formalisation arithmétique du rapport entre l'instabilité

(volatilité^2) et la stabilité (volatilité normale) du marché, nous a permis de déduire un Quotient d'Efficience informationnelle. Pour interpréter nos résultats, nous sommes partis du principe que la volatilité excessive des cours ne peut être justifiée par une variation équivalente des fondamentaux économiques, ce qui va à l'encontre de l'hypothèse d'efficience informationnelle. Par conséquent, nous avons considéré qu'un marché à faible REI indiquerait un degré d'efficience plus important qu'un marché dont le REI est plus considérable. Cette seconde démarche nous a permis de mettre en place une échelle numérique donnant lieu à une classification graduelle des marchés les plus efficients vers les moins efficients. La synthèse des conclusions découlant des deux démarches nous permet d'affirmer l'existence d'une relation entre les niveaux du REI et du QE ainsi que l'intervalle de fluctuation de volatilités anormales et le temps nécessaire au marché pour l'absorption d'un choc d'une certaine importance (à l'exemple de la crise de la bulle internet ou celle des *'Subprimes'*). En ce sens, la valeur élevée du REI (et du QE) est proportionnelle à la dimension importante des intervalles de fluctuations des volatilités anormales et au temps d'absorption du choc relativement élevé dont a besoin le marché. Ceci indique selon notre échelle numérique que le degré d'efficience du marché est amoindri. En revanche, les marchés qui affichent des temps de retours à la volatilité normale moins significatifs présentent également les REI (et les QE) les moins importants. Ce qui revoie à des marchés dont le degré d'efficience informationnelle est élevé.

À travers la classification graduelle que nous avons élaborée des marchés les plus efficients vers les moins efficients, et réalisées sous l'hypothèse implicite selon laquelle quand la volatilité est inférieure à la volatilité normale le prix du titre est égal à sa valeur fondamentale qu'on ne peut pas définir autrement, nous avons pu constater d'une manière générale, que les marchés européens (DAX et CAC40) présentent les degrés d'efficience les plus élevés, suivis par indices américains (DJIA et SP500) et plus loin l'indice marocain (MADEX). Cette catégorisation nous permet d'avancer que la structure organisationnelle des marchés français et allemand favoriserait la rapidité de leur réactivité aux nouvelles informations et aux événements non anticipés. En effet, les modalités de fonctionnement des échanges sur ces deux marchés et celles de l'incorporation de l'information ainsi que leur liquidité, pèsent sur les coûts de transaction et le choix des modalités d'investissement. Ainsi, l'organisation institutionnelle, le système de cotation, les règles d'échange et les modalités de fonctionnement de ces deux marchés favoriseraient leur fonctionnement efficient.

Finalement, il apparait selon les résultats de notre thèse qu'en dépit de la très forte controverse de la théorie de l'efficience informationnelle, celle-ci se nourrit de ses propres

contradictions et ne peut être définitivement rayée du cadre théorique économique, sans quoi la théorie financière moderne n'aurait plus de fondement. Tout au long de cette thèse, nous avons admis et démontré que les marchés ont un certain degré d'efficience qui varie en fonction du marché, des événements considérés, des outils méthodologiques employés, et des tests réalisés. De ce fait, nous considérons que l'efficience informationnelle est un idéal que les marchés financiers tentent d'atteindre. C'est ainsi que certaines perspectives se dégagent de ce travail notamment la détermination d'un intervalle avec des bornes bien précises dans lesquelles nous considérerons que les prix fluctuent dans une marge efficiente. L'étude de la relation entre l'efficience informationnelle et le degré d'intégration internationale d'un marché financier, ou encore l'analyse de la relation entre les types de cotation et l'efficience informationnelle des marchés. C'est dans cette optique que s'inscriront nos projets de recherche ultérieurs.

BIBLIOGRAPHIE

Bibliographie

Ouvrages

1. AFLATION, F., *« La nouvelle finance et la gestion des portefeuilles »*. Edition Economica, Paris, 2003.
2. AGLIETTA, M., REBERIOUX, A., « *Dérives du capitalisme financier »*, Editions Albin Michel, Paris, 2004.
3. ALBOUY, M (dir)., *« Les grands auteurs en finance »*, Edition EMS Management et Société, France, 2003.
4. ALPHONSE, P., DESMULIERS, G., GRANDIN, P., LEVASSEUR, M., *« Gestion de portefeuille et marchés financiers »*. 2ème éd, Edition Pearson, 2013.
5. AMENC, N., LE SOUT, V., *« Gestion quantitative des portefeuilles d'action »*. Edition Economica, Paris, 1998, 106 p.
6. ARNOULD, D., *« La bourse et les produits boursiers : marchés, indices, actions, produits dérivés »*. Edition Ellipses, 2004.
7. BAILLY, J.-L., CLAIRE, G., FIGLIUZZI, A., LELIEVRE, V., « *Economie monétaire et financière* ». Editions Bréal, Paris, 2000.
8. BAKER W, R., *« Le talon d'Achille du capitalisme : L'argent sale et comment renouveler le système d'économie de marché »*. Edition AlTerre, Canada, 2007.
9. BECHU, T., *« Economie et marchés financiers : perspectives 2010-2020 »*. Edition Eyrolles, Paris, 2010. 286 p.
10. BENALLAH, M., *« Gestion de portefeuille, analyse quantitative de la rentabilité et de risque »*, Edition Pearson d'Education.
11. BERNSTEIN, P-L., *« Des idées capitales : Les origines improbables du Wall Street moderne »*, Préface de Bernard Jacquillat, Edition PUF, Paris, 2008.
12. BERTRAND, P., PRIGENT, J-L., *« Gestion de portefeuille : Analyse quantitative et gestion structurée »*. 2ème éd, Edition Economica, Paris, 2012.
13. BITO, C., *« Comprendre la gestion de portefeuille »*. 2ème éd, Edition De Verneuil, Paris, 2009.
14. BOULEAU, N., *« La modélisation critique »*. Edition Quae, 2014.
15. BOULEAU, N., *« Le mensonge de la finance : Les mathématiques, le signal-prix et la planète »*. Edition Atelier Editions de I, 2018.

16. BOURGHELLE, D (dir)., *« Croyances, Représentations Collectives et Conventions en Finance »*. Edition Economica, Coll. Recherches e Gestion, Paris, 2005.

17. BOURGINAT, H., BRIYS, E., *« L'arrogance de la finance : Comment la théorie financière a produit le krach »*. Edition La Découverte, Paris, 2009.

18. BOUZAR, C., *« Systèmes financiers : mutations financières bancaires et crise »*. Edition El-Amel, 2010.

19. BROIHANNE, M-H., MERLI, M., ROGER, P., *« Finance comportementale »*. Edition Economica, Paris, 2004.

20. BROUQUET, C., COBBAUT, R., GILLET, R ., VAN DEN BERG, A., *« Gestion de portefeuille »*, Edition Eboeck Université, 2004, 489 p.

21. CHAPALIN, G., *« Pratique moderne de l'évaluation d'entreprise »*. Edition EMS, Paris, 2004.

22. CHARDOILETTE, E., SALVAT, M., TOURNYOL DU CLOS, H., *« L'essentiel des marchés financiers : Front office, post-marché et gestion de risques »*. Edition Eyrolles, Paris, 2010.

23. CHERIF, M., DUBREUILLE, S., *« Création de valeur et capital-investissement »*. Edition Pearson Education, Paris, 2005.

24. CHOINEL, A., ROUYER, G., *« Le marché financier : Structure et acteurs »*. 8ème éd, Revue Banque Edition, Paris, 2002.

25. CLAUSSE, P., *« Gestion de portefeuille : Une approche quantitative »*. Edition Dunod, Paris, 2011.

26. CLEMENT, T., *« Guide complet de l'analyse technique pour la gestion de vos portefeuilles boursiers »*. 7ème éd, Edition Maxima, Paris, 2017.

27. COBBAUT, R., *« Théorie financière »*. 4ème édition. Edition Economica, Paris, 1997.

28. COBBAUT, R., GILLET, R., HUBNER, G., *« La gestion de portefeuille : Instruments, stratégie et performance »*. 2ème édition. Edition De Boeck, Paris, 2015.

29. COLMANT, B., GILLET, R., SZAFARZ, A., « *Efficience des marchés : Concepts, bulles spéculatives et image comptable »*. Edition Lancier, Paris, 2003.

30. DEMANGE, G., ROCHET, J-C., *« Méthodes mathématiques de la finance »*. 3ème éd, Edition Economica, Paris, 2005.

31. DE MOURGES, M., *« La monnaie, systèmes financiers et théories monétaires »*. 3ème éd, Edition Economica, Paris I.

32. DESCHANEL, JP., *« La bourse en clair »*. 2ème éd, Edition Ellipses, Paris, 2007.

33. DE SAEGER, A., VAN STEENKISTE, I., *« Le MEDAF et la gestion de portefeuille : Comment la diversification du risque permet-elle de mieux investir ? »*. Edition 50 Minutes, Paris, 2014.

34. DISPAS, C., BOUDGHENE, Y., *« Gestion de portefeuille : Guide pratique »*. Edition Larcier, 2011.

35. DOUCOURE, F-B., *« Méthodes économétriques + Programmes/Cours – Applications – Corrigés/Logiciels : EVIEWS, STATA et SPSS »*. CODESRIA, 2008.

36. ESTRAN, R., HARB, E., VERYZHENKO, I., *« Gestion de portefeuille : Gestion traditionnelle et modèles alternatifs »*. Edition Dunod, Paris, 2017.

37. FICHER, I., *« The Theory on Interest »*. Edition Reprint A.M.Kelley, 1930. (Traduction française aux Editions Giard, 1933)

38. FOUQUET, D., *« Bourse, gestion de portefeuille et produits dérivés »*. Edition Dunod, 2014.

39. GERST, C., GROVEN, D., *« To B or not to B : Le pouvoir des agencies de notation en question »*. Edition Pearson, Village Mondial, 2004.

40. GILLET, P., « *L'efficience des marchés financiers »*. Edition Economica, Paris, 1999.

41. GILLET, P., « *L'efficience des marchés financiers »*. 2ème Ed, Edition Economica, Paris, 2006.

42. GOFFIN, R., « *Principe de finance moderne »*. Edition Economica, Paris, 2008.

43. GOUX, François., *« Economie monétaire et financières : Théories, institutions, politiques »*. Edition Economica, Paris, 1998.

44. GRANDIN, P., *« La gestion de portefeuille d'actions : Exercices et cas corrigés de gestion »*. Edition Nathan Université, Paris, 1998.

45. GRANDIN, P., *« Production d'informations privées et gestion de portefeuille »*. Edition Presses Universitaires de France, 1995.

46. HAMON, J., *« Bourse et gestion de portefeuille »*. 5ème éd, Edition Economica, Paris, 2014, 356 p.

47. HAMZA, F., JANSSEN, J., *« Choix optimal des actifs financiers et gestion de portefeuille »*. Edition Lavoisier, Paris, 2009, 266 p.

48. HURSON, C., CONSTANTIN, Z., *« Gestion de portefeuille et analyse multicritères »*. Edition Economica, Paris, 1997, 108 p.

49. JACQUILLAT, B., SOLNIK, B., PERIGNON, C., « *Marchés financiers : Gestion de portefeuille et des risques »*. 6ème éd, Edition Dunod, Paris, 2014, 429 p.

50. LAMBERT, C., « *Les techniques des marchés financiers.*2ème éd. France : Ellipses » ,2015

51. LARDIC, S., MIGNON, V., « *L'efficience informationnelle des marchés financiers* ». Edition La Découverte, Paris, 2006.

52. LARREUR, C-H., « *Financement structuré : Innovations et révolutions financières* ». Edition Ellipses, France, 2014.

53. LAYANI, S., *« L'essentiel des méthodes d'évaluation des sociétés et de leurs titres »*. Edition Lextenso, Paris, 2015.

54. LEUTENEGGER, M-A., *« Gestion de portefeuille et théorie des marchés financiers »*. 3ème éd, Edition Economica, Paris, 2010, 344 p.

55. LE SAOUT, E., « *Introduction aux marchés financiers* ». 5ème éd, Edition Economica, Paris, 2016.

56. LEHMAN, P-J., « *Economie des marchés financiers* ». 2ème éd, Edition De Boeck, Paris, 2014.

57. LEHMAN, P-J., « *Bourse et marchés financiers* ». 3èmè éd, Edition Dunod, Paris, 2008.

58. MANDELBROT, B., L.HUDSON, R., ., *« Une approche fractale des marchés : Risquer, perdre et gagner »*. Edition Odile Jacob, Paris, 2009.

59. MANGOT, M., « *Psychologie de l'investisseur et des marchés financiers* ». 2ème éd, Edition Dunod, Paris, 2008.

60. MIGNON, V., *« Marchés financiers et modélisation des rentabilités boursières »*. Edition Économica, Paris, 1998.

61. MINGUET, A., « *Des marchés financiers en pleine mutation : Titres à revenu fixes, marchés dérivés, et marchés de change* ». Edition Revue Banque, France, 2005.

62. MISHKIN, F (dir)., *« Monnaie, banque et marchés financiers »*. 9ème éd, Edition Pearson, France, 2010.

63. MONTOUSSE, M., BOURACHOT, H., RENOUARD, G., « *100 fiches pour comprendre la bourse et les marchés financiers* ». 3ème éd. Edition Bréal, France, 2012.

64. MORISETTE, D., *« Corrigé des exercices : Valeurs mobilières et gestion de portefeuille »*. 3ème éd, Edition SMG, 1999.

65. MORVAN, J., « *Marchés et instruments financiers* ». 3ème éd. Edition Dunod, Paris, 2017.

66. MURPLY, J., « *L'analyse technique des marchés financiers* ». Edition Valor, 2004.

67. NEUVILLE, S., *« Droit de la banque et des marchés financiers »*. Edition Puf Droit, 2005.

68. NITZAN, J., BICHLER, S., *« Le capital comme pouvoir : Une étude de l'ordre et du créordre »*. Edition Max Milo, Paris, 2009. (Traduit par GUILLIN, Vincent., Titre original : *Capital as power : A stady of ordrer and creorder).*

69. ORLEAN, A., *« Coportements mimétiques et diversité des opinions sur les marchés financiers »*. Dans Bourguinat & Artus (dir.). Théorie Economique et Crise des Marchés Financiers, 1989, Edition Economica.

70. ORPHELIN, P., *« Les systèmes de trading et quelques controverses sur l'analyse technique des marchés financiers »*. Edition Gualino éditeur, Paris, 2004.

71. PALARD, J-E., IMBERT, F., *« Guide pratique d'évaluation d'entreprise »*. Edition Eyroles, Paris, 2013.

72. PIERRE, F., *« Valorisation d'entreprise et théorie financière »*. Edition d'Organisation, Paris, 2003.

73. PIGET, P., *« Introduction à la gestion de portefeuille »*. Edition Economica, Paris, 2013.

74. PLIHON, D., *« Les désordres de la finance : Crises boursières, corruption, mondialisation »*. Edition OPU Universalis, Alger, 2005.

75. PRAT, G., *« La bourse et la conjoncture économique »*. Edition Economica, Paris, 1982.

76. PRIOLON, J., *« Les marchés financiers »*. Agro Paris Tech, Novembre 2007.

77. REGNAULT, J., *« Calculs des chances et philosophie de la Bourse »*. Paris : Mallet Bachelier et Castel, 1863.

78. SANTACREU, G., *« Gestion stratégique de portefeuille »*. Edition Lulu.com, 2013.

79. SHILLER, R., « *Exubérance irrationnelle* ».Valor Edition, 2000.

80. SNOPEK, L., *« Guide complet de construction et de gestion de portefeuille »*. 2ème éd, Edition Maxima, Paris, 2016.

81. SOUFI, M., *« Gestion de portefeuille »*. Edition OPU, Alger, 2003.

82. SPIESER, P., *« Information économique et marchés financiers »*. Edition Economica, Paris, 2000.

83. VIVIANI, J-L., *« Gestion de portefeuille »*. 2ème éd, Edition Dunod, Paris, 2001.

84. WALTER, C (dir)., BRIAN, E (dir)., *« Critique de la valeur fondamentale »*. Edition Springer, Paris, 2008.

Articles

1. AFEGO, P-M., *« Market efficiency in developing African stock markets: What do we know? »*. Journal of Developing Areas, 2015, Vol 49, Issue 1, pp. 243-266.
2. AGGARWAL, R., INCLAN, C., LEAL, R., *« Volatilty in emerging markets »*. Journal of Financial and Quantitative Analysis, 1999, Vol 34, pp. 33-55.
3. AGLIETTA, M., *« Crises et cycles financiers, une approche comparative »*. Revue d'Économie Financière, 1993, N°26, pp. 5-50.
4. AGLIETTA, M., *« Systèmes financiers et régimes de croissance »*. Revue d'Économie Financière, 2001, N°61, pp. 83-115.
5. AGNIHOTRI, A., *« Empirical Study of Volatility Clustering in Stock Prices of IT Index »*. Global Journal of Enterprise Information System, 2014, Vol 6, Issue 2, pp. 26-34.
6. AKHTARI, M., *« Reassessment of the Weather Effect: Stock prices and Wall Street weather »*. Undergraduate Economic Review, 2011, Vol 7, Issue 1.
7. AKTAS, N., « *La finance comportementale : un état des lieux »*. Reflets et perspectives de la vie économique, 2004, N°2 (Tome XLIII), pp. 19-33.
8. AKTAS, N.E., BODT, E., VAN HOPPENS, H., *« Legal insider trading and market efficiency »*. Journal of Banking & Finance, 2008, N°32, pp. 1379-1392.
9. ALBOUY, M., « *Peut-on encore croire à l'efficience des marchés financiers ? »*. Revue Lavoisier : Revue française de gestion, 2005, N°157, pp. 169-188.
10. ALBOUY, M., « *Théorie, applications et limites de la mesure de la création de valeur»*. Revue Lavoisier : Revue française de gestion, 2006, N°160, pp. 139-157.
11. ALBOUY, M., *« La plus belle théorie financière ne peut donner que ce qu'elle a »*. Revue Lavoisier : Revue française de gestion, 2012, N°228-229, pp. 107-126.
12. ALI TRABESLI, M., *« Sur-réaction sur le marché tunisien des actions : Une investigation empirique »*. La Revue des Sciences de Gestion, 2009, N°236, pp. 51-58.
13. AL-KHAZALI, O., MIRZAEI, A., *« Stock market anomalies, market efficiency and the adaptive market hypothesis : Evidence from Islamic stock indices »*.

Journal of International Financial Markets, Institutions and Money, 2017, Vol 51, pp. 190-208.

14. ALLAIS, M., *« Le comportement de l'homme rationnel devant le risque critique des postulats et axiomes de l'école américaine »*. Revue Econometrica, 1953, N°21, pp. 503-546.

15. ALEXENDER, J., *« Price movements in speculative markets: trends or random walks »*. Industrial Management Review, 1961.

16. ALMUJAMED, H-I., FIFIELD, S., POWER, D., *« An investigation of the weak form of the efficient market hypothesis for the Kuwait Stock Exchange »*. Journal of Emerging Market Finance, 2018, Vol 17, Issue 1, pp. 1-28.

17. ALWATHAINANI, A.M., *« Consistent winners and losers »*. International Review of Economics and Finance, 2012, N°21, pp. 210-220.

18. AMELOT, L-MM., USHAD, S-A., LAMPORT, M., *« Testing the efficient market hypothesis in an emerging market: Evidence from Forex Market in Mauritius »*. Revue Theoretical Economics Letters, 2017, Vol 7, Issue 7, pp. 2104-2122.

19. ANDERSEN, T-G., BOLLERSLEV, T., HUANG, X., *« A reduced form framework for modeling volatility of speculative prices based on realized variation measures »*. Journal of Econometrics, 2011, Vol 160, pp. 176-189.

20. ARVIND, K., DHARMENDRA, S., *« Testing weak form stock market efficiency on Muscat Securities Market: Oman »*. Skyline Business Journal, 2014, Vol 9, Issue 1, pp. 9-13.

21. ASSAF, A., CHARIF, H., *« Market efficiency in the MENA equity markets: Evidence from newly developed tests and regime change »*. Journal of Reviewers on Global Economics, 2016, Vol 6, pp. 15-32.

22. AUER, R-B., *« Does the strength of capital market anomalies exhibit seasonal patterns? »*. Journal of Economics and Finance, 2019, Vol 43, Issue 1, pp. 91-103.

23. AVRAMOV, D., CHORDIA, T., GOYAL, A., *« Liquidity and autocorrelations in individual stock returns »*. Journal of Finance, N°61, Vol 5, pp. 2365-2394.

24. AYOUVI-DOVI, S., JONDEAU, E., LAI TONG, C., *« Effets volume, volatilité et transmissions internationales sur les marchés boursiers dans le G5 »*. Notes d'études et de recherché, Direction Générale des Études Économiques et de la Recherche, 1997.

25. BAHRUDDIN, H., ABDULLAHI, A., TEOH, Y., *« Semi-strong form efficiency: Market reaction to dividend and earnings announcements in Malaysian stock exchange »*. Journal of Applied Finance, 2010, Vol 16, Issue 5, pp. 36-60.

26. BAKER, M., WURGLER, J., *« Investor sentiment and the cross-section of stock returns »*. Journal of Finance, 2006, N°61, pp. 1645-1680.

27. BAKER, M., WURGLER, J., *« Investor sentiment in the stock market »*. Journal on Economic Perspectives, 2007, N°21, pp. 129-151.

28. BANKOTI, N., *« A theoretical framework on efficient market theory »*. CLEAR International Journal of Research in Commerce & Management, 2017, Vol 8, Issue 5, pp. 57-59.

29. BARBER, B.M., LEE, Y.T., LIU, Y.J., ODEAN, T., *« Is the aggregate investor reluctant to realize losses? Evidence from Taiwan »*. Revue European Financial Management, 2007, N°13, Vol 3, pp. 423-447.

30. BARBER, B.M., LYON, J.D., *« Detecting long-run abnormal stock returns: the empirical power and specification of test statistics »*. Journal of Financial Economics, 1997, N°43, Vol 3, pp. 341-372.

31. BARBER, B.M., ODEAN, T., *« Trading in Hazardous to your Wealth: The common investment performance of individual investors »*. Journal of Finance, 2000, N°55, pp. 773-806.

32. BARBER, B.M., ODEAN, T., *« Boys Will Be Boys: Gender, Overconfidence, and Common Stock Investment, Quarterly »*. Journal of Economics, 2001, N°116, pp. 261-292.

33. BARBER, B.M., ODEAN, T., *« All that Glitters: The effect of attention and news on the buying behavior on individual and institutional investors »*. Review of Financial Studies, 2008, N°21, Vol 2, pp. 785-818.

34. BARBERIS, N., HUANG, M., SANTOS, J., *« Prospect theory and asset prices »*. Quarterly Journal of Economics, 2001, N°116, pp. 1-53.

35. BARBERIS, N., SHLEIFER, A., VISHNY, R., *« A Model of Investor Sentiment »*. Journal of Financial Economics, 1998, N°49, pp. 307-343.

36. BARBERIS, N., THALER, R., *« A Survey of Behavior Finance »*. In Handbook of the Economics of Finance, 2003, pp. 1054-1123.

37. BARNETO, P., GREGORIO, G., *« Peut-on réconcilier juste valeur comptable et efficience des marchés financiers ? »*. Revue Française de Comptabilité, 2010, N°435, pp. 32-36.

38. BARNETT, G-A., *« Encyclopedia of social network »*. Sage Publications, 2011.

39. BARNETTE, V., LEWIS, T., *« Outliers in Statistical Data »*. John Wiley and Sons, Chichester, New York, Brisbane, Toronto.

40. BARRAUD, C., « *De l'efficience des marchés financiers à la finance comportementale »*. Revue Techniques et Chercheurs, juin 2010, N°35, pp. 59-62.

41. BASHALL, J., WILLOWS, J-D., WEST, D., *« The extent to whoch professional advice can reduce the disposition effect: An emerging market study »*. Journal of Emerging Market Finance, 2018, Vol 17, Issue 2, pp. 229-249.

42. BASTIDON, C., *« Fragmentation boursière, volatilité et investissements finaux »*. 31ème Journées Internationales d'Économie Monétaire, Bancaire et Financière, 2014, Lyon, France.

43. BATISTA, A-R., MAIA, U., ROMEOR, A., *« Stock market under the 2016 Brazilian presidential impeachment: A test in the semi-strong form of the efficient market hypothesis »*. Revista Contabilidade & Finanças – USP, 2018, Vol 29, Issue 78, pp. 405-417.

44. BAUCELLS, M., WEBER, M., WELFENS, F., *« Reference point formation and updating: Theory and experiments »*. 2010, Working paper.

45. BENETTI, C., CARTELIER, J., *« L'intérêt limité de l'hypothèse de rationalité individuelle »*. Revue Cahiers d'Économie Politique, 1994, N°24-25, pp. 19-35.

46. BEN-DAVID, I., FRANZONI, F., MOUSSAWI, R., *« Do ETFs increase volatility? »*. Document de travail, Ohio, State University.

47. BENSAFTA, K.M., SEMEDO, G., *« De la transmission de la volatilité à la contagion entre marchés boursiers : L'éclairage d'un modèle VAR non linéaire avec bris structurels en variance »*. L'Actualité Economique, Revue d'Analyse Economique, 2009, Vol 85, N°1, pp. 13-76.

48. BENSAFTA, K.M., SEMEDO, G., *« Chocs, chocs de volatilité et contagion entre les marches boursiers »*. Revue Economique, 2011, Vol 62, N°2, pp. 277-311.

49. BERBERIS, N., XIONG, W., *« What drives the disposition effect? An analysis of a long-standing preference-based explanation »*. Journal of Finance, 2009, N°64, Vol 2, pp. 751-784.

50. BERTRAND, J.L., BACHAR, K., *« La valeur d'une entreprise peut-elle être sensible à la météo ? Une étude empirique du marché français »*. Revue Management et Avenir, 2009, N°28, pp. 56-72.

51. BERTRAND, Philippe., ROUSSEAU, Patrick., *« L'attribution de performance en gestion de portefeuille »*. Revue Française de Gestion, 2005, N°154, pp. 59-73.

52. BERVAS, Arnaud., *« La liquidité de marché et sa prise en compte dans la gestion des risques »*. Banque de France, Revue de La Stabilité Financière, 2006, N°8, pp. 67-84.

53. BESSIERE, V., *« Excès de confiance des dirigeants et décisions financières : Une synthèse »*. Revue Finance Contrôle Stratégie, 2007, N°10, pp. 39-66.

54. BESSIERE, V., ELKEMALI, T., *« Uncertainty and financial analysts overconfidence: European evidence between high-tech and low-tech firms »*. The European Financial Management Association – Barcelona, Juin 2012.

55. BASSIERE, V., KAESTNER, M., *« Sur- et sous-réaction des analystes financiers : Une étude des évolutions post-krach »*. Revue Banque et Marchés, N°91, pp. 6-20.

56. BERGER, P., LUCKMAN, T., *« La construction sociale de la réalité »*. Klincksleck, 1967.

57. BESSIERE, V., KAESTNER, M., *« Les analystes financiers : L'apport de la finance comportementale »*. Revue du Financiers, 2009, N°177, pp. 19-27.

58. BHATTACHARYA, K., *« A measure of relative efficiency of financial markets from eigenvalue based mobility indices »*. Reserve Bank of India, 2002, Vol 16, Issue 4, pp. 1419-1425.

59. BIAIS, B., FOUCAULT, T., *« Asymétrie d'information et marchés financiers : une synthèse de la littérature récente »*. Revue L'Actualité Économique, 1993, N°1, Vol 68, pp. 8-44.

60. BIAIS, B., FOUCAULT, T., HILLION, P., *« Microstructure des marches financiers : Institutions, modèles et testes empiriques »*. Revue Presses Universitaires de France, 1997, 1ère édition.

61. BIAIS, B., HILTON, D., MAZURIER, K., POUGET, S., *« Judgmental Overconfidence, Self-Monitoring and Trading Performance in an Experimental Financial Market »* Review of Economics Studies, 2005, N°72, Vol 2, pp. 287-312.

62. BIGNON, V., ANTIPA, P. *« Ou en est l'histoire économique ? Entre narration et quantification »*. Revue de l'OFCE, 2017, N°153, pp. 19-41.

63. BOEHMMER, E., KELLEY, E., *« Institutional investors and the informational efficiency of prices »*. Review of Financial studies, 2009, N°22, pp. 3563-3594.

64. BOLLERSLEV, T., LI, J., XUE, Y., *« Volume, volatility, and public news announcements »*. The Review of Economic Studies, 2018, Vol 85, Issue 4, pp. 2005-2041.

65. BOOLELL-GUNESH, S., BROIHANNE, M-H., MERLI, M., *« Are French individual investors reluctant to realize their losses? »*. Working paper, 2008-09, LaRGE.

66. BOOLELL-GUNESH, S., BROIHANNE, M-H., MERLI, M., *« Disposition effect, investor sophistication and taxes: Some French specificities »*. Revue Finance, 2009, N°30, pp. 51-78.

67. BOOLELL-GUNESH, S., BROIHANNE, M-H., MERLI, M., *« Sophistication of individual investors and disposition effect dynamics »*. Revue Finance, 2012, N°33, pp. 9-37.

68. BOUATTOUR, M., *« The information content of increase announcements: Evidence from the French Stock Exchange »*. I-Manager's Journal on Management, 2007, N°2, pp. 34-41.

69. BOUDRIGA, A., DORSAF, A-G., *« Does US stock market react differently to rating announcements during crisis period? The case of the 2008 worldwide financial crisis »*. American Journal of Finance and Accounting, 2016, Vol 4, N°3/4.

70. BOUFAMA, O. « *La théorie de l'efficience des marchés financiers et l'émergence de la finance comportementale* ». Revue Chercheurs Économiques, 2014.N°2, pp. 24-44.

71. BOUJELBENE, A-M., BOUJELBENE, Y., BOURI, A., *« Le biais de l'excès de confiance : Explication des anomalies du marché financiers, cas du marché français »*. La Revue des Sciences de Gestion, 2004, Vol 44, Issue 236, pp. 25-33.

72. BOURACHNIKOVA, O., *« La théorie comportementale vs. Le modèle moyenne-variance. Étude empirique »*. Working paper, 2009-12, LaRGE.

73. BOUVERET, A., DI FILIPPO, G., *« Les marchés financiers sont-ils efficients ? L'exemple du marché des changes »*. Revue de l'OFCE, 2009, N°111, pp. 95-140.

74. BOWMAN, D., FAUST, J., *« options, sunspots, and the creation of uncertainty »*. Journal of Political Economy, 1997, N°5, Vol 105, pp. 957-975.

75. BRANCHE, B., ECHEVARRIA, D.P., *« The impact of Bid-Ask prices on market anomalies »*. The financial Review, 1991, N°2, Vol 26, pp. 249-268.

76. BRAND, Thomas., *« Le rôle des agences de notation »*. Revue Regards Croisés sur l'Économie, 2008, N°3, Vol 1, pp. 265-266.

77. BROGAARD, J., HENDERSHOTT, T., RIORDAN, R., *« High frequency trading and price discovery »*. Review of Financial Studies, 2014, N°27, pp. 2267-2306.

78. BROIHANNE, M-H., CAPPELLE-BLANCARD, G., *« Richard Thaler ou comment la finance est devenue comportementale »*. Revue d'Économie Politique, 2018, N°4, Vol 128, pp. 549-574.

79. BROIHANNE, M-H., MERLI, M., ROGER, P., *« Le comportement des investisseurs individuels »*. Revue Française de Gestion, 2005, N°157, pp. 145-168.

80. BROOKE ELLIOTT, W., HOBSON, J.L., WHITE, B.J., *« Earnings Metrics, Information Processing, and Price Efficiency in Laboratory Markets »*. Journal of Accounting Research, 2015, Vol 53, Issue 3, pp. 555-592.

81. BROWN, G-W., CLIFF, M-T., *« Investor Sentiment and the Near-Term Stock Market »*. Journal of Empirical Finance, 2004, N°11, Vol 1, pp. 1-27.

82. BROWN, G-W., CLIFF, M-T., *« Investor Sentiment and Asset Valuation »*. Journal of Business, 2005, N°78, Vol 2, pp. 405-440.

83. BROWN, A., YANG, F., *« The role of speculative trade in market efficiency: Evidence from a Betting Exchange »*. Review of Finance, 2017, Vol 21, Issue 2, pp. 583-603.

84. BROWN, M-B., FORSYTHE, A-B., *« Robust tests for the equality of variances »*. Journal of The American Statistical Association, 1974, Vol 69, N°346, pp.364-367.

85. BRUNEAU, C., *« Comprendre la formation des prix des actifs financiers : ce que nous devons aux lauréats du prix Nobel 2013, Eugène Fama, Lars Peter*

Hansen et Robert Shiller ». Revue d'Économie Politique, 2014, N°5, Vol 124, pp. 681-714.

86. BUSH, P-J., STEPHENS, J-E., *« The return of the Monday Effect in European currency market: An empirical analysis of the impact of the economic crisis on market efficiency »*. International Journal of Finance & Economics, 2016, Vol 21, Issue 3, pp. 241-246.

87. CAMPBELL, G., TURNER, J-D., YE. Q., *« The liquidity of London capital market 1825-70 »*. Economic History Review, 2017, Vol 71, Issue 3, pp. 823-852.

88. CAO, M., WEI, J., *« Commonality in liquidity: evidence from the option market »*. Working paper, University of Toronto, 2007.

89. CAPELLE-BLANCARD, G., *« Marchés dérivés et 'trading' de volatilité »*. Revue Economique, 2003, N°3, Vol 57, pp. 663-674.

90. CAPELLE-BLANCARD, G., *« Les marchés dérivés sont-ils dangereux ? »*. Revue Economique, 2009, N°1, Vol 60, pp. 157-171.

91. CAPORALE, G-M., GIL-ALANA, L., PLASTUN, A., *« Long-term price overracactions: Are markets inefficient? »*. Journal of Economics & Finance, 2019, Vol 43, Issue 4, pp. 657-680.

92. CAZAVAN-JENY, A., *« Le ratio market-to-book et la reconnaissance des immatériels : Une étude du marché français »*. Association Francophone de Comptabilité, 2004, N°2, Tome 10, pp. 99-124.

93. CEES, D., XINDAN, L., CHENGYAO, W., *« Information Coast, memory length and market instability »*. Revue Nonlinear Dynamics, Psychology and life Sciences, 2018, Vol 22, Issue 3, pp. 395-419.

94. CHAKRAVARTY, S., GULEN, H., MAYHEW, S., *« Informed trading in stock and option Markets »*. Journal of Finance, 2004, Vol 59, pp. 1235-1258.

95. CHALLE, E., *« La 'Debt-Deflatin' selon Irving Fisher, histoire et actualité d'une théorie de la crise financière »*. Revue Cahier d'Économie Politique, 2000, N° 36, pp. 7-38.

96. CHAN, W., *« Stock prices reaction to news and no-news: Drift and reversal after headlines »*. Journal of Financial Economics, 2003, N°70, pp. 223-260.

97. CHANDRA, Y., *« Mapping the evolution of entrepreneurship as a field of research (1990-2013): A scientometric analysis »*. PLoS ONE, 2018, N°13, Vol 1 e0190228. doi:10.1371.

98. CHARLES, A., DARNE, O., *« Variance-ratio tests of random walk: An overview »*. Journal of Economic Surveys, 2009, N°23, pp. 503-527.

99. CHARREAUX, G., *« Théorie financière et stratégie financière »*. Revue Française de Gestion, 2006, N°160, pp. 109-137.

100.CHARTOIRE, R., *« Comment expliquer l'évolution des cours boursiers ? »*. Revue Idées Économiques et Sociales, 2013, N°169, Vol 3, pp. 44-52.

101. CHAUDHRY, M-I., SAM, A-G., *« Herding behavior and the declining value relevance of accounting information: Evidence from an emerging stock market »*. Revue Applied Economics, 2018, Vol 50, Issue 49, pp. 5335-5353.

102.CHAUHAN, Y., CHATURVEDULA, C., IYER, V., *« Insider trading, market efficiency, and regulation. A literature review »*. Review of Finance & Banking, 2014, Vol 6, Issue 1, pp. 7-14.

103.CHELLEY-STEELEY, P., LI, Y., *« Volatility changes caused by the trading system: A Markov switching application »*. Applied Financial Economic Letters, 2005, Vol 1, Issue 8, pp. 373-380.

104.CHEN, H., CHONG, J., LU, C., WANG, K., *« The Effectiveness of Regulatory Policy Changes on the Volatility Dynamics of the Chinese Stock Markets »*. The Chinese Economy, 2008, Vol 41, N°2, pp. 5-23.

105.CHEN, G., KIM, K-A., NOFSINGER, J-R., RUI, O-M., *« Trading performance, disposition effect, overconfidence representativeness bias and experience of emerging market investors »*. Journal of Behavior Decision Making, N°20, pp. 425-451.

106.CHEN, J-C., WU, R-S., *« Internal capital market efficiency and the diversification discount: The role of financial statement comparability »*. Journal of Business Finance & Accounting, 2018, Vol 45, Issue 5-6, pp. 572-603.

107.CHEN, C-P., LIU, Y-S., *« The impact of investor sentiment and price uncertainty on the effect of open-market share repurchase announcement »*. Revue Applied Economic Letters, 2018, Vol 25, Issue 11, pp. 730-733.

108.CHINY, F. MIR, M., « *Test de l'efficience du marché financier marocain »*. Global Journal of Management & Business Research – C Finance, 2015, pp. 1-17.

109.CHIKHI, M., *« Étude économétrique de l'efficience informationnelle face aux anomalies sur les marchés boursiers »*. Revue Madjallat El-Bahith, 2004, N°3, pp. 1-15.

110.CHORDIA, T., ROLL, A., SUBRAHMANYAM, A., *« Evidence on the speed convergence to market efficiency »*. Journal of Financial Economics, 2005, N°76, pp. 271-292.

111. CIMBALA, J-M., *« Outliers »*. Document de travail, Penn State University Latest revision: 12 September 2011.

112.CINER, C., SACKLEY, W-H., *« Transactions, volume, and volatility: Evidence from an emerging market »*. Applied Financial Economics Letters, 2007, Vol 3, Issue 3, pp. 161-164.

113.CLIFORD, S., *« Noise: The music to our financial market ears »*. Revue Investment Advisor, Vol 34, Issue 11, pp. 18-18.

114.CONRAD, J., KAUL, G., *« Time-Variation in Expected Returns »*. Journal of Business, 1988, N°56, pp. 409-427.

115. CONT, R., *« Volatility Clustering in Financial Markets: Empirical Facts and Agent–Based Models »*. In: A Kirman & G Teyssiere (eds.): Long memory in economics, Springer (2005).

116.COOK, S., *« Simulation analysis of the impact of volatility clustering upon the finite-sample distribution of threshold cointegration tests »*. Revue Applied Financial Economic Letters, Vol 4, Issue 1, pp. 59-63.

117.COOTNER. P.H., *« The random character of stock market action »*. Revue Cambridge Mass: M.I.T. Press, 1964, pp. 132-138.

118.COOPER. M-J., DIMITROV, O., RAU, P-R., *« A Rose.com by Any Other Name »*. Journal of Finance, 2001, N°56, Vol 6, pp. 2371-2388.

119.CORNARD, J., KAUL, G., *« Long-term market overreaction or biases in computed returns? »*. Revue Behavioral Finance, 2001, Vol 1, pp. 551-575.

120.COROCOS, A., PANNEQUIN, F., *« Conservatisme, représentativité et ancrage dans un contexte dynamique : Une approche expérimentale »*. Revue Recherches Économiques de Louvain, 2008, Vol 74, pp. 77-110.

121.COUSIN, J-G., DE LAUNOIS, T., *« New Intensity and Conditional Volatility on the French Stock Market »*. Revue de l'Association Française de Finance, 2006, Vol 27, N°1, pp. 7-60.

122.COWLES, A., *« A revision of previous conclusions regarding stock price behaviour »*. Revue Econometrica, 1937, N°4, Vol 28, (octobre 1960), pp. 909-

915, Reprinted in Paul.H.Cootner, Ed The random character of stock market prices, Cambridge, Mass: M.I.T. Press, 1964, pp. 132-138.

123.COWLES, A., *« Can Stock Market Forecasters Forecasts »*. Revue Econometrica, 1933, Vol 1, pp. 309-324.

124.COWLES, A., JONES, H.F., *« Some a posteriori probabilities in stock market action »*. Revue Econometrica, 1937, N°3, Vol 7, pp. 280-294.

125.CROUHY, M., ROCKINGER, M., *« Volatility Clustering, Asymmetry and Hysteresis in Stock Returns: International Evidence »*. Financial Engineering and the Japanese Markets, 1997, Vol 4, pp. 1-35.

126.DAAL, E., NAKA, A., YU, J-S., *« Volatility clustering, leverage effects, and jump dynamics in the US and emerging Asian equity markets »*. Journal of Banking & Finance, 2007, Vol 31, pp. 2751-2769.

127.DADEM KEMGOU, E.G., MANETSA, E.L., DJOUTSA WAMBA, L., KAMDEM, D., *« La réaction des cours boursiers suite à une nouvelle annonce des entreprises: Cas de la Bourse Régionale des Valeurs Mobilières »*. European Scientific Journal, 2017, N°22, Vol 13, pp. 282-305.

128.DAN, R-H., *« Weak form of market efficiency: European Capital Market »*. Annals of Constantin Brancusi University of Targu-Jiu, Economy Series, 2015, Issue 4, pp. 202-211.

129.DANIEL, K., TITMAN, S., *« Evidence of the characteristics of cross-sectional variation in stock returns »*. Journal of Finance, 1997, N°52, pp. 1-33.

130.DANIEL, K., TITMAN, S., *« Characteristics of covariance? »*. Journal of Portfolio Management, 1998a, N°24, pp. 24-33.

131.DANIEL, K., TITMAN, S., *« Evidence on the characteristics of cross-sectional variation in common stock returns »*. Journal of Finance, 1998b, N°52, Vol 1, pp. 1-33.

132.DANIEL, K., HIRSHLEIFER, D., SUBRAHMANYM, A., *« Investor psychology and security market under- and overreactions »*. Journal of Finance, 1998, N°53, Vol 6, pp. 1839-1886.

133.DANIEL, K., HIRSHLEIFER, D., SUBRAHMANYM, A., *« Overconfidence, arbitrage, and equilibrium asset pricing »*. Journal of Finance, 2001, N°56, pp. 921-965.

134.DANIELSSON, J., VALENZUELA, M., ZER, I., *« Learning from history: Volatility and financial crises»*. Document en ligne, 2016.

135.DAS, P., *« An empirical study on the random walk hypothesis and weak form market efficiency: Evidence from National stock exchange of India »*. CLEAR International Journal of Research in Commerce & Management, 2020, Vol 11, Issue 8, pp. 18-22.

136.DAVANNE, O., *« Volatilité des marchés financiers et allocation d'actifs »*. Revue d'Economie Financière, 2004, N°74, pp. 177-201.

137.DAVIS, E.P., *« Financial fragility in the early 1990's- What can be learnt from international experience »*. LSE FMG Special Paper Series, N°76, 1995.

138.DAVTYAN, A., *« Weak efficiency and liner regression of central and eastern European markets »*. Annals of the University of Oradea, Economic Science Series, 2013, Vol 22, Issue 1, pp. 28-36.

139.DAYONG, L., QINGSONG, R., *« Asymmetric effect of margin-trading activities and price crashes: Evidence from Chinese Stock Market »*. Revue Applied Economics Letters, 2018, Vol 25, Issue 13, pp. 900-904.

140.DE BONDT, W., THALER, R., *« Does the stock market overreact? »*. Journal of Finance, 1985, N°40, pp. 793-805.

141.DE BONDT, W., THALER, R., *« Further evidence on investor overreaction and stock market seasonality »*. Journal of Finance, 1987, N°42, pp. 557-581.

142.DEGOS, J-G., BEN HMIDEN, O., HENCHIRI, J-E,. *« Les agences de notation financière : naissance et évolution d'un oligopole controversé »*. Revue Française de Gestion, 2008, N°227, Vol 8, pp. 45-65.

143.DE JONG, C., KOEDIJK, K-G., SCHNITZLEIN, C-R., *« Stock market quality in the presence of traded option »*. Journal of Business, 2006, N°79, pp. 2242-2243.

144.DELCEY, T., *« Efficient market hypothesis, Eugene Fama and Paul Samuelson: A reevaluation »*. HAL Id: hal-01618347v2, 2018, pp. 27.

145.DE LONG, J-B., SHLEIFER, A., SUMMERS, L-H., WALDMANN, R-J., *« Noise trader risk in financial markets »*. Journal of Political Economy, 1990, N°98, pp. 703-738.

146.DEPENYA, F. ALANA, F. J. « *Serial correlation in the Spanish Stock Market »*. Global Finance Journal, 2007, pp. 84-103.

147.DEREEPER, S., ROMON, F., *« Rachat d'actions versus dividendes : Effet de substitution sur le marché boursier français »*. Revue Finance Contrôle Stratégies, 2006, N°9, Vol 5, pp. 157-186.

148.DIAS, R., MACHOVA, V., TEIXEIRA, N., PARDAL, P., *« Random walks and market efficiency tests: evidence on US, Chinese and European capital markets within the context of the global Covid-19 pandemic »*. Oeconomia Copernicana, 2020, N°4, Vol 11, pp. 585-608.

149.DIMITROV, V., JAIN, P-C., *« Shiller's CAPE: Market efficiency and risk »*. The Financial Review, 2018, Vol 53, Issue 4, pp. 741-771.

150.DIMPFL, T., PETER, F-J., *« Using transfer entropy to measure information flows between financial markets »*. Revue Studies in Nonlinear Dynamics and Econometrics, 2013, Vol 17, Issue 1, pp. 85-102.

151.DUFOUR, D., MOLAY, E., *« Sous-évaluation à l'introduction en bourse et valorisation : L'exemple d'Alternext »*. Revue Comptabilité Contrôle et Audit, 2008.

152.DUGAST, J., *« Unscheduled News and Market Dynamics »*. The Journal of Finance, 2018, Vol 73, Issue 6, pp. 2537-2586.

153.DUMONTIER, P., MARTINEZ, I., *« Les études d'événements en comptabilité financière »*. In Faire de la Recherche en Comptabilité Financière, 2001, Vuibert, pp. 103-115.

154.DUPUY, J-P., *« Convention and commun knowledge »*. Revue Economique, 1989, N°2, Vol 40, pp. 361-400.

155.DURAND, J-J., PART, G., *« Fisher, Macaulay et Allais face du paradoxe de Gibson »*. Revue Recherche Économique de Louvaine, 2012, N° 02, Vol 78, pp. 75-105.

156.EDWARDS, W., *« Conservatism in human information processing »*. In Kleinmutz B (ed), 1968, Formal representation of human judgement. New York: John Wiley, pp. 17-22.

157.ELLSBERG, D., *« Risk, Ambiguity and the savage axioms »*. Quarterly Journal of Economics, N°74, Vol 4, pp. 643-669.

158.ENGEL, R.F., ITO, T., LIN, W.L., *« Meteor showers or heat waves? Heteroskedastic intra-daily volatility in the Foreign Exchange Market »*. Econometrica, 1990, Vol 58, pp. 525-542.

159.ETCHART-VINCENT, N., *« Expérimentation de laboratoire et économie : Contre quelques idées reçues et faux problèmes »*. Revue l'Actualité Économique, 2007, N°83, Vol 1, pp. 91-116.

160.FAMA, E., « *The behavior of stock market prices* ». Journal of Business, 1965a, pp. 34-105.

161.FAMA, E., *« Random Walks in Stock Market Prices »*. Financial Analysts Journal, 1965b, N°21, Vol 5, pp. 55-59.

162.FAMA, E., « *Efficient capital markets: A review of theory and empirical work* ». Journal of Finance, 1970, pp. 383-417.

163.FAMA, E., *« Foundations of Finance »*. 1976, New York, Basic Book.

164.FAMA, E., « *Efficient capital markets: II* ». Revue Journal of Finance, 1991, N°5, Vol 46.

165.FAMA, E., *« Market efficiency, long-term returns, and behavioral finance »*. Journal of Financial Economics, 1998, N°49, pp. 283-306.

166.FAMA, E., *« Market efficiency, long-term returns, and behavioral finance »*. Revue Behavioral Finance, 2001, Vol 1, pp. 617-640.

167.FAMA, E., *« Market efficiency, long-term returns, and behavioral finance »*. Revue Speculative and Financial Markets, 2002, Vol 1, pp. 359-382.

168.FAMA, E., FISHER, L., JENSEN, M.C., ROLL, R., « *The adjustment of stock prices to new information* ». Revue International Economic Review, 1969, N°2, Vol 10, pp. 1-21.

169.FAMA, E., FRENCH, K.R., *« Permanent and temporary components of stock prices »*. Journal of Political Economy, 1988, N°96, pp. 246-273.

170.FAMA, E., FRENCH, K.R., « *The cross section of expected stock returns* ». Revue Journal of Finance, 1991, N°46, pp. 427-466.

171.FAMA, E., FRENCH, K.R., « *Common stocks factors in the returns of stocks and bonds* ». Revue Journal of Financial Economics, 1993, N°33, pp. 3-56.

172.FAMA, E., FRENCH, K.R., « *Size and book-to-market factors in earnings and stocks returns* ». Revue Journal of Finance, 1995, N°50, pp. 131-155.

173.FAMA, E., FRENCH, K.R., « *Multifactor explanation of asset pricing anomalies* ». Revue Journal of Finance, 1996, N°51, pp. 55-84.

174.FASSAS, A.P., PAPAMADOU, S., *« Unconventional monetary policy announcements and risk aversion: Evidence from the U.S and European equity market »*. The European Journal of Finance, 2018, Vol 24, Issue 18, pp. 1885-1901.

175.FERHATI, N., AMIAR, L., *« Les prémices de la théorie de lefficience informationnelle des marches financiers »*. Revue d'Economie et de Statistique Appliquée, 2020, N°1, Vol 17, pp. 56-75.

176.FERHATI, N., AMIAR, L., *« Précision des concepts économique et financiers retenus pour mesurer l'efficience des marchés financiers : cas des bourses de la région MENA »*. In : Le second colloque international sur la relance économique des pays de la région MENA, facteurs de développement durables, Centre Universitaire Nour Bachir El-Bayadh, Algérie, Avril 2018.

177.FERHATI, N., AMIAR, L., *« Le marché financier comme alternative au financement du tissu productif de l'économie algérienne »*. In : Colloque National sur : Le système financier et la problématique de financement des économies en voie de développement, Université Mouhamed Boudiaf de M'Sila, Algérie, Février 2019.

178.FERHATI, N., AMIAR, L., *« Système financier, production économique : Comment peut-on assurer le financement de l'économie algérienne en dehors de la recette des hydrocarbures ? »*. In : Séminaire National sur : Les exportations hors hydrocarbure en Algérie : Enjeux, opportunités et contraintes, Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, Algérie, Septembre 2019.

179.FERREIRA, E., ORBE, S., *« Why are there time-varying comovements in the European Stock Market »*. The European Journal of Finance, 2017, Vol 24, Issue 10, pp. 828-848.

180.FIFIELD, S., JETTY, J., « *Further evidence on the efficiency of the Chinese stock markets: A note »*. Research in International Business and Finance, 2008, pp. 351-361.

181.FIFIELD, S., POWER, D-M., KNIPE, D-G., *« The performance of moving average rules in emerging stock markets »*. Revue Applied Financial Economics, 2008, Vol 18, Issue 19, pp. 1515-1532.

182.FISHER, I., *« The Purchasing Power of Money, In The Works of Irving Fisher »*. London and Brookfield, Vol XIV, 1911.

183.FISHER, I., *« The Debt-Deflation Theory of Great Depression »*. Econometrica, Vol 1(4), Octobre 1932, pp. 337-357. (Traduction dans la Revue Française d'Économie, Vol 3(4), p. 159-182).

184.FOGEL, S-O., BERRY, T., *« The disposition effect and individual investor decisions: The roles of regret and counterfactual alternatives »*. The Journal of Behavior Finance, 2006, N°7, Vol 2, pp. 107-116.

185.FOLDVARI, P., LEEUWEN, B-V., *« What can price volatility tell us about market efficiency? Conditional heteroscedasticity in historical commodity price series »*. Revue Cliometrica, 2011, Vol 5, Issue 11, pp. 165-186.

186.FORBES, W., HUDSON, R., SKERRATT, L., SOFIAN, M., *« Which heuristics can aid financial-decision-making? »*. International Review of Financial Analysis, 2015, N°42, pp. 199-210.

187.FRAHM, G., *« Pricing and valuation under the Real-Word Measure: Corrigendum »*. International Journal of Theoretical and Applied Finance, 2018, Vol 21, Issue 4, pp. 1-4.

188.FRANCOEUR, C., *« Les études d'événements : Les impacts à long terme sur la valeur boursière »*. Revue Cahier de Recherche, 2006, N°6-2.

189.FRANSMAN, M., *« Information, knowledge, vision and theories of the firm »*. Industrial and Corporate Change, 1998, N°3, Vol 3, pp. 713-757.

190.FRANKFURTER, G-M., MCGOUN, E-G., *« Anomalies in finance. What are they and what are they good for? »*. International Review of Financial Analysis, 2001, N°10, pp. 407-429.

191.FRAZZINI, A., *« The disposition effect and underreaction to news »*. Journal of Finance, 2006, N°61, Vol 4, pp. 2017-2046.

192.FRENCH, K-R., *« Stock returns and the week-end effect »*. Journal of Financial Economics, 1980, N°8, pp. 55-69.

193.FRIJNS, B., MARGARITIS, D., *« Forecasting daily volatility with intraday data »*. The European Journal of Finance, 2008, Vol 14, Issue 8, pp. 523-540.

194.FRYDMAN, R., *« Quelles hypothèses de rationalité pour la théorie économique : présentation »*. Revue Cahiers d'Économie Politique, 1994, N°24, pp. 16-17.

195.FRYDMAN, R., *« Sur l'opposition de la rationalité substantive et de la rationalité procédurale »*. Cahiers d'Économie Politique, 1994, N°24, pp. 167-177.

196.FUERTES, A-M., IZZELDIN, M., KALOTYCHOU, E., *« On forecasting daily stock volatility: The role of intraday information and market conditions »*. International Journal of Forecasting, 2009, Vol 25, pp. 259-281.

197.GALLOPPO, G., PAIMANOVA, V., *« Efficiency and transparency effects on Eastern European financial markets »*. International Economics and Economic Policy, 2018, Vol 15, Issue 1, pp. 185-213.

198.GALLANT, A-R., ROSSI, P-E., TAUCHEN, G., *« Stock prices and volume »*. Review of Financial Studies, 1992, Vol 5, pp. 199-242.

199.GARAY ALVARADO, M., DEMMLER, M., *« Analysis of the January effect effect in time series of Mexican stock indexes »*. Mercados Negocios, 2019, Vol 1, Issue 40, pp. 43-61.

200.GARDAIR, E., *« Heuristiques et biais : Quand nos raisonnements nés répondent pas nécessairement aux critères de la pensée scientifique et rationnelle »*. Revue Électronique de Psychologie Sociale, 2007, N°3, pp. 35-46.

201.GARLEANU, N., PEDERSEN, L-H., *« Efficiently Inefficient Markets for Asset and Asset Management »*. The Journal of Finance, 2018, Vol 73, Issue 4, pp. 1663-1712.

202.GAUNERSDORFER, A., HOMMES, C., *« A nonlinear structural model for volatility clustering »*. Long Memory in Economics, 2007, pp. 265-288.

203.GBEDA, J-M., PEPRAH, J-A., *« Day of the week effect and stock market volatility in Ghana and Nairobi stock exchanges »*. Journal of Economics and Finance, 2018, Vol 42, Issue 4, pp. 727-745.

204.GENTILE, M., GIORDANO, L., *« Financial contagion during the Lehman Brothers default and sovereign debt crisis: An empirical analysis on Euro Area bond and equity market »*. Journal of Financial Management Markets and Institutions, 2013, Issue 2, pp. 197-224.

205.GERVAIS, S., ODEAN, T., *« Learning to be overconfident »*. Review of Financial Studies, 2001, N°14, pp. 1-27.

206.GESKE, R., ROLL, R., *« The fiscal and monetary linkage between stock returns and inflation »*. The Journal of Finance, 1983, Vol 38, N° 1, pp. 1-33.

207.GIANNIKOS, C., GOUSGOUNIS, E., *« Short sale constraints, correlation and market efficiency »*. The B.E Journal of Theoretical Economics, Vol 18, Issue 2.

208.GILLET, P., *« Méthodologie des études d'événements : Nouvelles approches »*. Cahiers du CEREGE, 1998, N°165, IAE de Poitier.

209.GILLET, P., *« Les études d'événements : Nouvelles approches »*. Economie et Sociétés, série Sciences de Gestion, 2001, N°31.

210.GILLET, P., *« Attribution de performance et légitimité »*. Congrès de l'AIMS, Montréal, 2007.

211.GILLET, P., *« La mesure de performance des fonds éthiques et vicieux »*. Dans B.Pras, Management, Enjeux de demain, 2009, Paris : Vuibert.

212.GILLET, P., *« La finance au XIX° siècle : Une remise en cause d'un paradigme global »*. HDR, Université de Bordeaux, Montesquieu, 2013.

213.GILLET, P., BARRAUD, C., *« The revelation of insider trading using the spread »*. AFE, Applied Economic Finance Conference, Samos (Greece), 2012.

214.GILLET, P., HOMOLLE, B., *« Fixed income attribution: A combined methodology »*. Journal of Performance Measurement, 1986, N°4, Vol 10.

215.GILLET, P., MOUSSAVOU, J., *« Les méthodologies théoriques de mesure de performance des fonds d'investissement sont-elles utilisables dans un cadre professionnel ?»*. International Journal of Business and Stratedy, N°1, pp. 21-45.

216.GILLET, P., SABATIER, E., *« Pour en finir avec l'analyse technique »*. Analyse financière, 1996.

217.GILLET, R., *« La scissions et attributions gratuites d'actions comme source d'information : Une étude empirique »*. Revue d'Économie Politique, 1986, N°4, pp. 412-420.

218.GILLET, R., *« Introduction aux processus d'évolution du prix des actions en temps continu et efficience du marché boursier »*. Revue Recherches Économiques de Louvain, 1991, N°57, pp. 77-93.

219.GILLET, R., *« Efficience informationnelle du marché boursier : Vérification empirique et implications empiriques »*. Revue Recherches Économiques de Louvain, 1991, N°57, pp. 297-308.

220.GILLET, R., *« Efficience informationnelle du marché boursiers : Définitions, tests empiriques, et interprétation pertinente des résultats »*. Revue Cahiers Économiques de Bruxelles, 1991, N°57, pp. 373-414.

221.GILLET, R., *« Efficience informationnelle du marché boursier belge : Une synthèse »*. Revue de la Banque, 1992, N°2, pp. 75-83.

222.GILLET, R., *« Efficience informationnelle : Un concept clé de la finance moderne »*. Revue Problèmes Économiques, 1993, N°2.313-2.320, pp. 63-66.

223.GILLET, R., SZAFARZ, A., *« Marchés financiers et anticipations rationnelles »*. Revue Reflets et Perspectives / Économie, Numéro spécial « L'efficience des marchés financiers », 2004, N°2, pp. 7-17.

224.GILLET, R., SZAFARZ, A., *« Marchés financiers et anticipations rationnels »*. Revue Reflets et Perspectives de la Vie Économique, 2004, N°2, Tome XLIII, pp. 7-17.

225.GIRAUD, P-N., « *Quelques hypothèses sur la finance moderne »*. Revue La Découverte : Regards croisés sur l'économie, 2008, N° 3, pp 10-19.

226.GIRERD-POTIN, I., *« Le rôle de l'estimation des variables. Rentabilité et risque dans les anomalies boursières liées à la taille et au PER »*. Journal de la Société Statistique de Paris, 1992, N°3, Tome 133, pp. 3-33.

227.GOMEZ BETANCOURT, R., VILA, A., *« Fisher et la déflation par la dette »*. Revue Alternative Économique : L'Économie Politique, 2015, N° 066.

228.GONCALVES, B-A., ATMAN, A.P.F., *« Visibility graph combined with information theory: An estimator of stock market efficiency »*. Journal of Network Theory in Finance, 2017, Vol 3, N°2, pp. 1-15.

229.GORTON, G.B., HUANG, L., KANG, Q., *« The limitations of stock market efficiency: Price Informativeness and CEO Turnover »*. Review of Finance, Vol 21, Issue 1, pp. 153-200.

230.GRANT. A., OIKONOMIDIS, A., BRUCE, A-C., JOHNSON, J-E.V., *« New entry, strategic diversity and efficiency in soccer betting markets: The creation and suppression of arbitrage opportunities »*. The European Journal of Finance, 2018, Vol 24, Issue 18, pp. 1799-1816.

231.GRIFFIN, J-M., KELLY, P-J., NARDARI, F., *« Do market efficiency measures yield correct inferences? A comparison of developed and emerging markets »*. Review of Financial Studies, 2010, Vol 23, Issue 8, pp. 3225-3277.

232.GROSSMAN, S-J., STIGLITZ, J-E., *« On the impossibility of informationally efficient prices »*. American Economic Review, 1980, N°70, pp. 393-408.

233.GROUARD, M-H., LEVY, S., LUBOCHINSKY, C., *« La volatilité boursière : Des constats empiriques aux difficultés d'interprétation »*. Banque de France, RSF, 2003.

234.GRUBBS, F-E., *« Sample criteria for testing outlying observations »*. Ann. Math. Stat. 21, 1950, pp. 27-58.

235.GRUBBS, F-E., *« Procedures for detecting outlying observations in samples »*. Technometrics. N°11, Vol.01, 1969, pp. 1-21.

236.GUELBI, Z., *« Analyse de l'évolution de l'efficience du marché des actions de Shanghai : Application du modèle GARCH-M(1,1) et test de ratio de variance »*. Revue Nouvelle Économie, 2015, N°13, Vol 2, pp. 67-84.

237.GUESNERIE, R., ROCHET, J-C., *« Destabilizing Properties of Futures Markets: an alternative viewpoint »*. European Economic Review, 1993, N°5, Vol 37, pp. 1043-1064.

238.GUIVARC'H, A., *« Contribution des initiés à l'efficience informationnelle »*, CEREG, Cahier de recherche, N°9712. 1997.

239.HAGERMAN, R-L., *« The efficiency of the market of bank stocks: An empirical test »*. Journal of Money, Credit & Banking, 1973, Vol 5, N°3, pp. 846-855.

240.HAJ, M., *« Market efficiency in a small thinly traded stock market: The case of Amman Stock Exchange »*. International Journal of Business & Economics Perspectives, 2014, Vol 9, Issue 1, pp. 13-24.

241.HAJ, M., *« Calendar anomalies in the Amman stock exchange »*. International Management Review, 2020, Vol 16, Issue 2, pp. 85-93.

242.HAMON, J., JAQUILLAT, B., *« Le marché français des actions : Études empiriques »*. PUF, 1992, pp. 1977-1991.

243.HAMON, J., JAQUILLAT, B., DERBEL, T., *« Les anomalies boursières : Les effets PER, taille et prix »*. Revue Cahier de Recherche, 1991, Université Paris IX Dauphine.

244.HANKE, M., HUBER, J., KIRCHLER, M., SUTTER, M., *« The economic consequences of a Tobin tax: An experimental analysis »*. Journal of Economic Behavior & Organization, 2010, N°74, pp. 58-71.

245.HAUTCOEUR, P-C., *« Marchés financiers et développement économique : une approche historique »*. Revue Regards Croisés sur l'Économie, 2008, N°3, pp. 159-172.

246.HE, X-Z., LI, K., WANG, C., *« Volatility clustering: A nonlinear theoretical approach »*. Journal of Economic Behavior and Organization, 2016, Vol 130, pp. 274-297.

247.HIRSCHY, M., *« Extreme return reversal in the stock market: strong support of insightful fundamental analysis »*. The Journal of Portfolio Management, 2003, Vol 29, Issue 3, pp. 78-90.

248.HIRSHLEIFER, D., *« Investor psychology and asset pricing »*. Journal of Finance, 2001, N°64, pp. 1533-1597.

249.HIRSHLEIFER, D., SHUMWAY, T., *« Good day sunshine: Stock returns and the weather »*. The journal of Finance, 2003, N°3, Vol 58, pp. 1009-1032.

250.HORVATH, R., HORVATOVA, E., SIRANOVA, M., *« Financial development, rule of law and wealth inequality: Bayesian model averaging evidence »*. BOFIT Discussion Paper, 2017, Issue 12, pp. 1-36.

251.HOUFI, Mohamed Ali., KOUKI, Mokhtar., *« Modèles non linéaires et tests d'efficience informationnelle »*. Document de travail, LEGI-École polytechnique de Tunisie, 2006, pp. 1-44.

252.HOWARD, E., *« La volatilité selon les modèles GARCH : Focus sur l'asymétrie et la correlation dynamique »*. La Revue d'Opus Finance : Dossier Technique, 2012, N°1, pp. 34-38.

253.HU. Y., *« How does trading affect the information environment? Looking at the Chinese Stock Market from the perspective of the speed of information integration »*. Revue International Finance, 2018, Vol 21, Issue 3, pp. 316-332.

254.HURLIN, C., *« Les principales propriétés des séries financières : L'approche ARCH / GARCH et la modélisation de la volatilité »*. Document de travail Master Econométrie et Statistiques Appliquées (ESA), Université d'Orléan (UMR, CNRS 6221), 2008.

255.HYME, P., *« La théorie des marchés boursiers efficients »*. Un Objet d'Analyse Polysémique, Miméo, 2004, 17p.

256.INDRANARAIN, R., *« Has the US subprime crisis accentuated volatility clustering and leverage effects in major international stock markets »*. International Research Journal in Finance and Economics, 2010, Issue 39, pp. 157-187.

257.JACOBSEN, B., DANNENBURG, D., *« Volatility clustering in monthly stock returns »*. Journal of Empirical Finance, 2003, Vol 10, pp. 479-503.

258.JAIN, S., VARMA, R-J., AGARWALLA, S-K., *« Indian equity options: Smile, risk premiums and efficiency »*. The Journal of Futures Markets, 2019, Vol 39, Issue 2, pp. 150-163.

259.JAWADI, F., FTITI, Z., *« Uncertainty and the United States' election effect on the economy: Some thoughts and empirical illustrations »*. Revue Applied Economics Letters, 2017, Vol 24, Issue 20, pp. 1472-1475.

260.JEANNEAU, S., MICU, M., *« Volatilité et volume des transactions sur dérivés : Une relation ténue »*. Rapport trimestriel BRI, 2003, pp. 57-66.

261.JENSEN, M., *« Some anomalous evidence regarding market efficiency »*. Journal of Financial Economics, 1978, N°6, pp. 95-101.

262.JENSEN, M., MURPHY, K-J., *« Remuneration: Where we've been, how we got to here, what are the problems and how to fix them »*. European Corporate Governance Institute, 2004, N°44, Finance working paper.

263.JERMANN, U., QUADRINI, V., *« Financial innovations and Macroeconomic volatility »*. NBER, Working Paper, 2006, N°12308.

264.JOLDES, C.C., *« Modeling the volatility of the Bucharest Stock Exchange using the GARCH models »*. Economic Computation and Economic Cybernetics Studies and Research, 2019, Vol 53, Issue 1, pp. 281-298.

265.JONDEAU, E., *« Le comportement mimétique sur les marchés de capitaux »*. Bulletin de la Banque de France, 2001, N°95.

266.JOVANOVIC, F., *« L'origine de la théorie financière : Une réévaluation de l'apport de Louis Bachelier »*. Revue d'Économie Politique, 2001, N°110, Vol 3, pp. 395-418.

267.JOVANOVIC, F., *« Pourquoi l'hypothèse de marche aléatoire en théorie financière ? Les raisons historiques d'un choix éthiques »*. Revue d'Économie Financière, 2001, N°61, pp. 203-211.

268.JOVANOVIC, F., *« Éléments biographique inédits sur Jules Regnault (1834-1894), inventeur du modèle de marche aléatoire pour représenter les variations boursières »*. Revue d'Histoire des Sciences Humaines, 2004, N°11, pp. 215-230.

269.JOVANOVIC, F., *« A Nineteenth-Century Random Walk: Jules Regnault and the origins of Scientific Financial Economics »*. In Pioneers of Financial Economics, in POITRAS G., (ed.), Pioneers of Financial Economic: Contributions Prior to Irving Fisher, Cheltenham, Edward Elgar, 2006, pp. 191-222.

270.JOVANOVIC, F., *« The Construction of the Canonical History of Financial Economics»*. Revue History of Political Economy, 2008, N°40, Vol 3, pp. 213-242.

271.JOVANOVIC, F., « *Le modèle de marche aléatoire dans l'économie financière de 1863 à 1976 »*. Revue d'Histoire des sciences humaines, 2009, N° 20, pp. 51-78.

272.JOVANOVIC, F., *« A comparison between qualitative and quantitative histories: The example of the efficient market hypothesis »*. Journal of Economic Methodology, 2018, Vol 25, Issue 4, pp. 291-310.

273.JOVANOVIC, F., LE GALL, P., *« Does God Practice a Random Walk? The Financial Physics of a 19th Century Forerunner, Jules Regnault »*. Revue European Journal for the History of Economic Thought, 2001, N°8, Vol 3, pp. 323-362.

274.JOVANOVIC, F., LE GALL, P., *« Genèse et nature de la théorie de spéculation : Les contributions de Louis Bachelier et de Jules Regnault à la théorie financière et à l'économétrie »*. In Louis Bachelier aux origines de la finance mathématique, édité par J.-M. Courlaut et Y.Kabanov, Besançon : Presses Universitaires Franc-Comtoises, 2002, pp. 165-202.

275.JUN CHO, Y., *« Segment disclosure transparency and internal capital market efficiency: Evidence from SFAS No.131 »*. Journal of Accounting Research, 2015, Vol 53, Issue 4, pp. 669-723.

276.KAHNEMAN, D., TVERSKY, A., *« Prospect theory: An analysis of decisions under risk »*. Revue Econometrica, 1979, N°47, pp. 263-291.

277.KARACAER, S., KAPUSUZOGLU, A., BOZKURT, F-G., *« From the Anomalies of the Days of the Week Point of View Testing of the Validity of Efficient Market Hypothesis: Evidence from Istanbul Stock Exchange »*. Banking and Finance Letters, 2010, Vol 2, Issue 1, pp. 215-221.

278.KARMAKAR, M., *« Modeling conditinnal volatility of the Indian Stock Markets »*. Vikalpa, 2005, Vol 30, N°3, pp. 21-37.

279.KARP, A., VAN VUUREN, G., *« Investment implications of the fractal market hypothesis »*. Annals of Financial Economics, 2019, Vol 14, Issue 1, pp. 1-26.

280.KARYOTIS, D., *« La notation financière : quand une information devient un instrument de décision »*. Revue d'Économie Financière, 1997, N°41, pp. 57-68.

281.KAUSTIA, M., *« Prospect Theory and the Disposition Effect »*. Journal on Financial and Quantitative Analysis, 2010, N°45, pp. 791-812.

282.KERMICHE, L., *« Une modélisation de la surface de la volatilité implicite par un processus à sauts »*. Revue de l'Association Française de Finance, Vol 29, N°2, pp. 57-101.

283.KEYNES, J-M., *« The general theory on employment »*. Quarterly Journal of Economics, 1937, N°2, Vol 51, pp. 209-233.

284.KEYNES, J-M., *« A treatise on probability »*. The Collected Writings of John Maynard Keynes, 1973, Vol 8, London, Macmillan (première publication 1921).

285.KHALED, M., « *L'efficience informationnelle des marchés financiers : Etude théorique et validation empirique sur la Bourse d'Alger »*. Journal of Industrial Economics, Décembre 2017, Vol 13.

286.KHALES, M., *« Apport du biais d'excès de confiance à l'explication de la volatilité des rendements du marché algérien des actions »*. Journal of Academic Finance, 2018, N°2, Vol 9, pp. 36-46.

287.KHAN, K., ALI NASIR, M., ROSSI, M., *« The calendar anomalies on performance and volatility of stock market: The effects of Ramadan on Karachi Stock Exchange »*. Global Business and Economics Review, 2017, Vol 19, N°1, pp. 54-69.

288.KHASHANAH, K., CHEN, J., HAWKES, A., *« A slightly depressing jump model: Intraday volatility pattern simulation »*. Revue Quantitative Finance, 2018, Vol 18, Issue 2, pp. 213-224.

289.KIM, W., JUN, S., *« Effects of price limit change on market stability at the intraday horizon in the Korean Stock Market »*. Journal of Applied Economics Letter, 2019, Vol 26, Issue 7, pp. 582-586.

290.KIRCHLER, M., *« Underreaction to fundamental information and asymmetry in mispricing between bullish and bearish markets: An experimental study »*. Journal of Economic Dynamics & Control, 2009, N°33, pp. 491-506.

291.KIRCHLER, M., *« Partial knowledge is a dangerous thing: On the value of asymmetric fundamental information in asset market »*. Journal of Economic Psychology, 2010, N°31, Vol 4, pp. 643-658.

292.KLEIDON, A-W., WHALEY, R-E., *« One Market? stocks, Futures, and options During october 1987 »*. Journal of Finance, 1992, N°3, Vol 47, pp. 851-877.

293.KULISH, V., *« Market efficiency and the phase-lagging model oh the price evolution »*. Revue Physica A, 2008, pp. 861-875.

294.KUMAR, A-S., KAMAIAH, B., *« Wavelet based sample entropy analysis: A new method to test weak form market efficiency »*. Revue Theoretical and Applied Economics, 2014, Vol 21, Issue 8, pp. 19-26.

295.KUMAR, A-S., KAMAIAH, B., *« Efficiency, non-linearity and chaos: Evidence from BRICS foreign exchange market »*. Revue Theoretical & Applied Economics, 2016, Vol 23, Issue 1, pp. 103-118.

296.KYLE, S., *« Continuous auctions and insider trading »*. Econometrica, 1985, Vol 53, N°6, pp. 1315-1336.

297.KYUSEOK, L., SOO-HYUN, K., *« Do leveraged/inverse ETFs Wag the underlying market? Evidence from the Korean Stock Market »*. Hitotsubashi Journal of Economics, 2018, Vol 59, Issue 2, pp. 83-94.

298.LAMOUREUX, C-G., LASTRAPES, W-D., *« Heteroskedasticity in stock return data: 3. Volume versus GARCH effects »*. The Journal of Finance, 1990, Vol 45, N°1, pp. 221-229.

299.LANTIN, F., ROY, P., *« Le rôle du rating dans une stratégie de croissance externe »*. Revue Française de Gestion, 2009, N°191, pp. 15-32.

300.LAZUARNI, S., ASRI, M., *« Does heuristic behavior leave anormalies in the capital market? »*. Journal of Indonesian Economy & Business, 2019, Vol 34, Issue 3, pp. 217-228.

301.LEE, B., JOHN, O., SIVARAMAKRISHNAN, K., *« An analysis of financial analysts: Optimism in long-term growth forecasts »*. Journal of Behavior Finance, 2008, N°9, pp. 171-184.

302.LEE, C-M-C., SWANIMATHAN, B., *« Do stock prices overreact to earnings? »*. Working paper, 2000, Cornell University.

303.LEE, C., SHLEIFER, A., THALER, R., *« Investor sentiment and the closed-end fund puzzle »*. Journal of Finance, 1991, N°46, pp. 75-109.

304.LEE, W-Y., JIANG, C-X., INDRO, D-C., *« Stock market volatility, excess returns, and the role of investor sentiment »*. Journal of Banking & Finance, 2002, N°26, Vol 12, pp. 2277-2299.

305.LEKOVIC, M., *« Evidence for and against the validity of efficient market hypothesis »*. Revue Economic Themes, 2018, Vol 56, Issue 3, pp. 369-387.

306.LEVENE, H., *« Robust tests for equality of variances »*. *Contribution to Probability and Statistics: Essays in Honor of Harold Hotelling*, Stanford University Press, 1960, pp. 278-292.

307.L'HOIR, M., « *La théorie financière et la pratique* ». Revue La Découverte : Regards croisés sur l'économie, 2008, N° 3, pp. 133-140.

308.LI, K., COOPER, R., VLIET, B-V., *« How does high-frequency trading affects low-frequency trading? »*. Journal of Behavioral Finance, 2018, Vol 17, Issue 2, pp. 235-248.

309.LI, Z., LIN, B., ZHANG, T., CHEN, C., *« Does short selling improve stock price efficiency and liquidity? Evidence from a natural experiment in China »*. The European Journal of Finance, 2018, Vol 24, Issue 15, pp. 1350-1368.

310.LIAO, Y., ANDERSON, H-D., *« Testing for Cojumps in high-frequency financial data: An approach based on first-high-low-last prices »*. Journal of Banking and Finance, 2019, Vol 99, pp. 252-274.

311.LIN, E., CHN, K-R., *« Settlement procedures and stock market efficiency »*. The Journal of Futures Markets, 2019, Vol 39, Issue 2, pp. 164-187.

312.LIN, S., RASSENTI, S., *« Are under- and over-reaction the same matter? A price inertia-based account »*. Working paper, 2008, Economic Science Institute, Chapman University.

313.LINTNER, J., *« Portfolio theory and security analysis »*. The Journal of Finance, 1972, Vol 27, Issue 2, pp. 453-456.

314.LOANNIS, K-N., *« Exchange rate movement: Efficiency in the Foreign Exchange Market »*. International Research Journal of Applied Finance, 2017, Vol 8, Issue 4, pp. 195-213.

315.LUDWING KEIBER, K., SAMYSCHEW, H., *« The pricing of sentiment risk in European Stock Market »*. The European Journal on Finance, 2018, Vol 25, Issue 3, pp. 279-302.

316.LUO, J., CHEN, L., *« Volatility dependences of stock markets with structural breaks »*. The European Journal of Finance, 2018, Vol 24, Issue 17, pp. 1727-1753.

317.LUO, P., PAIROTE, S., CHATPATANASIRI, R., *« GARCH-type forecasting models for volatility of stock market and MCS tests »*. Revue Communications in Statistics, Vol 46, Issue 7, pp. 2017, pp. 5303-5312.

318.LYÖSCA, S., HORVÄTH, R., *« Stock market contagion: A new approach »*. Open Economies Review, 2018, Vol 29, Issue 3, pp. 547-577.

319.LYÖSCA, S., VYROST, T., *« To bet or not to bet: A reality check for tennis betting market efficiency »*. Journal of Applied Economics, Vol 50, Issue 20, pp. 2251-2272.

320.MA, F., ZHANG, Y., HUANG, D., LAI, X., *« Forecasting oil futures price volatility: New evidence from realized range-based volatility »*. Energy Economics, 2018, N°75, pp. 400-409.

321.MACKEY, A., BACON, F., *« Signaling with stock issues and repurchases: A test of semi-strong form market efficiency »*. Journal of Business & Behavioral Sciences, 2017, N°1, Vol 29, pp. 34-44.

322.MADAN, D.B., SCHOUTENS, W., WANG, K., *« Measuring and monitoring the efficiency of markets »*. International Journal of Theoretical Applied Finance, 2017, N°8, Vol 20.

323.MAHMOUD, I., NAOUI, K., *« Market efficiency: An information entropy perspective »*. International Journal of Management and Enterprise Development (IJMED), 2018, N°2, Vol 17.

324.MAI, H-M., *« Stratégie de sur-réaction et corrélation des rentabilités sur le marché français des actions de 1977 à 1990 »*. Cahier de Recherche du CEREG, 1992, Université Paris Dauphine.

325.MAI, H-M., *« Sur-réaction sur le marché français des actions au règlement mensuel 1977-1990 »*. Revue Finance, 1995, N°16, pp. 113-136.

326.MALIK, F., *« Sudden changes in variance and volatility persistence in foreign exchange markets »*. Journal of Financial Multinational Management, 2003, Vol 13, pp. 217-230.

327.MALINVAUD, E., *« Sur l'hypothèse de rationalité en théorie macroéconomique »*. Revue Économique, 1995, N°3, Vol 46, pp. 523-536.

328.MALKIEL, B., *« Efficient Market Hypothesis »*. New Palgrave: A Dictionary of Economics, 1987, Palgrave Mcmillan, pp. 120-123.

329.MALKIEL, B., « *The efficient market hypothesis and its critics »*. Journal of Economic Perspectives, 2003, N°1, Vol 17, pp. 59-82.

330.MANDAL, N., RAO, N-K., *« Semi-strong form of Indian stock market efficiency: An empirical study »*. Vilakshan: The XIMB Journal of Management, 2010, Vol 7, Issue 1, pp. 1-16.

331.MARKOWITZ, H., *« Portfolio Selection »*. Journal of Finance, N°1, Vol 7, 1952, pp. 77-91.

332.MARKOWITZ, H., *« Portfolio Selection: Efficient Diversification of Investment »*. New Haven, Yale University Press, 1959. (2nd. Éd. 1971).

333.MARKOWITZ, H., *« Discours d'introduction à la journée d'étude organisée par la Société de Statistique de Paris sur le thème des marchés financiers et de la gestion de portefeuille le 26 mars 1992 »*. Journal de la Société Statistique de Paris, 1992, N°4, Vol 133, pp. 13-33.

334.MAZEROLLE, F., *« Histoire de la pensée des faits économiques »*. 2005, [En ligne], Adresse URL : http://www.mazerolle.fr/index.htm.

335.MEDHA, J., *« Impact of derivative listing on price discovery and volatility of spot markets: A literature survey »*. Journal of Management Thought & Practice, 2016, Vol 8, Issue 1, pp. 1-16.

336.MEERO, A-A., *« The weak form efficiency and correlation of the stock markets at GCC countries »*. Internationa Journal of Business & Management Science, 2018, Vol 8, Issue 3, pp. 577-595.

337.MEKKI, S., « *De la genèse de la théorie de l'efficience des marchés à l'émergence de la théorie comportementale »*. Journal of Economic and Financial Studies, University of Echahid Hamma Lakhdar, Eloued, Algeria, 2017, Issue10, Tome 01.

338.MENSI, W., TIWARI, A-K., AL-YAHYAEE, K-H., *« An analysis of the weak form efficiency, multifractality and long memory of global, regional and European stock markets »*. Quarterly Review of Economics & Finance, 2019, Vol 72, pp. 168-177.

339.MEYER, T., *« Le modèle de Traitement Heuristique Systématique de l'information : Motivations multiples et régulation du jugement en cognition »*. Revue L'Année Psychologique, 2000, N°3, Vol 100, pp. 527-563.

340.MIAO, J., DUNIS, C-L., *« Volatility filters for dynamic portfolio optimization »*. Applied Financial Economics Letters, 2005, Vol 1, Issue 2, pp. 111-119.

341.MIGNON, V., *« La dynamique des marchés boursiers est-elle chaotique ? »*. Journal de la Société Statistique de Paris, 1997, N°2, Tom 138, pp. 63-81.

342.MIGNON, V., « *Les ambiguïté de la théorie de l'efficience informationnelle des marchés financiers »*. Revue La Découverte : Regards croisés sur l'économie, 2008, N°3, pp. 104-117.

343.MILIAN, J-A., *« Unsophisticated Arbitrageurs and Market Efficiency: Overreacting to a History of Underreaction? »*. Journal of Accounting Research, 2015, Vol 53, Issue 1, pp. 175-220.

344.MING-YUAN, L., *« Change in volatility regim and diversification in emerging stock markets »*. South African Journal of Economics, 2009, Vol 77, Issue 1, pp. 59-80.

345.MINH, C., VAYANOS, D., *« Stong form efficiency with monopolistic insiders »*. Review of Financial Studies, 2008, Vol 21, Issue 5, pp. 2275-2306.

346.MISTRAL, J., *« La discipline économique envoutée par la théorie de la finance »*. Le Débat, 2012, N°169, pp. 173-181.

347.MONTMORILLON, B., *« Théorie des conventions, rationalité mimétique et gestion de l'entreprise »*, In Koeing., G., *« De nouvelles théories pour gérer l'entreprise du XXI^e siècle »*. Edition Economica, 1999.

348.MPACKO PRISO, A., *« Efficience du marché boursier new-yorkais : Une analyse à partir de la théorie de la co-intégration »*. Journal de la Société Statistique de Paris, 1997, N°1, Tom 138, pp. 21-52.

349.MULLA PARVEEN, Y., *« Behavioral finance: A challenge to market efficiency »*. Clear International Journal of Research in Commerce and Management, 2015, Vol 6, Issue 12, pp. 85-88.

350.MUNOZ-GARCIA, J., MONERO-REBOLLO, J-L., PASCUAL-ACOSTA, A., *« Outliers : A formal approach »*. International Statistical Review, 1990, N°3, Vol 58, pp. 215-226.

351.MUTH, J., *« Rational expectations and the Theory of Price Movements »*. Revue Econometrica, 1961. N°3, Vol 29, pp. 315-335.

352.NAGHAVI, N., LAU, W-Y., *« Financial liberalization and stock market efficiency: Causality analysis of emerging stock market »*. Global Economic Review, 2016, Vol 45, Issue 4, pp. 359-379.

353.NAOUI, K., KHALED, M., *« Apport de la finance comportementale à l'explication de la volatilité excessive des prix des actifs financiers »*. Revue Libanaise de Gestion et d'Économie, 2010, N°4, pp. 1-35.

354.NEWBERRY, D-M., *« When do futures destabilize spot prices? »*. International Economic Review, 1987, N°2, Vol 28, pp. 291-297.

355.NGUEMA, T-J., *« Rationalité individuelle et dynamique du capitalisme »*. Document de travail, 2015, CEMI-EHESS.

356.NGUYEN, D-K., *« La dynamique de la volatilité boursière autour de l'ouverture des marchés de capitaux »*. Revue Économie et Prévision, 2010, N°192, pp. 65-82.

357.NICUSOR, C., *« European integration and capital market efficiency in CEE Countries »*. Annals of University of Oradea, Economic Science Series, 2016, Vol 25, Issue 1, pp. 661-670.

358.NING, C., XU, D., WIRJANTO, T-S., *« Is volatility clustering of asset returns asymmetric? »*. Journal of Banking and Finance, 2015, Vol 52, pp. 62-76.

359.NUMAPAU GYAMFI, E., KYEI, K-A., GILL, R., *« Market efficiency on African Stock Markets: A Meta-Analysis »*. The Journal of Developing Areas, 2017, N°4, Vol 51, pp. 69-80.

360.NWIDOBIE, B-M., ADESINA, J-B., *« Capital market efficiency: An empirical test of the weak-form in the Nigerian Capital Market »*. Journal of Advanced Studies in Finance, 2014, Vol 5, Issue 2, pp. 164-170.

361.ODEAN, T., *« Volume, volatility, price and profit when all traders are above average »*. Journal of Finance, 1998a, N°53, pp. 1887-1934.

362.ODEAN, T., *« Are investors reluctant to realize their losses? »*. Journal of Finance, 1998b, N°53, pp. 1775-1798.

363.ODEAN, T., *« Do investors trade too much? »*. American Economic Review, 1999, N°89, pp. 1279-1298.

364.OEHLER, A., HEILMANN, K., LAGER, V., OBERLANDER, M., *« Coexistence of disposition investors and momentum traders in stock markets: Experimental evidence »*. International Financial Markets, Institutions and Money, 2003, N°13, pp. 503-524.

365.OPREAN, C., BRATIAN, V., *« Financial market tests of informational efficiency: The case of emerging markets »*. Revista Economica, 2012, Vol 64, Issue 6, pp. 57-82.

366.OPREAN, C., TANASESCU, C., BRATIAN, V., *« Are the capital markets efficient?A fractal market theory approach »*. Revue Economic Computation & Economic Cybernetics Studies & Research, 2014, Vol 48, Issue 4, pp. 190-205.

367.ORLEAN, A., *« Mimétisme et anticipations rationnelles : Une perspective Keynésienne »*. Recherches Economiques de Louvain, 1986, N°1, Vol 52, pp. 45-66.

368.ORLEAN, A., *« L'auto-référence dans la théorie Keynésienne de la spéculation »*. Cahiers d'Economie Politique, 1988, N°14-15, pp. 229-242.

369.ORLEAN, A., *« Contagion des opinions et fonctionnement des marchés financiers »*. Revue Économique, 1992, N°4, Vol 43, pp. 685-698.

370.ORLEAN, A., *« Efficience, finance comportementaliste et convention : Une synthèse théorique »*. In Boyer R., Dehove M. et D. Plihon, Les crises financières, Rapport du Conseil d'Analyse Économique, octobre 2004, Compléments A, pp. 241-270.

371.ORLEAN, A., *« La notion de valeur fondamentale est-elle indispensable à la théorie financière ? L'apport de l'approche Keynésienne »*. Revue La Découverte, 2008, N°3, pp. 120-128.

372.OSBORNE, M., *« Periodic structure in the Brownian Motion of stock prices »*. Revue Operations Research, 1962, N°10, pp. 345-379.

373.OTRANTO, E., *« Volatility clustering in the presence of time-varying model parameters »*. Journal of Applied Statistics, 2013, Vol 40, N°4, pp. 901-915.

374.PAMPEL, F., *« Exploratory data analysis »*. Sage Publications (2004).

375.PANDAYA, F-H., *« Study of selected stock market seasonality in Indian and Foreign context»*. Anvesha, 2016, Vol 9, Issue 3, pp. 1-16.

376.PASCA, L., *« Testing the weak-form efficiency of the Romanian capital market by assessing the random walk –like behavior of stock prices »*. Annals of Constantin Brancusi University of Targu-Jui, Economy Series, 2015, Issue 2, pp.264-269.

377.PERESS, J., *« Product market competition, insider trading, and stock market efficiency »*. Journal of Finance, 2010, Vol 65, Issue 1, pp. 1-43.

378.PETIT, E., *« Le rôle du regret dans la permanence des anomalies sur les marchés financiers »*. Revue Cahier du CREThA, 2010, N°2010-07, Université de Bordeaux.

379.PLASTUN, A., SIBANDE, X., GUPTA, R., WOHAR, M-E., *« Rise and fall of calendar anomalies over a century »*. North American Journal of Economics and Finance, 2019, Vol 49, pp. 181-205.

380.PLOTT, C-R., POGORELSKIY., *« Call market experiments: Efficiency and price discovery through multiple calls and emergent newton adjustment »*. American Economic Journal, N°4, Vol 9, pp. 1-41.

381.PLUCHART, J-J., BARBARA, L., *« Vers une approche constructionniste du processus d'évaluation de l'entreprise »*. Recherches en Sciences de Gestion, 2014, N°100 (1), Vol 49, pp. 49-70.

382.PORTER, D-P., SMITH, V-L., *« Stock market bubbles in the laboratory »*. Journal of Behavior Finance, 2003, N°4, pp. 7-20.

383.POTOCKI, T., SWIST, T., *« Empirical test of the strong form efficiency of the Warsaw stock exchange: The analysis of WIG 20 index shares »*. South-Eastern Europe Journal of Economics, 2012, Vol 10, Issue 2, pp. 155-172.

384.PROKOPCZUK, M., SYMEONIDIS, L., WESE SIMEN, C., *« Do jumps matter for volatility forecasting? Evidence from energy markets »*. The Journal of Futures Markets, 2016, N°8, Vol 36, pp. 758-792.

385.RAD, H., *« Pair's trading and market efficiency using an adaptive market hypothesis framework: A pitch »*. Accounting & Management Information Systems, 2016, Vol 15, Issue 1, pp. 178-184.

386.RANE, A., GUNTUR, A-R., *« Dividend announcement and market efficiency: An empirical study on service sector companies listed in BSE »*. Informatics Journals, 2017, Vol 8, Issue 1, pp. 1-10.

387.RAISSI, N., MISSAOUI, S., *« Role of investor sentiment in financial markets: An explanation by behavioral finance approach »*. International Journal of Accounting and Finance, 2015, Vol 5, N°4.

388.RATHNASEKARA, R-D., *« Testing stock market efficiency and the asset pricing model: Some evidence from Siri Lanka »*. The Journal of Developing Areas, 2017, Vol 41, N°4, pp. 317-330.

389.REHMANE, F., KAMAL, Y., AMIN, S., *« The relationship between idiosyncratic, stock market volatility and excess stock returns »*. Public Finance Quarterly, 2017, Vol 62, Issue 3, pp. 311-325.

390.REN, L., *« Testing market efficiency by mean deviation »*. Emerald Publishing Limited, 2016, Vol 27, Issue 7, pp. 2049-2062.

391.RICCIARDI, V., SIMON, H.A., *« What is the behavioral finance? »*. The Business, Education and Technology Journal, 2000, N°2, Vol 1, pp. 26-34.

392.RIZVI, S.A.R., ARSHAD, S., ALAM, N., *« A tripartite inquiry into volatility-efficiency-integration nexus – case of emerging markets »*. Emerging Markets Review, 2018, Vol 34, pp. 143-161.

393.ROSCH, D-M., SUBRAHMANYAM, A., VAN DIJK, M-A., *« The dynamic of market efficiency »*. The Review of Financial Studies, 2017S, Vol 30, Issue 4, pp. 1151-1187.

394.ROSIER, B., *« Signification du principe d'efficience dans l'analyse théorique de la croissance économique »*. Revue Économique, 1970, N°21, Vol 4, pp. 597-634.

395.ROSS, S.A., *« Information and volatility: The no-arbitrage martingale to timing and resolution irrelevancy »*. Journal of Finance, 1988, Vol 44, pp. 1-17.

396.ROSS, S.A., *« Neoclassical Finance »*. Revue Princeton & Oxford, Princeton University Press, 2004.

397.SAMUELSON, P., *« Proof that properly anticipated prices fluctuate randomly »*. Industrial Management Review, 1965, N°6, Vol 2, pp. 41-49.

398.SANJAY, R., *« Long memory in stock returs: A study of real estate equities in an emerging market »*. Allied Academies International Conference: Proceedings of the Academy of Accounting and Financial Studies (AAFS), 2015, Vol 20, Issue 1, pp. 31-32.

399.SANTOS, D-G., ZIEGLMANN, F-A., *« Volatility forecasting via MIDAS, HAR and their combination: An empirical comparative study for IBOVESPA »*. Journal of Forecasting, 2014, Vol 33, Issue 4, pp. 284-299.

400.SATTARHOFF, C., GRONWALD, M., *« How to measure financial market efficiency? A multifractality based quantitative approach with an application to the European Carbon Market »*. CESifo Group Munich, 2018, CESifo working paper series 7102.

401.SAUNDERS, E.M., *« Stock Prices and Wall Street Weather »*. The American Economic Review, 1993, N°5, Vol 83, pp. 1337-1345.

402.SCHINCKUS, C., *« La finance comportementale ou le développement d'un nouveau paradigme »*. Revue d'Histoire des Sciences Humaines, 2009, N°20, pp. 101-127.

403.SCHMITT, N., WESTERHOFF, F., *« Herding behavior and volatility clustering in financial market »*. Revue Quantitative Finance, Vol 17, Issue 8, pp. 1187-1203.

404.SCHWERT, G., *« Why does stock market volatility change over time? »*. Journal of Finance, 1989, Vol 44, pp. 1115-1153.

405.SEJOURNE, B., *« Comment les épargnants français intègrent-ils le paramètre temps dans la gestion de leur portefeuille »*. Revue les Cahiers Scientifiques, 2007, N°4, pp. 1-37.

406.SHAHID, M-N., SATTAR, A., *« Behavior of Calendar Anomalies, Market Conditions and Adaptive Market Hypothesis: Evidence from Pakistan Stock Exchange »*. Pakistan Journal of Commerce and Social Sciences, 2017, N°2, Vol 11, pp. 471-504.

407.SHAPIRO, S-S., WILK, M-B., « *An analysis of variance test for normality (complete samples)* ». BIOMETRIKA, 1965, Vol 52, N°3-4, pp.591-611.

408.SHARMA, R-K., KIRAN, R., *« Teasting weak form of market efficiency of Bombay stock exchange and National stock exchange »*. International Journal of Accounting and Finance, 2017, Vol 7, Issue 2, pp. 141-162.

409.SHARPE, W., *« A Simplified Model for Portfolio Analysis»*. Revue Management Science, 1963, N°1, Vol 9.

410.SHARPE, W., *« Capital Asset Prices: A theory of Market Equilibrium under conditions of risk »*. Journal of Finance, 1964, N°19, Vol 3, pp. 425-442.

411.SHARPE, W., *« Portfolio Theory and Capital Markets »*. 1970.

412.SHEFRIN, H., STATMAN, M., *« The disposition to sell winners too early and ride losers too long: Theory and evidence »*. Journal of Finance, 1985, N°40, Vol 3, pp. 777-790.

413.SHEFRIN, H., STATMAN, M., *« Behavioral Portfolio Theory »*. Journal of Finance and Quantitative Analysis, 2000, N°35, pp. 127-151.

414.SHEFRIN, H., THALER, R-H., *« The Behavioral Life-Cycle Hypothesis »*. Revue Economic Inquiry, 1988, N°26, pp. 609-643.

415.SHILLER, R-J., *« Do stock prices move too much to be justified by subsequent changes in dividends? »*. American Economic Review, 1981, N°71, pp. 421-498.

416.SHILLER, R-J., *« Stock prices and social dynamics »*. Brooking Papers on Economic, 1984, Activity Review 2, pp. 457-498.

417.SHILLER, R-J., *« Human behavior and the efficiency of the financial system »*. In: Taylor J., Woodford M (Eds), 1999, Handbook of Macroeconomics. Elsevier, Amsterdam.

418.SHILLER, R-J., *« Irrational Exuberance »*. 2005, 2ème édition, Princeton University Press.

419.SHLEIFER, A., *« Inefficient markets: An introduction to behavioral finance »*. Oxford University Press, 2000.

420.SHLEIFER, A., SUMMERS, L-H., *« The noise trader approach to finance »*. Journal of Economic Perspectives, 1990, N°4, pp. 19-33.

421.SHLEIFER, A., VISHNY, R-W., *« The limits of arbitrage »*. Journal on Finance, 1997, N°52, Vol 1, pp. 35-55.

422.SHUMWAY, T., WU, G., *« Does disposition drive momentum? »*. Working paper, 2006, University of Michigan.

423.SIFOUH, N., OUBAL, K., BAYOUD, S., *« Étude empirique de l'effet du comportement d'excès de confiance sur la volatilité du marché boursier marocain »*. European Scientific Journal, 2018, N°31, Vol 14, pp. 82-99.

424.SIMON, Herbert., *« De la rationalité substantive à la rationalité procédurale »*. Revue PISTES, 1992, N°3.

425.SNAITH, S., KELLARD, N.M., AHMED, N., *« Open outcry electronic trading: Tests of market efficiency on crude palm oil futures »*. The Journal of Futures Markets, 2018, Vol 38, Issue 6, pp. 673-695.

426.SOFAT, R., *« Analyzing the weak form market efficiency and of selected indian IT stocks »*. CLEAR International Journal of Research in Commerce & Management, 2016, Vol 7, Issue 6, pp. 64-68.

427.STACHOWIAK, C., *« Prévisibilité des rentabilités boursières : une étude empirique du marché boursier français sur données intra-quotidiennes »*. Revue Économie et Prévision, 2004, N°166, pp. 71-85.

428.STADNIK, B., *« The riddel of volatility clusters »*. Business: Theory and Practice, 2014, Vol 15, N°2, pp. 140-148.

429.STEIN, J., « *Informational externalities and welfare-reducing speculation* ». Journal of Political Economy, 1987, N°95, pp. 1123-1145.

430.SUBRAMANIAN, H., OVERDY. E., *« Electronic commerce, spatial arbitrage, and market efficiency »*. Revue Information Systems Research, 2016, Vol 28, N°1.

431.SUCHERE, T., *« Le jeu d'argent et la spéculation : quelques enseignements à tirer de l'œuvre de Balzac dans le cadre d'une anthropologie des marchés financiers »*. Revue Éthique et Économie, 2018, N°15, pp. 81-99.

432.TAQQU, M., *« Bachelier et son époque : Une conversation avec Bernard Bru »*. Journal de la Société Française de Statistiques, 2001, Tome 142, N°2, pp. 3-40.

433.TAUCHEN, G., ZHOU, H., *« Realized jumps on financial markets and predicting credit spreads »*. J.Econ, 2011, N°11, Vol 1, pp. 102-118.

434.TAYLOR, S-E., BROWN, J-D., *« Illusion and well-being: Asocial psychological perspective on mental health »*. Revue Psychological Bulletin, 1988, N°103, pp. 193-210.

435.THALER, R-H., *« Mental accounting and consumer choice »*. Revue Marketing Science, 1985, N°4, pp. 199-214.

436.THEISSEN, E., *« Market structure, informational efficiency and liquidity: An experimental comparison of auction and dealer market »*. Journal of Financial Markets, 2000, N°3, pp. 333-363.

437.TIMMERMANN, A., GRANGER, C.W.J., *« Efficient market hypothesis and forecasting »*. International Journal of Business and Management, 2004, N°20, Vol 1, pp. 15-27.

438.TOLIKAS, K., *«The lead-lag relation between the stock and the bond markets »*. European Journal of Finance, 2018, Vol 24, Issue 10, pp. 849-866.

439.TRABELSI, A., OUESLATI, A., *« The dynamic of stock prices adjustments to new information: Empirical evidence from the Tunisian Stock Exchange Market »*. Revue Finance India, 2004, Vol 18, Issue 2, pp. 835-857.

440.TSENG, J-J., LI, S-P., *« Quantifying volatility clustering in financial time series »*. International Review of Financial Analysis, 2012, Vol 23, pp.11-19.

441.TSENKOV, V., STOITSOVA-STOYKOVA, A., *« The impact of the global financial crisis on the market efficiency of capital markets of South East Europe »*. International Journal of Contemporary Economics & Administrative Sciences, 2017, Vol 7, Issue 1/2, pp. 31-57.

442.TULE, M., DOGO, M., UZONWANNE, G., *« Volatility of stock market returns and the naira exchange rate »*. Global Finance Journal, 2018, Vol 35, pp. 97-105.

443.TVERSKY, A., KAHNEMAN, D., *« Availability: A heuristic for judging frequency and probability »*. Cognitive Psychology, 1973, N°5, pp. 207-232.

444.TVERSKY, A., KAHNEMAN, D., *« Judgement under uncertainty: Heuristics and biases »*. Revue Science, 1974, N°185, pp. 1124-1131.

445.TVERSKY, A., KAHNEMAN, D., *« Advanced in Prospect Theory: Cumulative representation of uncertainty »*. Journal of Risk and uncertainty, 1992, N°5, pp. 297-323.

446.ULLAH, I., ULLAH, S., *« Market efficiency anomalies: A study of January Effect in Karachi Stock Market »*. Journal of Management Sciences, 2016, Vol 10, Issue 1, pp. 31-44.

447.VEGA, C., *« Stock price reaction to public and private information »*. Journal of Financial Economics, 2006, N°82, pp. 103-133.

448.VIEIRA, E-S., *« Investor sentiment and the market reaction to dividend news: European evidence »*. Revue Managerial Finance, 2011, N°37, Vol 12, pp. 1213-1245.

449.VON MISES, L., *« L'action humaine »*. Revue Presses Universitaires de France, 1985. (Traduit par AUDOUIN Raoul).

450.WALTER, C., *« Les origines de marche au hasard en finance »*. Revue Histoire et Épistémologie de la Finance, FMSH-WP 2013-33. Ce texte constitue le chapitre 2 de l'ouvrage *« Le modèle de marche au hasard en finance »* de Christian Walter, 2013.

451.WALTER, C., *« Les deux quantifications de la théorie financière. Contribution à une histoire critique des modèles financiers »*. FMSH-WP, 2015, N°89, pp. 1-31.

452.WANG, C., NISHIYAMA, Y., *« Volatility forecast of stock indices by model averaging using high-frequency data »*. International Review of Economics and Finance, 2015, Vol 40, pp. 324-337.

453.WASILLER, B., *« Équilibres et anticipations »*. Revue Économique, 1982, N°4, Vol 33, pp. 594-638.

454.WEBER, M., CAMERER, C-F., *« The disposition effect in securities trading: An experimental analysis »*. Journal of Economic Behavior and Organization, 1998, N°33, pp. 167-184.

455.WEBER, M., WELFENS, F., *« How do markets react to fundamental shocks? An experimental analysis on underreaction and momentum »*. Working paper, 2007, University of Mannheim.

456.WILFLING, B., *« Volatility regime-switching in European exchange rates prior to monetary unification »*. Journal of International Money and Finance, 2008, Vol 28, pp. 240-270.

457.WU-YUEH, H., HENG-YU, C., *« Investor sentiment, corporate transparency and market returns: Evidence from Taiwan Intraday Data »*. Revue Advances in Management and Applied Economics, 2018, Vol 8, Issue 6, pp. 67-82.

458.XIAO, L (Dir)., *« Volatility forecasting: Combination of realized volatility measures and forecasting models »*. Revue Applied Economics, 2018, Vol 50, Issue 13, pp. 1428-1441.

459.XUE, Y., GENCAY, R., *« Trading frequency and volatility clustering »*. Journal of Banking and Finance, 2012, Vol 36, pp. 760-773.

460.ZHAO, Y., SU, R., HOOPER, K., *« Accounting conservatism and disposition effect »*. International Journal of Business and Management, 2011, N°6, pp. 94-101.

Thèses

1. ALEXENDER, Herve. *L'efficience bruitée. Une analyse non-linéaire du marché français des actions*. Thèse de doctorat. Sciences de l'homme et de la société, France : Université de Bourgogne, 1994.

2. ATRON, Ehui Evariste Simon. *L'impact de l'annonce de bénéfice sur le marché financier français*. Thèse de doctorat. Sciences de Gestion, France : Université Paris XII- E.S.A, 2005.

3. BACHELIER, Louis. *Théorie de la spéculation.* Thèse de doctorat. Sciences économiques, Paris : Université de la Sorbonne, 1900. Annales Sciatiques de l'E.N.S, 3ème série, tome 17 (1900).

4. BARRAUD, Christophe. *L'efficience informationnelle du marché des paris sportifs : un parallèle avec les marchés boursiers*. Thèse de doctorat. Sciences économiques, Paris : Université Paris Dauphine-Paris IX, 2012.

5. BOUATTOUR, Mondher. *Efficience informationnelle, sous-réaction à l'information et effet de disposition : Une approche expérimentale*. Thèse de doctorat. Sciences économique, France : Université Toulouse 1 Capitole, 2012.

6. CENESIZOGLU, Tolga. *Essays on the stock markets reaction to news*. Thèse de doctorat. Sciences de Gestion, États-Unis : University of California, San Diego, 2006.

7. FOUCAULT, Thierry. *Formation des prix et stratégies de placement d'ordres dans les marchés financiers.* Thèse de doctorat. Sciences de gestion, France : Écoles des Hautes Études Commerciales Jouy-En-Josas, 1994.

8. GILLET, Roland. *L'efficience informationnelle du marché boursier*. Thèse de doctorat. Sciences de gestion, Belgique : Université Catholique de Louvain, 1991.

9. JOVANOVIC, Franck. *Le modèle de marche aléatoire dans la théorie financière quantitative*. Thèse de doctorat. Sciences Économiques, France : Université Paris I – Panthéon Sorbonne, 2002.

10. KAESNTER, Michael. *Biais cognitifs et formations des prix sur les marchés financiers.* Thèse de doctorat. Sciences de Gestion, France : Université de Montpellier I, 2004.

11. KARTOBI, Salah Eddine. *Déterminants de la structure financière et réactions du marché boursier aux décisions de financement : cas des sociétés cotées à la Bourse de Casablanca*. Thèse de doctorat. Sciences de gestion et management, France : Université Nice Sophia Antipolis, 2013.

12. KONTE, Mamadou. *Investisseurs et marchés financiers : du comportement des agents à la formation des prix.* Thèse de doctorat. Sciences économiques, Paris : Université de la Sorbonne, 2010.S

13. MAHAMAT, Hisseine Saad. *Estimation de la volatilité des données financières à haute fréquence : Une approche par le modèle Score-GARCH*. Thèse de doctorat. Sciences économiques, France : Université de Montpellier, 2017.

14. MICHALON, Karine. *Microstructure des marchés financiers et interruptions de cotation : une étude empirique du marché boursier français*. Thèse de doctorat. Sciences économiques, Éditions universitaires européennes, 2011.

15. NDONG, Benjamin. *Marchés boursiers émergeants et problématique de l'efficience : le cas de la bourse régionale des valeurs mobilières (BRVM).* Thèse de doctorat, Sciences économiques, France : Université de Franche Comté, 2007.

16. POUGET, Sébastien. *Rationalité limitée et marchés financiers : Une approche expérimentale.* Thèse de doctorat, Sciences de gestion, France : Université des Sciences Sociales de Toulouse, 2000.

17. PROÏNA, Frédéric. *Autocorrélation et stationnarité dans le processus autorégressif*. Thèse de doctorat. Mathématiques appliquée, France : Université de Bordeaux I, 2013.

18. SY, Alex-S. *La volatilité stochastique des marchés financiers : une application aux modèles d'évaluation d'instruments optionnels en temps continu*. Thèse de doctorat. Sciences économiques, France : Université d'Aix-Marseille, 2003.

19. VIEIRA DA SILVA, Victor. *L'hypothèse de rationalité et ses prémisses : le défi comportementaliste (une investigation aux frontières de l'économie et de la psychologie).* Thèse de doctorat, Sciences économiques, France : Université Lumière Lyon II, 2001.

ANNEXES

Liste des annexes

Annexe N°1 :	Écarts entre volatilité anormale et volatilité normale pour le CAC40	392
Annexe N°2 :	Écarts entre volatilité anormale et volatilité normale pour le DAX	393
Annexe N°3 :	Écarts entre volatilité anormale et volatilité normale pour le FTSE	395
Annexe N°4 :	Écarts entre volatilité anormale et volatilité normale pour le DJIA	396
Annexe N°5 :	Écarts entre volatilité anormale et volatilité normale pour le SP500	397
Annexe N°6 :	Écarts entre volatilité anormale et volatilité normale pour le NASDAQ	401
Annexe N°7 :	Écarts entre volatilité anormale et volatilité normale pour le MADEX	404
Annexe N°8 :	Temps de retour des fluctuations vers la volatilité normale pour le CAC40	405
Annexe N°9 :	Temps de retour des fluctuations vers la volatilité normale pour le DAX	407
Annexe N°10 :	Temps de retour des fluctuations vers la volatilité normale pour le FTSE	410
Annexe N°11 :	Temps de retour des fluctuations vers la volatilité normale pour le DJIA	412
Annexe N°12 :	Temps de retour des fluctuations vers la volatilité normale pour le SP500	414
Annexe N°13 :	Temps de retour des fluctuations vers la volatilité normale pour le NASDAQ	423
Annexe N°14 :	Temps de retour des fluctuations vers la volatilité normale pour le MADEX	428

Annexe N°1 : Ecarts entre volatilité anormale et volatilité normale pour le CAC40

Dates	Ecarts en termes de volatilité anormale	14/11/2008	0.00125460202144415
14/10/2008	0.00282743784161373	06/04/2020	0.00124269116940681
17/10/2008	0.00278706123244514	01/12/2008	0.00123404238007114
16/10/2008	0.00274840563319492	07/08/2002	0.00121507366558434
20/10/2008	0.0026798584865671	08/12/2008	0.00119267645363584
15/10/2008	0.00257547975040223	08/04/2020	0.00119217354503479
21/10/2008	0.00249445125569323	15/12/2008	0.00119184624001975
25/03/2020	0.00229740457778928	16/10/2002	0.00118535578088657
30/10/2008	0.0022701896746488	12/05/2010	0.00114380048134468
13/03/2020	0.00223803620001569	02/08/2002	0.00114312766817433
26/03/2020	0.00222613501470606	04/12/2008	0.00114290717103436
23/10/2008	0.00222184765777175	17/03/2003	0.00112997799790381
22/10/2008	0.00221330895720037	31/07/2002	0.00111843738904839
17/03/2020	0.00211385642556545	17/11/2008	0.00111125906431021
19/03/2020	0.0020779699348774	23/07/2002	0.00110990203032185
27/03/2020	0.00202963001916002	22/09/2008	0.00110951099875673
16/03/2020	0.00201175500173674	18/03/2003	0.00110419197691224
31/10/2008	0.00200913338221491	13/10/1998	0.00109781200532477
30/03/2020	0.00197728916354401	18/11/2008	0.0010934834263983
24/10/2008	0.00196719486671992	08/08/2002	0.0010747792701449
18/03/2020	0.00194717534367491	09/08/2002	0.00107272931952039
23/03/2020	0.00192984519993342	18/10/2002	0.00106204724620271
20/03/2020	0.00190666395460173	16/12/2008	0.00106025851700896
25/11/2008	0.00189686741467826	25/03/2003	0.00105395899949597
27/10/2008	0.00186790763951675	06/08/2002	0.00105252637969766
03/11/2008	0.00182832869088225	09/04/2020	0.00105208532996185
24/03/2020	0.00181993910564282	17/10/2002	0.00105019763300892
13/10/2008	0.00181197001173075	24/07/2002	0.00104502826039049
28/10/2008	0.00181162629044256	10/03/2020	0.00103661243558669
09/12/2008	0.00179001715625136	23/09/2008	0.00103573247639311
31/03/2020	0.00175218775308002	21/11/2008	0.00102733215765387
07/11/2008	0.00173268972061316	20/11/2008	0.00102474255686352
26/11/2008	0.0016901653394806	13/05/2010	0.00101994904644316
05/11/2008	0.00164668788040282	24/11/2008	0.00101912012450199
04/11/2008	0.00162915142333932	05/12/2008	0.0010088516098167
29/10/2008	0.00162410464964765	05/08/2002	0.00100860294579337
10/12/2008	0.0016048824050336	17/05/2010	0.0010057025404196
10/11/2008	0.00158712196874424	01/10/2002	0.00100411913383486
02/04/2020	0.00155774341933741	26/07/2002	0.00100093426549421
01/04/2020	0.001550386841577	01/08/2002	0.000996423082106995
09/10/2008	0.00152287307166969	19/03/2003	0.000992204245705446
27/11/2008	0.00151070882605888	26/03/2003	0.00098992589363573
06/11/2008	0.00149649866423753	19/11/2008	0.000975496868927994
12/11/2008	0.00148426886685019	17/12/2008	0.000975223381268389
07/10/2008	0.0014360165932365	12/08/2002	0.000974656921408434
11/12/2008	0.00142232415199068	16/08/2002	0.000971213615072195
11/11/2008	0.00141257404698622	14/10/1998	0.000970046443057696
13/11/2008	0.00140821518512581	03/10/2002	0.000959240164852928
02/12/2008	0.00140459293140457	24/09/2008	0.0009543184640329
28/11/2008	0.00139600977614598	25/07/2002	0.000945848514235335
03/04/2020	0.00137731069102128	21/10/2002	0.000944145524188687
10/10/2008	0.00137117340664701	22/07/2002	0.000943695906364475
07/04/2020	0.00130246318003213	11/03/2020	0.000938404953468246
03/12/2008	0.00129289258235034	07/10/2002	0.000924859668243799
11/05/2010	0.00128865027903812	04/10/2002	0.000921275578338324
08/10/2008	0.00127090100206686		

Source : Réalisé par nous-mêmes à partir de données collectées sur Eurofidai

Annexe N°2 : Ecarts entre volatilité anormale et volatilité normale pour le DAX

Dates	Ecarts en termes de volatilité anormale	07/08/2002	0.00147428405843861	28/10/2002	0.00114567927279376
15/10/2008	0.00271462511477625	21/10/2002	0.00147423226860546	26/03/2003	0.00114393950196954
17/10/2008	0.00261995626761838	13/11/2008	0.00146917855861631	25/07/2002	0.00113513981329001
26/03/2020	0.00258294710786317	10/12/2008	0.00146888876711386	17/11/2008	0.00113298954213096
16/10/2008	0.00254352808188224	18/10/2002	0.00145773754854088	06/04/2020	0.00112825160946552
30/10/2008	0.00253285564110927	31/07/2002	0.00144834649649403	30/07/2002	0.00112412589632742
20/10/2008	0.00248113164284224	28/11/2008	0.00143072656349206	19/09/2001	0.00111219132113194
16/03/2020	0.00240104991571963	12/11/2008	0.00141295542540199	16/08/2002	0.00110937588021782
19/10/1989	0.00224014760405111	24/10/1989	0.00141233934047435	09/10/1998	0.00110808228225304
27/03/2020	0.00223068888884523	02/04/2020	0.00140760669950407	21/09/2001	0.00110261086639024
18/10/1989	0.00221152272501424	14/08/2002	0.00139895679706049	08/10/1998	0.00110082491805738
21/10/2008	0.00221022231716328	26/09/2001	0.00137937749451663	09/04/2020	0.00109517787677736
17/03/2020	0.00216570169553212	16/10/2002	0.00137308275377535	07/04/2020	0.0010897164454686
31/10/2008	0.00216464892424459	13/03/2020	0.00136401923129806	26/07/2002	0.0010892397067076
18/03/2020	0.00209976431062066	03/12/2008	0.00135289602703936	01/11/2002	0.00108589973342
30/03/2020	0.00196825924517214	15/10/1998	0.00134598170935832	09/04/2003	0.00108304883603653
19/03/2020	0.00195435830491042	02/08/2002	0.00132752845528277	27/03/2003	0.00108294195841987
26/11/2008	0.00194991238236262	03/04/2020	0.00132721520833774	10/10/2008	0.0010795091814625
20/03/2020	0.00193814603024939	14/11/2008	0.00132448067022371	12/12/2008	0.00107564384575276
20/10/1989	0.00193468425755605	01/08/2002	0.00132015996568835	28/09/2001	0.00106602859828593
14/10/2008	0.00192271929232143	15/10/2002	0.00131584296923622	24/07/2002	0.001063957129448
22/10/2008	0.00189594935356855	22/10/2002	0.00130830697330823	30/10/2002	0.00105821669747492
25/03/2020	0.00187807358663178	24/10/2002	0.00129919316422983	05/12/2008	0.00104489497014537
03/11/2008	0.00187698176079227	25/10/2002	0.00129371987263835	26/10/1989	0.0010400819770181
31/03/2020	0.00180401681454302	13/10/1998	0.00128840549669894	19/10/1998	0.00103345926944589
29/10/2008	0.00176904511602341	23/10/2002	0.00128428633529071	11/03/2020	0.00102691506997632
12/08/2002	0.00173263319247761	25/11/2008	0.00127991961195259	28/01/2008	0.00102536505094052
23/03/2020	0.00173257256055298	11/12/2008	0.00126193180036175	17/09/2001	0.00102277526017379
23/10/2008	0.0017061466277491	01/12/2008	0.00125577066164717	14/10/2002	0.00102067183730277
10/11/2008	0.00169040142369123	18/09/2001	0.00122992103905755	23/08/1991	0.00101845828727648
08/08/2002	0.0016899780713195	04/12/2008	0.00122661081411695	18/11/2008	0.0010175198129758
23/10/1989	0.00166053997844577	15/08/2002	0.00122232743599689	29/07/2002	0.00101522970565603
27/11/2008	0.00165931000764763	08/04/2020	0.00121898012348483	21/11/2008	0.00101279221540766
09/08/2002	0.00165848225247454	24/09/2001	0.00121333802448529	06/10/1998	0.00101077245330034
04/11/2008	0.00164466765248617	02/12/2008	0.0012085542160251	29/10/2002	0.0010098606242023
24/10/2008	0.00162469644053028	25/09/2001	0.00120675474798404	17/03/2003	0.00100806898620645
24/03/2020	0.00160014511877476	16/10/1998	0.00120315273006198	20/09/2001	0.00100701743657947
01/04/2020	0.00156727546667766	25/10/1989	0.00120197536932891	07/10/2011	0.00100675738774953
17/10/2002	0.00156096075560662	05/08/2002	0.00120072290391755	14/09/2001	0.000999775857333912
13/08/2002	0.00154976940883806	27/09/2001	0.00119403948625926	07/10/1998	0.00098377469931004
14/10/1998	0.00154674672756689	31/10/2002	0.00118907037420372	19/08/2002	0.000975279086763075
11/11/2008	0.00150090770373697	06/08/2002	0.00118781093977458	01/10/2001	0.000973122208253818
05/11/2008	0.0015000482435529	12/10/1998	0.00118004247479581	21/08/1991	0.000968196174334786
07/11/2008	0.00149919228936166	09/12/2008	0.00117265409085043	06/11/2002	0.000967842039172781
27/10/2008	0.0014948178075849	13/10/2008	0.00117249618592031	04/04/2003	0.000962975457651097
06/11/2008	0.00149220576935099	13/09/2001	0.00115345977492805	24/11/2008	0.000959754067176248

02/10/2002	0.000957301173577381
19/11/2008	0.000952831266555904
08/12/2008	0.000952446850524413
08/04/2003	0.000947112768963562
19/03/2003	0.000945677415773398
10/04/2003	0.000943987523813233
22/08/1991	0.000942528794392828
15/12/2008	0.00093802102520183
18/03/2003	0.000933797594493994
04/11/2002	0.000932325650747538
10/10/2011	0.000930915433420162
20/03/2003	0.000926586395805372
25/03/2003	0.000924379488529642
03/10/2002	0.0009224395801938
07/10/2002	0.000922430509289982
06/10/2011	0.000918071420562361
27/10/1989	0.000916778243181441

Source : Réalisé par nous-mêmes à partir de données collectées sur Eurofidai.

Annexe N°3 : Ecarts entre volatilité anormale et volatilité normale pour le FTSE

Dates	Ecarts en termes de volatilité anormale		
		05/11/2008	0.00141635933267478
16/10/2008	0.00262650186949704	27/11/2008	0.00140266528831301
17/10/2008	0.0026170510066234	04/11/2008	0.00137446743513505
20/10/2008	0.00258151233964037	10/11/2008	0.00135096946717715
21/10/2008	0.00257557010011593	07/10/2008	0.00134146625279229
14/10/2008	0.00253939591144915	09/10/2008	0.00132401275967114
15/10/2008	0.00230564856044442	22/09/2008	0.00131906365368524
22/10/2008	0.0022301161971546	06/11/2008	0.00128383048663394
13/03/2020	0.00217787378344997	02/12/2008	0.0012697740519963
23/10/2008	0.0021665029904498	24/03/2020	0.00125010313245413
25/03/2020	0.00208698372285751	23/03/2020	0.00124608066815508
30/10/2008	0.00205754746748459	28/11/2008	0.00123821812014001
26/03/2020	0.00203267799046643	03/04/2020	0.00122392328812422
13/10/2008	0.00197510729785713	11/11/2008	0.00116544948478397
16/03/2020	0.00194072209918244	12/11/2008	0.0011599213312048
27/10/2008	0.00192394711986482	09/12/2008	0.00115659449871014
25/11/2008	0.00190378858455034	23/09/2008	0.00115532096237019
30/03/2020	0.00189611909779178	10/10/2008	0.00115278685945002
24/10/2008	0.0018735699343947	08/10/2008	0.00114939235732287
17/03/2020	0.00186871201821644	03/12/2008	0.00111010910716395
27/03/2020	0.00180346189968519	23/07/2002	0.001086940493217
31/10/2008	0.00177976153346063	01/12/2008	0.00108481716481248
18/03/2020	0.00169655379521376	10/03/2020	0.00106594748284228
19/03/2020	0.00166281874258745	06/04/2020	0.00106575380195063
28/10/2008	0.00165789258282071	26/07/2002	0.00104339919196644
31/03/2020	0.00163609106167418	30/07/2002	0.00104218879538507
26/11/2008	0.00163388092313164	24/09/2008	0.00103586300808824
03/11/2008	0.00157315546326772	10/12/2008	0.00103197501300451
07/11/2008	0.00151130716788579	07/04/2020	0.00102692207017022
29/10/2008	0.00146442837440607	13/11/2008	0.00102264552354843
20/03/2020	0.00144770674848097	30/09/2008	0.000995225452726058
01/04/2020	0.00144707322176867	04/12/2008	0.000964425261471787
02/04/2020	0.00142680788022552	02/08/2002	0.000963659578485249

Source : Réalisé par nous-mêmes à partir de données collectées sur Eurofidai.

Annexe N°4 : Ecarts entre volatilité anormale et volatilité normale pour le DJIA

Dates	Ecarts en termes de volatilité anormale
18/03/2020	0.00460914371450042
17/03/2020	0.00415612119626086
26/03/2020	0.00404144975187055
19/03/2020	0.00394896672201272
20/03/2020	0.00393096481533151
25/03/2020	0.00364972592826263
30/03/2020	0.00358598811744101
27/03/2020	0.0033087143324245
23/03/2020	0.00327080888899928
24/03/2020	0.00325811300109863
16/03/2020	0.00303375548237415
31/03/2020	0.00290968765190257
01/04/2020	0.00281419237536878
17/10/2008	0.00272539985218571
30/10/2008	0.00265060281210852
15/10/2008	0.00250530194583559
02/04/2020	0.00245883580724768
03/04/2020	0.00239050545384032
07/04/2020	0.00227805198918535
13/03/2020	0.00227795205332493
29/10/2008	0.00226359251867137
08/04/2020	0.00224186510800151
21/10/2008	0.00218537239106751
16/10/2008	0.00212614890380577
20/10/2008	0.00202852384936571
03/11/2008	0.00198977941805939
06/04/2020	0.00198813767957709
23/10/2008	0.00197961600034533
14/10/2008	0.00194467150389442
22/10/2008	0.00189625249600128
31/10/2008	0.0018909432681922
25/11/2008	0.00188530289862073
24/10/2008	0.00188402972687942
09/04/2020	0.00186572121799798
03/12/2008	0.0018316711501699
13/04/2020	0.00181362659635345
24/11/2008	0.00174341374676619
27/10/2008	0.00167418701675847
07/11/2008	0.00166366891577385
26/11/2008	0.00164569498664673
28/10/2008	0.00162294611460773
02/12/2008	0.0016134454451565
17/11/2008	0.00161263008006785
21/11/2008	0.00155948427963635
05/11/2008	0.00154433719060146
14/11/2008	0.00152580268093859
10/11/2008	0.00152494380257793
04/11/2008	0.00152362780867063
06/11/2008	0.00150533096105676
28/11/2008	0.00149133777532488
05/12/2008	0.00144934698978625
04/12/2008	0.00144718737046894
11/03/2020	0.00144518251490512
12/03/2020	0.00143824100555976
18/11/2008	0.00142640393828638
13/10/2008	0.00140412777517343
11/11/2008	0.00136176547818362
01/12/2008	0.00135169526254473
20/11/2008	0.00132916725084662
19/11/2008	0.00132465929162444
09/12/2008	0.00128257602337169
08/12/2008	0.00127128281478131
13/11/2008	0.00125183421419759
10/10/2008	0.00121796746340498
12/11/2008	0.00119929559979493
10/12/2008	0.00117579503026724
10/03/2020	0.0010919768254756
01/10/2008	0.00107351546408748
11/12/2008	0.00106549870105942
08/10/2008	0.000968232777093908
09/10/2008	0.000967236120172992
12/12/2008	0.000940382804674866

Source : Réalisé par nous-mêmes à partir de données collectées sur Eurofidai.

Annexe N°5 : Ecarts entre volatilité anormale et volatilité normale pour le SP500

Dates	Ecarts en termes de volatilité anormale				
22/10/1987	0.00464431334095497	16/03/2020	0.00269951268912702	27/10/2008	0.00211697571699844
07/11/1929	0.00449476996777905	21/03/1933	0.00269801978188701	27/07/1933	0.0021094936563053
20/10/1987	0.00447184704883725	14/10/2008	0.00267540425636085	21/11/2008	0.00209296754663494
23/10/1987	0.004325677823001	22/03/1933	0.00263323248553177	13/03/2020	0.00208842524999749
21/10/1987	0.00428761445067747	30/10/2008	0.0026267891216451	28/11/2008	0.00207485955557207
31/10/1929	0.00426425872934714	17/10/1932	0.00256394217125087	06/11/1987	0.00206732193527564
08/11/1929	0.00416625276798352	15/10/1931	0.00254470642638637	08/04/2020	0.00206158347565747
27/10/1987	0.00416305497928619	22/09/1932	0.0025439925883169	24/04/1933	0.00205840550610461
04/11/1929	0.00407235887238046	20/10/2008	0.00254280717069639	27/11/1929	0.00205827801131975
15/11/1929	0.00403171474421404	13/10/1932	0.00251542878946796	26/04/1933	0.00205687960658345
06/11/1929	0.00393152203309809	25/07/1933	0.00250568514313171	20/10/1932	0.00204455778213927
18/11/1929	0.00391010579343228	01/04/2020	0.00250448363116913	07/11/2008	0.00204450649208244
26/10/1987	0.00388630242860796	04/11/1987	0.00250294804060408	05/12/2008	0.00204048108424559
17/03/2020	0.00382617596972089	21/10/2008	0.00249797111962728	21/04/1933	0.0020337693423872
28/10/1987	0.00379445564747726	23/10/2008	0.00246450018829865	06/04/2020	0.00203372004495895
18/03/2020	0.00377888374203838	02/12/2008	0.0024584167748184	24/10/1932	0.00201084170490386
12/11/1929	0.00375217285575481	02/04/2020	0.0024413717775159	28/10/2008	0.00200061439534007
11/11/1929	0.00375145486682866	25/11/1929	0.00243348341746789	06/11/2008	0.00200035150908497
13/11/1929	0.00368965904938867	25/11/2008	0.0024262845141704	14/11/2008	0.00198437845297152
19/03/2020	0.00365982786917252	31/10/2008	0.00242007359704805	18/08/1932	0.00197476588204683
14/11/1929	0.00363598596944431	15/10/2008	0.00240525719854183	04/11/2008	0.00196950456419103
19/11/1929	0.00352392226561321	23/03/1933	0.00238147467076034	24/07/1933	0.00196564156091678
25/03/2020	0.00345224933530382	23/09/1932	0.0023770377569561	09/04/2020	0.00195868774195596
16/03/1933	0.00340923781860851	03/12/2008	0.00235716497577017	20/10/1931	0.00195825899227953
29/10/1987	0.00340846322581236	14/10/1932	0.0023513874552805	08/12/2008	0.00195614444218857
30/10/1987	0.00329113980213545	22/10/2008	0.00233735472935305	27/03/1933	0.00195559344730051
20/03/2020	0.00328906467124864	18/10/1932	0.00233575994483339	17/11/2008	0.00195301744899289
20/11/1929	0.00325131429673048	16/10/1931	0.0023147559532263	21/10/1931	0.00194671174575343
09/10/1931	0.00321287069367128	07/04/2020	0.00229649882065104	10/08/1932	0.00193534146371982
27/03/2020	0.00316577021763445	29/10/1929	0.00229614029943999	02/05/1933	0.00192454780412289
23/03/2020	0.0031403408270765	16/08/1932	0.00228156776457273	05/11/2008	0.00192425019095378
26/03/2020	0.0031124001276642	26/07/1933	0.00227951768938241	28/09/1932	0.0019136797684429
17/03/1933	0.00309027162854521	24/11/2008	0.00225890915184385	10/11/2008	0.00191217844244576
07/10/1931	0.00308982790463234	11/10/1932	0.00225710949560363	28/07/1933	0.00189909760127907
30/10/1929	0.00307015667961328	05/11/1987	0.00225293875286924	13/06/1932	0.00189441922798887
02/11/1987	0.00303249058152957	03/04/2020	0.00223960130308115	09/12/2008	0.00189378307145368
21/11/1929	0.00299056227831314	25/04/1933	0.00222690577452945	21/10/1932	0.00188799824266425
20/03/1933	0.00296094933173362	24/10/2008	0.00222644198942633	09/11/1987	0.00188143338361685
16/10/2008	0.00295843724854151	26/11/1929	0.00219861641024067	01/12/2008	0.00186983980508872
30/03/2020	0.0029563186520843	03/11/2008	0.00219360803677163	02/12/1929	0.00186095557007929
29/10/2008	0.00291089014488606	26/11/2008	0.00218139168441703	11/08/1932	0.00185257510002348
24/03/2020	0.00290621179481455	24/03/1933	0.00217911659366982	27/04/1933	0.00184904958581974
13/10/1931	0.00289026720507003	04/12/2008	0.00217772155747985	18/04/1935	0.00184362156531586
17/10/2008	0.00282712659007884	19/10/1931	0.00216655512204574	20/11/2008	0.00183931916741921
08/10/1931	0.00279271627613484	26/09/1932	0.00215969295295783	11/11/1932	0.00183211760642878
		09/08/1932	0.00215287071206735	28/03/1933	0.00182060095692965

14/10/1931	0.00277570166779769	17/08/1932	0.00214518794085346	18/11/2008	0.00181935266719189
31/03/2020	0.00275996493311367	19/10/1932	0.00212797917496004	06/10/1931	0.00181038003240836
03/11/1987	0.00274549091957279	15/08/1932	0.00212341487084419	25/10/1932	0.00180429954969852
22/11/1929	0.00270854358529512	27/09/1932	0.00212029869499924	29/09/1932	0.00179144366538704
01/08/1933	0.00178759404047392	15/09/1932	0.00153747656769295	22/06/1932	0.00134609332228772
19/08/1932	0.00178447429247612	03/10/1932	0.00152883842402661	21/09/1932	0.00134525463064816
13/04/2020	0.00177617299605312	01/05/1933	0.00152129441945307	25/06/1931	0.00134367317496159
10/11/1987	0.00177171747917992	22/10/1937	0.00151167408700129	12/03/2020	0.00134235820812813
06/10/1932	0.00176057397832834	12/12/2008	0.00150276189914752	30/09/1931	0.00134017140974734
31/07/1933	0.00175916477246532	16/11/1932	0.00149531493537658	26/08/1932	0.0013390895073649
22/10/1931	0.0017555491677462	27/10/1932	0.00149525317450979	03/06/1932	0.00133670212151461
10/12/2008	0.00175304576762697	20/05/1935	0.00149134281771419	29/10/1931	0.00133619262309771
14/06/1932	0.00174159007756739	10/06/1932	0.00148848376136702	17/10/1938	0.00133416264919739
14/11/1932	0.00174093612022114	25/08/1932	0.00148513013507074	08/05/1933	0.00132603746827967
11/11/2008	0.00173228828748336	08/08/1932	0.00148511573066211	06/12/1929	0.00132288171335057
03/05/1933	0.00172748824155694	08/06/1932	0.00148495961606428	07/08/1933	0.00132213102059795
10/10/1932	0.00171840928174425	14/10/1938	0.00148246157756753	01/10/1931	0.00132173911116927
10/10/2008	0.00171112483437087	27/10/1931	0.00147747318504913	11/01/1932	0.00131313988802471
30/09/1932	0.00170371118732227	06/06/1932	0.00147342840953851	13/09/1932	0.00130186971407348
13/11/2008	0.00170337601994322	05/05/1933	0.00146869927307007	29/09/1931	0.00130113807806939
02/08/1933	0.00168837341727776	05/12/1929	0.00146756567588376	20/04/1933	0.00130059570224438
23/10/1931	0.00168437755965081	12/11/1987	0.00146516164874094	03/10/2008	0.00129946427030851
22/04/1935	0.00167251915886908	05/08/1932	0.00146240699728154	26/10/1937	0.0012974044356269
03/12/1929	0.001669480750812	07/06/1932	0.0014482878288767	12/05/1933	0.00129514844800477
29/03/1933	0.00166870910135518	10/11/1932	0.00144260061287705	18/11/1932	0.00129301282236681
28/04/1933	0.00166749452982117	17/11/1932	0.00143647703659244	25/04/1935	0.00128854127498642
15/11/1932	0.0016673755465896	21/06/1932	0.00143387349199542	28/09/1931	0.00128791392072801
12/08/1932	0.00166506983053566	25/10/1937	0.0014292140016828	01/06/1932	0.00128529093438566
09/06/1932	0.00165978059690179	04/08/1933	0.00141926440839319	19/10/1937	0.00127928815992154
21/10/1937	0.00164428530254728	24/04/1935	0.00141865032879749	08/01/1932	0.00127452785710359
19/11/2008	0.00164037595762658	21/06/1933	0.00141858903233963	09/10/2008	0.00127427735430817
26/10/1932	0.00162968262005564	01/10/2008	0.00141451027220327	22/06/1933	0.00127411489393267
15/06/1932	0.00161953090110651	17/06/1932	0.00141411234826067	02/10/2008	0.00127034075206891
11/11/1987	0.00161937974406662	08/10/2008	0.00140651704625745	30/09/2008	0.00126779500127882
22/08/1932	0.00160978913249136	07/09/1939	0.00140598160680604	07/11/1932	0.00126542048214907
26/10/1931	0.00160880978433668	19/09/1932	0.00140105447044505	24/06/1931	0.00126445324549207
24/08/1932	0.0016060549288582	09/05/1933	0.00139573623896858	08/09/1939	0.0012610067214051
12/11/2008	0.00160297409676369	09/11/1932	0.001393499204921	23/06/1933	0.00125715253204771
04/12/1929	0.00160187817992567	07/01/1932	0.00139155453363858	10/05/1933	0.00125526968365386
04/08/1932	0.00158854722962941	31/03/1933	0.00138934330806871	16/11/1987	0.0012538525455339
11/12/2008	0.00158485265779754	23/06/1931	0.00138898101465922	24/02/1932	0.00125350232916171
20/06/1932	0.00158386355473719	25/09/1931	0.00138498098439617	09/12/1929	0.00125084756092315
07/10/1932	0.00158142540078907	13/11/1987	0.00138314822537945	31/10/1932	0.00124434535917104
23/04/1935	0.00158140665699001	28/10/1931	0.00137194838011854	20/10/1937	0.00123969129629519
16/06/1932	0.00157709391084123	04/10/1932	0.00137155504823105	11/03/2020	0.00123474581560148
03/08/1933	0.00156488767323042	21/07/1933	0.00136504909744832	26/06/1933	0.00123009564486979
06/09/1939	0.00155891655587005	11/05/1933	0.00136156971766529	05/10/1932	0.00122951870998086
20/06/1933	0.00155621697980673	03/04/1933	0.00135440408880085	16/12/2008	0.00122791581577868
04/05/1933	0.00155336639294509	21/05/1935	0.00135211895571376	29/08/1932	0.00122241701458795

13/10/1938	0.00155216273528683	15/12/2008	0.00135132103918311	21/12/1931	0.00122123325241947
13/10/2008	0.00154924977349508	17/12/2008	0.00135017528216822	20/10/1933	0.00122074629456843
30/03/1933	0.0015480136161987	14/09/1932	0.00134947817506551	18/12/2008	0.00121989973866031
16/09/1932	0.00154638648399569	20/09/1932	0.00134823794599046	02/10/1931	0.00121959325726248
23/08/1932	0.00153861150017635	28/10/1932	0.00134695527860589	22/05/1935	0.00121885070768606
18/02/1932	0.00121746473582755	17/05/1933	0.00110190343305121	20/10/1938	0.00101116597468525
04/04/1933	0.0012146000003085	23/05/1935	0.00109729866679534	11/12/1929	0.00100903037166673
27/10/1937	0.00121020313532797	12/09/1939	0.00109334761628831	04/11/1932	0.00100866236328367
26/06/1931	0.00120909210505654	19/10/1938	0.00109173028314807	05/09/1946	0.00100734899579568
07/10/2008	0.00120759477150592	05/04/1933	0.00109007968567702	09/05/1932	0.00100324090898635
23/06/1932	0.00120634201645007	10/09/1946	0.00108997885986516	28/12/1931	0.00100243314135429
10/08/1933	0.00120630624536764	11/10/1938	0.00108500011389028	16/06/1933	0.000999230654660698
18/10/1938	0.0011998141614152	28/10/1937	0.00108422472581528	18/08/1933	0.000998567623187405
30/10/1931	0.00119855948046039	24/06/1932	0.00108383267721532	18/05/1933	0.000995683604198258
08/08/1933	0.00119163207896483	24/10/1933	0.00107971592699045	14/08/1933	0.000994981489190322
09/01/1931	0.00119126564611083	19/10/1933	0.00107951773385869	27/10/1933	0.00099432268387997
16/05/1933	0.00119091270377827	12/01/1931	0.00107749748004826	28/02/1933	0.000991866843844279
14/01/1932	0.00119008971174676	15/01/1932	0.0010773690560372	13/09/1939	0.000990687714132817
12/01/1932	0.00118844944815189	13/01/1932	0.00107653751735773	13/01/1931	0.000986046277393896
25/02/1932	0.00118364051806562	31/10/1933	0.00107612575014749	28/07/1932	0.000983707509275084
06/10/2008	0.00118343892460229	19/01/1932	0.00107269160182182	24/05/1935	0.00098256137695082
11/04/1933	0.00118304451235959	17/04/1935	0.00107139077332744	06/04/1933	0.00098216259655672
27/06/1933	0.00118244217421727	26/02/1932	0.00106991164637663	09/09/1932	0.000980728309071591
02/06/1932	0.00117699061784103	28/06/1933	0.0010680301624234	01/11/1937	0.000976948837137021
17/02/1932	0.00117534673875783	26/10/1933	0.00106623523075214	12/11/1937	0.000976257448637324
09/08/1933	0.0011747621457359	23/12/1931	0.0010636934226162	13/04/1933	0.000975401354617257
23/10/1933	0.00117225647557812	12/04/1933	0.00106219458686013	29/07/1932	0.000974724873051422
26/04/1935	0.0011693135171162	11/01/1938	0.00105594997195542	29/06/1933	0.000973279800728491
22/05/1940	0.0011682742292926	11/09/1946	0.00105463048096172	17/10/1933	0.000972208670500723
02/11/1931	0.00116740200993636	29/04/1935	0.00104950988755323	01/11/1933	0.00097200680110123
15/05/1933	0.00116285272321668	04/11/1931	0.00104929682413745	07/07/1933	0.000970146636374674
21/11/1932	0.00115964207135066	23/05/1940	0.00104781301667902	18/10/1933	0.000969448983559006
19/02/1932	0.00115909799290633	30/06/1931	0.00104733051254114	01/07/1931	0.000968119179369601
22/12/1931	0.00115768305671744	22/11/1932	0.00104697097263006	04/06/1931	0.000966807656022778
20/08/1935	0.00115453708892083	15/02/1932	0.00104632452015749	17/12/1929	0.000966467068562053
11/09/1939	0.00115062859125798	16/12/1929	0.00104617523724398	05/06/1931	0.000965842783653661
01/11/1932	0.00114924120559667	31/08/1932	0.00104038784160594	18/04/1933	0.00096508219108656
05/01/1932	0.00114923814561169	04/11/1937	0.00103839730806923	18/01/1932	0.000964901416793224
28/06/1932	0.00114412867046537	23/02/1932	0.00103816218275618	24/09/1931	0.000964192376574529
16/02/1932	0.0011439587947339	25/11/1932	0.00103792720049848	20/01/1932	0.000961996981259492
27/06/1932	0.0011427685168401	12/09/1946	0.00103720495565375	29/12/1931	0.000960916128202528
30/08/1932	0.00114244062607522	21/08/1935	0.00103444963599247	01/08/1932	0.000960833688380704
19/12/2008	0.00113835163513165	18/11/1987	0.00103095278128564	29/02/1932	0.000958195098709208
29/06/1931	0.00113650458381379	06/01/1932	0.00102958752882022	29/11/1937	0.000955132661034497
05/07/1933	0.00112745856378021	17/04/1933	0.00102806279850454	25/03/2009	0.000954346538557831
17/11/1987	0.00112492501782494	29/10/1937	0.00102716259565821	12/01/1938	0.000949086737571078
03/11/1932	0.00112156536373474	04/09/1946	0.00102710749712654	08/09/1932	0.000947569705109347
05/10/1931	0.00112154930204399	05/11/1931	0.00102619887410325	23/12/2008	0.000947358462896503
10/12/1929	0.00112138175962986	29/06/1932	0.00102468766229495		

10/03/2020	0.0011206558168377	12/08/2011	0.00102465731721353
24/12/1931	0.00111935819867953	22/12/2008	0.00102002718754854
25/10/1933	0.00111688729827474	24/03/2009	0.0010187517086172
02/11/1932	0.00111215151994521	06/07/1933	0.00101382111433188
11/08/1933	0.00110915064946076	06/09/1946	0.00101194015266259
13/12/1929	0.00110339666779686	20/10/1938	0.00101116597468525

Source : Réalisé par nous-mêmes à partir de données collectées sur Eurofidai.

Annexe N°6 : Ecarts entre volatilité anormale et volatilité normale pour le NASDAQ

Dates	Ecarts en termes de volatilité anormale				
		25/11/2008	0.00215289645222065	06/04/2020	0.00167830806657385
17/03/2020	0.00459387287753388	30/10/2008	0.00212843193080239	09/04/2020	0.00167019744334311
04/01/2001	0.00426173297216494	01/04/2020	0.00212603186619861	18/01/2001	0.00166160404588947
18/03/2020	0.00407110681338307	03/12/2008	0.0211135203448816	27/12/2000	0.00165516068550032
19/03/2020	0.0038918547413156	26/12/2000	0.00211221555382145	30/09/2008	0.0016398617365543
08/01/2001	0.00346246395342662	27/04/2000	0.00210813990094884	13/12/2000	0.00163532245143526
20/03/2020	0.00341039529424046	28/04/2000	0.00208086661686499	10/10/2008	0.00162383626529842
25/03/2020	0.0033549794163669	06/04/2001	0.00206436688844459	08/10/2008	0.0016228085534296
16/10/2008	0.00322137225953063	16/01/2001	0.00203555193689259	05/11/1987	0.00161999214263334
23/03/2020	0.00321113779458436	31/10/2008	0.00203474989495273	23/04/2001	0.00161650112362127
27/10/1987	0.00314030820111834	03/11/1987	0.0202034041408927	14/12/2000	0.00161077118728279
05/01/2001	0.00312686049240266	20/10/1987	0.00200778936630464	18/11/2008	0.00159921843152194
14/10/2008	0.0031060591745906	04/12/2008	0.00200271618851464	12/04/2001	0.00159349676297485
16/03/2020	0.00304090575692513	19/04/2001	0.00200210128050938	10/12/2008	0.00158971292585062
17/10/2008	0.00295450308876634	24/10/2008	0.00198408085143513	19/01/2001	0.00157642813694326
19/04/2000	0.00288950581478723	11/12/2000	0.00194847900205345	20/10/2000	0.00157613578716301
27/03/2020	0.00287398273486777	24/11/2008	0.00191820220580581	02/06/2000	0.00157210721857719
09/01/2001	0.00286339926593471	27/10/2008	0.00191318682885583	01/12/2008	0.00156650156410608
29/10/2008	0.00278252745487809	03/01/2001	0.00189115420484818	10/04/2001	0.00156036166317168
24/03/2020	0.00276969898879577	28/11/2008	0.00187629221169652	04/11/2008	0.00155858539426394
22/10/1987	0.00272001683594326	08/12/2008	0.00187526774420252	16/04/2001	0.00155562881354776
26/03/2020	0.0027145135685334	04/11/1987	0.00186985492502553	28/12/2000	0.00154965053283984
17/04/2000	0.0026335294601613	05/12/2008	0.0018666770173181	01/10/2008	0.0015353022834306
10/01/2001	0.00261052098593595	11/04/2001	0.00186323574525697	15/12/2000	0.00153301175721917
30/03/2020	0.00260860744194435	03/04/2020	0.00185828085076568	04/05/2000	0.0015309157402166
20/10/2008	0.00256845033933371	21/12/2000	0.00185727980417196	25/04/2001	0.00152120962864982
18/04/2000	0.00255150621783998	20/04/2001	0.00185390710405543	10/11/2008	0.00150804754519612
02/12/2008	0.0025394515144116	20/11/2008	0.00184193903318931	05/11/2008	0.00149668572143083
23/10/1987	0.00253714045673653	01/05/2000	0.00183817022170328	06/06/2000	0.00149482028167232
28/10/1987	0.00247541690408342	05/06/2000	0.00183560042754002	13/11/2008	0.00147868905289617
26/04/2000	0.00247087492540143	21/11/2008	0.0018301826667673	11/05/2000	0.00147633574710668
21/10/1987	0.0024558654412182	09/12/2008	0.00181730016073064	06/11/1987	0.00147580249732853
20/04/2000	0.00245101031406455	07/12/2000	0.0018108916758472	03/10/2008	0.00147091359003672
31/03/2020	0.00244771712261553	17/01/2001	0.00180654469649645	22/12/2000	0.00146201772687138
13/03/2020	0.00244369371406327	17/11/2008	0.0018003866749929	14/04/2000	0.00145689888444761
11/01/2001	0.00242461100032978	14/11/2008	0.00178101344853608	13/04/2020	0.00143860010085826
21/10/2008	0.00242288033395089	26/11/2008	0.00177503082297336	12/12/2008	0.00143533452720062
15/10/2008	0.00240488803177006	28/10/2008	0.00176707828065654	17/04/2001	0.001429499894775
12/01/2001	0.0023852140820916	03/11/2008	0.00176694971626097	18/12/2000	0.00142826199774466
02/11/1987	0.0023535225664336	13/04/2000	0.00176371478520251	12/03/2020	0.00142406616027587
30/10/1987	0.00234792360752664	24/04/2001	0.00175776514752547	17/12/2008	0.00141747410651794
22/10/2008	0.00233609057860419	08/04/2020	0.00174609140571108	11/12/2008	0.00141497325731623
06/12/2000	0.0023323408266382	03/05/2000	0.00174490805086938	01/09/1998	0.00141015520083915
23/10/2008	0.00232845364839426	12/12/2000	0.00174156002704592	04/04/2000	0.00140989959660559
29/10/1987	0.00228416536267441	06/11/2008	0.00172187716853183	26/04/2001	0.00140178198027252
26/10/1987	0.00226867986980218	09/04/2001	0.00171608230014254	19/11/2008	0.00140019066939764

24/04/2000	0.00222106816731726	02/05/2000	0.00169634291151824	07/06/2000	0.00138827389296905
25/04/2000	0.00221896374832912	08/12/2000	0.00169100369087012	07/10/2008	0.00138090570119723
07/04/2020	0.00219841818477269	31/05/2000	0.00168125701691803	11/11/2008	0.00136862917481313
02/04/2020	0.00215675893397963	07/11/2008	0.00167964043168627	20/12/2000	0.00136775061539496
22/01/2001	0.00135431085966931	25/05/2000	0.00115715767694542	06/04/2000	0.000986411146312873
02/01/2001	0.00135374907719161	18/12/2008	0.00115337705753541	02/11/2000	0.000986137055627751
05/05/2000	0.00134618344776358	03/09/1998	0.00115107146005625	22/03/2001	0.000983574510413327
02/10/2008	0.00134240230442341	11/03/2009	0.00114645320378027	22/11/2000	0.0009798318769492
29/12/2000	0.00134211615775172	11/08/2011	0.00114546798084939	02/05/2001	0.000977076688040606
29/11/2000	0.00133594543560903	15/03/2001	0.00114403684329225	30/03/2001	0.000975742853413875
12/05/2000	0.00133577461212644	30/04/2001	0.00113653019551515	25/03/2009	0.000975580527122635
11/04/2000	0.00133479942703402	13/11/2000	0.00112639619826263	16/08/2011	0.00097404532110444
09/10/2008	0.00133034515039221	24/11/2000	0.00112299343845178	13/06/2000	0.000973861048039014
10/03/2020	0.00132277540958508	24/10/2000	0.00111299500913103	18/10/2000	0.000971776365625231
16/10/2000	0.00131930231367309	09/06/2000	0.00110008367615856	04/10/2001	0.000966407363153158
02/09/1998	0.00131648595079992	16/05/2000	0.00109307646683784		
27/11/2000	0.0013153751116481	30/11/2000	0.00108929136809016		
26/10/2000	0.00131383342727578	10/08/2011	0.00108728433940092		
04/04/2001	0.00131348450298882	05/04/2001	0.00108334827961621		
09/05/2000	0.00130983956466138	26/01/2001	0.00108193634095858		
13/10/2008	0.00130842851326506	19/12/2008	0.00108064983486688		
24/05/2000	0.00130045272095051	28/11/2000	0.0010805536527139		
11/03/2020	0.00129854113158348	10/09/1998	0.00107667432920833		
01/06/2000	0.00129492216954214	05/04/2000	0.00107209833247092		
15/11/2000	0.00129228423738829	26/05/2000	0.00107185255566235		
09/09/1998	0.00129155291199647	22/05/2000	0.00107069827190996		
09/11/1987	0.00128240118731563	17/05/2000	0.00106588837471515		
14/03/2001	0.00128062661209743	11/11/1987	0.00106274434079095		
15/12/2008	0.00127222521163134	14/09/1998	0.00106114814679678		
08/05/2000	0.00127052952308746	27/10/2000	0.00106069192470557		
12/11/2008	0.00126400548098856	23/03/2001	0.00105734064874921		
08/06/2000	0.00126301611449349	19/08/2011	0.00105731539930459		
12/08/2011	0.00125351038610836	25/09/2001	0.00104926828245348		
19/12/2000	0.00125187772483668	11/09/1998	0.00104667976050938		
06/10/2008	0.00124996698587632	04/12/2000	0.00104109455334101		
13/03/2001	0.00124907806902076	15/08/2011	0.00104004779623086		
18/04/2001	0.00124466431512055	04/09/1998	0.00103885164200664		
27/04/2001	0.00123708556665676	16/03/2001	0.00103801372570579		
21/11/2000	0.00122818029464262	10/04/2000	0.00103401962602905		
01/11/2000	0.00122039688990781	01/05/2001	0.00103378747473391		
01/12/2000	0.00121357100458555	09/05/2002	0.00103153730768268		
23/10/2000	0.0012133137380388	16/11/2000	0.00102147780476597		
12/04/2000	0.00120753272126688	07/08/2002	0.00101720941797866		
23/01/2001	0.00120098945973126	09/08/2011	0.00101298600707866		
29/03/2001	0.00119946328446784	09/11/2000	0.0010025393629875		
24/03/2009	0.00118520398247516	25/01/2001	0.00100177863287104		
17/11/2000	0.00118437474450529	19/03/2001	0.000999878652251207		
10/11/1987	0.00118085153363645	03/11/2000	0.000996536514840361		
16/12/2008	0.00118038222060059	25/10/2000	0.000995351198685303		

10/05/2000	0.00117861053359397	13/03/2009	0.000995085887363146
21/03/2001	0.00117274744433938	16/10/1998	0.000995073618310001
15/05/2000	0.00117091790553087	12/10/1998	0.000989717560202107
24/01/2001	0.00117012395821699	20/03/2001	0.000989660225966504
30/07/2002	0.00115822377704369	12/06/2000	0.000988319542239102

Source : Réalisé par nous-mêmes à partir de données collectées sur Eurofidai.

Annexe N°7 : Ecarts entre volatilité anormale et volatilité normale pour le MADEX

Dates	Ecarts en termes de volatilité anormale
03/01/2003	0.00359193655774723
17/03/2020	0.00316324890625847
06/01/2003	0.00240021249173368
18/03/2020	0.00238410739596871
13/03/2020	0.00202434188083657
19/03/2020	0.00191002678622146
11/03/2020	0.00163987812191987
20/03/2020	0.00159869458711982
07/01/2003	0.00159532251423514
23/03/2020	0.00139952086925427
16/03/2020	0.00134953373297286
24/03/2020	0.00129650767842567
10/03/2020	0.00117822360614992
15/05/2007	0.00113376425542897
12/03/2020	0.0010924186965788
08/01/2003	0.0010684533695857
25/03/2020	0.000989089465697272
06/01/2009	0.000962792707720829

Source : Réalisé par nous-mêmes à partir de données collectées sur Eurofidai.

Annexe N°8 : Temps de retour des fluctuations vers la volatilité normale pour le CAC40

Dates des volatilités anormales	Niveaux des volatilités anormales	Dates de début de constante	Dates de fin de constante	Temps de retours en jours
13/10/1998	0.00117780219816734	15/04/1999	21/04/1999	184
14/10/1998	0.00105003663590026	15/04/1999	21/04/1999	183
22/07/2002	0.00102368609920704	12/12/2003	16/03/2004	508
23/07/2002	0.00118989222316441	12/12/2003	16/03/2004	507
24/07/2002	0.00112501845323306	12/12/2003	16/03/2004	506
25/07/2002	0.0010258387070779	12/12/2003	16/03/2004	505
26/07/2002	0.00108092445833677	12/12/2003	16/03/2004	504
30/07/2002	0.00134383721163955	12/12/2003	16/03/2004	500
31/07/2002	0.00119842758189095	12/12/2003	16/03/2004	499
01/08/2002	0.00107641327494956	12/12/2003	16/03/2004	498
02/08/2002	0.0012231178610169	12/12/2003	16/03/2004	497
05/08/2002	0.00108859313863593	12/12/2003	16/03/2004	494
06/08/2002	0.00113251657254023	12/12/2003	16/03/2004	493
07/08/2002	0.00129506385842691	12/12/2003	16/03/2004	492
08/08/2002	0.00115476946298747	12/12/2003	16/03/2004	491
09/08/2002	0.00115271951236296	12/12/2003	16/03/2004	490
12/08/2002	0.001054647114251	12/12/2003	16/03/2004	487
16/08/2002	0.00105120380791476	12/12/2003	16/03/2004	483
01/10/2002	0.00108410932667742	12/12/2003	16/03/2004	437
03/10/2002	0.0010392303576955	12/12/2003	16/03/2004	435
04/10/2002	0.00100126577118089	12/12/2003	16/03/2004	434
07/10/2002	0.00100484986108637	12/12/2003	16/03/2004	431
16/10/2002	0.00126534597372914	12/12/2003	16/03/2004	422
17/10/2002	0.00113018782585149	12/12/2003	16/03/2004	421
18/10/2002	0.00114203743904528	12/12/2003	16/03/2004	420
21/10/2002	0.00102413571703125	12/12/2003	16/03/2004	417
17/03/2003	0.00120996819074638	12/12/2003	16/03/2004	270
18/03/2003	0.00118418216975481	12/12/2003	16/03/2004	269
19/03/2003	0.00107219443854801	12/12/2003	16/03/2004	268
25/03/2003	0.00113394919233854	12/12/2003	16/03/2004	262
26/03/2003	0.0010699160864783	12/12/2003	16/03/2004	261
22/09/2008	0.0011895011915993	24/09/2009	07/10/2009	367
23/09/2008	0.00111572266923567	24/09/2009	07/10/2009	366
24/09/2008	0.00103430865687547	24/09/2009	07/10/2009	365
07/10/2008	0.00151600678607907	24/09/2009	07/10/2009	352
08/10/2008	0.00135089119490943	24/09/2009	07/10/2009	351
09/10/2008	0.00160286326451226	24/09/2009	07/10/2009	350
10/10/2008	0.00145116359948958	24/09/2009	07/10/2009	349
13/10/2008	0.00189196020457332	24/09/2009	07/10/2009	346
14/10/2008	0.0029074280344563	24/09/2009	07/10/2009	345
15/10/2008	0.0026554699432448	24/09/2009	07/10/2009	344
16/10/2008	0.00282839582603748	24/09/2009	07/10/2009	343
17/10/2008	0.0028670514252877	24/09/2009	07/10/2009	342
20/10/2008	0.00275984867940967	24/09/2009	07/10/2009	339

21/10/2008	0.0025744414485358	24/09/2009	07/10/2009	338
22/10/2008	0.00229329915004294	24/09/2009	07/10/2009	337
23/10/2008	0.00230183785061432	24/09/2009	07/10/2009	336
24/10/2008	0.00204718505956248	24/09/2009	07/10/2009	335
27/10/2008	0.00194789783235932	24/09/2009	07/10/2009	332
28/10/2008	0.00189161648328513	24/09/2009	07/10/2009	331
29/10/2008	0.00170409484249022	24/09/2009	07/10/2009	330
30/10/2008	0.00235017986749137	24/09/2009	07/10/2009	329
31/10/2008	0.00208912357505748	24/09/2009	07/10/2009	328
03/11/2008	0.00190831888372482	24/09/2009	07/10/2009	325
04/11/2008	0.00170914161618188	24/09/2009	07/10/2009	324
05/11/2008	0.00172667807324539	24/09/2009	07/10/2009	323
06/11/2008	0.0015764888570801	24/09/2009	07/10/2009	322
07/11/2008	0.00181267991345573	24/09/2009	07/10/2009	321
10/11/2008	0.00166711216158681	24/09/2009	07/10/2009	318
11/11/2008	0.00149256423982878	24/09/2009	07/10/2009	317
12/11/2008	0.00156425905969276	24/09/2009	07/10/2009	316
13/11/2008	0.00148820537796838	24/09/2009	07/10/2009	315
14/11/2008	0.00133459221428672	24/09/2009	07/10/2009	314
17/11/2008	0.00119124925715278	24/09/2009	07/10/2009	311
18/11/2008	0.00117347361924087	24/09/2009	07/10/2009	310
19/11/2008	0.00105548706177056	24/09/2009	07/10/2009	309
20/11/2008	0.00110473274970609	24/09/2009	07/10/2009	308
21/11/2008	0.00110732235049643	24/09/2009	07/10/2009	307
24/11/2008	0.00109911031734455	24/09/2009	07/10/2009	304
25/11/2008	0.00197685760752083	24/09/2009	07/10/2009	303
26/11/2008	0.00177015553232317	24/09/2009	07/10/2009	302
27/11/2008	0.00159069901890145	24/09/2009	07/10/2009	301
28/11/2008	0.00147599996898855	24/09/2009	07/10/2009	300
01/12/2008	0.0013140325729137	24/09/2009	07/10/2009	297
02/12/2008	0.00148458312424714	24/09/2009	07/10/2009	296
03/12/2008	0.0013728827751929	24/09/2009	07/10/2009	295
04/12/2008	0.00122289736387693	24/09/2009	07/10/2009	294
05/12/2008	0.00108884180265927	24/09/2009	07/10/2009	293
08/12/2008	0.00127266664647841	24/09/2009	07/10/2009	290
09/12/2008	0.00187000734909393	24/09/2009	07/10/2009	289
10/12/2008	0.00168487259787617	24/09/2009	07/10/2009	288
11/12/2008	0.00150231434483325	24/09/2009	07/10/2009	287
12/12/2008	0.00133867517949708	24/09/2009	07/10/2009	286
15/12/2008	0.00127183643286231	24/09/2009	07/10/2009	283
16/12/2008	0.00114024870985153	24/09/2009	07/10/2009	282
17/12/2008	0.00105521357411096	24/09/2009	07/10/2009	281
11/05/2010	0.00136864047188069	26/10/2010	24/11/2010	168
12/05/2010	0.00122379067418724	26/10/2010	24/11/2010	167
13/05/2010	0.00109993923928573	26/10/2010	24/11/2010	166
17/05/2010	0.00108569273326217	26/10/2010	24/11/2010	162

Source : Réalisé par nous-mêmes à partir de données collectées sur Eurofidai.

Annexe N°9 : Temps de retour des fluctuations vers la volatilité normale pour le DAX

Dates des volatilités anormales	Niveaux des volatilités anormales	Dates de début de constante	Dates de fin de constante	Temps de retours en jours
18/10/1989	0.00230065752862817	27/06/1990	07/08/1990	252
19/10/1989	0.00232928240766504	27/06/1990	07/08/1990	251
20/10/1989	0.00202381906116998	27/06/1990	07/08/1990	250
23/10/1989	0.0017496747820597	27/06/1990	07/08/1990	247
24/10/1989	0.00150147414408828	27/06/1990	07/08/1990	246
25/10/1989	0.00129111017294284	27/06/1990	07/08/1990	245
26/10/1989	0.00112921678063203	27/06/1990	07/08/1990	244
27/10/1989	0.00100591304679537	27/06/1990	07/08/1990	243
21/08/1991	0.00105733097794872	20/09/1991	26/08/1992	30
22/08/1991	0.00103166359800676	20/09/1991	26/08/1992	29
23/08/1991	0.00110759309089041	20/09/1991	26/08/1992	28
05/10/1998	0.00123809833272832	27/05/1999	02/08/1999	234
06/10/1998	0.00109990725691427	27/05/1999	02/08/1999	233
07/10/1998	0.00107290950292397	27/05/1999	02/08/1999	232
08/10/1998	0.00118995972167131	27/05/1999	02/08/1999	231
09/10/1998	0.00119721708586697	27/05/1999	02/08/1999	230
12/10/1998	0.00126917727840974	27/05/1999	02/08/1999	227
13/10/1998	0.00137754030031287	27/05/1999	02/08/1999	226
14/10/1998	0.00163588153118082	27/05/1999	02/08/1999	225
15/10/1998	0.00143511651297225	27/05/1999	02/08/1999	224
16/10/1998	0.00129228753367591	27/05/1999	02/08/1999	223
19/10/1998	0.00112259407305982	27/05/1999	02/08/1999	220
13/09/2001	0.00124259457854198	17/12/2003	15/03/2004	825
14/09/2001	0.00108891066094784	17/12/2003	15/03/2004	824
17/09/2001	0.00111191006378772	17/12/2003	15/03/2004	821
18/09/2001	0.00131905584267148	17/12/2003	15/03/2004	820
19/09/2001	0.00120132612474587	17/12/2003	15/03/2004	819
20/09/2001	0.0010961522401934	17/12/2003	15/03/2004	818
21/09/2001	0.00119174567000417	17/12/2003	15/03/2004	817
24/09/2001	0.00130247282809922	17/12/2003	15/03/2004	814
25/09/2001	0.00129588955159797	17/12/2003	15/03/2004	813
26/09/2001	0.00146851229813056	17/12/2003	15/03/2004	812
27/09/2001	0.00128317428987319	17/12/2003	15/03/2004	811
28/09/2001	0.00115516340189986	17/12/2003	15/03/2004	810
01/10/2001	0.00106225701186775	17/12/2003	15/03/2004	807
24/07/2002	0.00115309193306193	17/12/2003	15/03/2004	511
25/07/2002	0.00122427461690394	17/12/2003	15/03/2004	510
26/07/2002	0.00117837451032153	17/12/2003	15/03/2004	509
29/07/2002	0.00110436450926996	17/12/2003	15/03/2004	506
30/07/2002	0.00121326069994135	17/12/2003	15/03/2004	505
31/07/2002	0.00153748130010796	17/12/2003	15/03/2004	504
01/08/2002	0.00140929476930228	17/12/2003	15/03/2004	503
02/08/2002	0.00141666325889669	17/12/2003	15/03/2004	502
05/08/2002	0.00128985770753148	17/12/2003	15/03/2004	499

06/08/2002	0.00127694574338851	17/12/2003	15/03/2004	498
07/08/2002	0.00156341886205254	17/12/2003	15/03/2004	497
08/08/2002	0.00177911287493343	17/12/2003	15/03/2004	496
09/08/2002	0.00174761705608847	17/12/2003	15/03/2004	495
12/08/2002	0.00182176799609154	17/12/2003	15/03/2004	492
13/08/2002	0.00163890421245199	17/12/2003	15/03/2004	491
14/08/2002	0.00148809160067442	17/12/2003	15/03/2004	490
15/08/2002	0.00131146223961082	17/12/2003	15/03/2004	489
16/08/2002	0.00119851068383175	17/12/2003	15/03/2004	488
19/08/2002	0.001064413890377	17/12/2003	15/03/2004	485
02/10/2002	0.00104643597719131	17/12/2003	15/03/2004	441
03/10/2002	0.00101157438380773	17/12/2003	15/03/2004	440
07/10/2002	0.00101156531290391	17/12/2003	15/03/2004	436
14/10/2002	0.0011098066409167	17/12/2003	15/03/2004	429
15/10/2002	0.00140497777285014	17/12/2003	15/03/2004	428
16/10/2002	0.00146221755738928	17/12/2003	15/03/2004	427
17/10/2002	0.00165009555922055	17/12/2003	15/03/2004	426
18/10/2002	0.00154687235215481	17/12/2003	15/03/2004	425
21/10/2002	0.00156336707221939	17/12/2003	15/03/2004	422
22/10/2002	0.00139744177692216	17/12/2003	15/03/2004	421
23/10/2002	0.00137342113890464	17/12/2003	15/03/2004	420
24/10/2002	0.00138832796784376	17/12/2003	15/03/2004	419
25/10/2002	0.00138285467625228	17/12/2003	15/03/2004	418
28/10/2002	0.00123481407640769	17/12/2003	15/03/2004	415
29/10/2002	0.00109899542781623	17/12/2003	15/03/2004	414
30/10/2002	0.00114735150108885	17/12/2003	15/03/2004	413
31/10/2002	0.00127820517781765	17/12/2003	15/03/2004	412
01/11/2002	0.00117503453703393	17/12/2003	15/03/2004	411
04/11/2002	0.00102146045436147	17/12/2003	15/03/2004	408
06/11/2002	0.00105697684278671	17/12/2003	15/03/2004	406
17/03/2003	0.00109720378982038	17/12/2003	15/03/2004	275
18/03/2003	0.00102293239810792	17/12/2003	15/03/2004	274
19/03/2003	0.00103481221938733	17/12/2003	15/03/2004	273
20/03/2003	0.0010157211994193	17/12/2003	15/03/2004	272
25/03/2003	0.00101351429214357	17/12/2003	15/03/2004	267
26/03/2003	0.00123307430558347	17/12/2003	15/03/2004	266
27/03/2003	0.0011720767620338	17/12/2003	15/03/2004	265
28/03/2003	0.00104759195427406	17/12/2003	15/03/2004	264
04/04/2003	0.00105211026126503	17/12/2003	15/03/2004	257
08/04/2003	0.00103624757257749	17/12/2003	15/03/2004	253
09/04/2003	0.00117218363965046	17/12/2003	15/03/2004	252
10/04/2003	0.00103312232742716	17/12/2003	15/03/2004	251
28/01/2008	0.00111449985455445	09/05/2008	14/07/2008	102
10/10/2008	0.00116864398507643	23/09/2009	05/10/2009	348
13/10/2008	0.00126163098953424	23/09/2009	05/10/2009	345
14/10/2008	0.00201185409593536	23/09/2009	05/10/2009	344
15/10/2008	0.00280375991839018	23/09/2009	05/10/2009	343
16/10/2008	0.00263266288549617	23/09/2009	05/10/2009	342
17/10/2008	0.00270909107123231	23/09/2009	05/10/2009	341

20/10/2008	0.00257026644645617	23/09/2009	05/10/2009	338
21/10/2008	0.00229935712077721	23/09/2009	05/10/2009	337
22/10/2008	0.00198508415718248	23/09/2009	05/10/2009	336
23/10/2008	0.00179528143136303	23/09/2009	05/10/2009	335
24/10/2008	0.00171383124414421	23/09/2009	05/10/2009	334
27/10/2008	0.00158395261119883	23/09/2009	05/10/2009	331
28/10/2008	0.00156909616211698	23/09/2009	05/10/2009	330
29/10/2008	0.00185817991963734	23/09/2009	05/10/2009	329
30/10/2008	0.0026219904447232	23/09/2009	05/10/2009	328
31/10/2008	0.00225378372785852	23/09/2009	05/10/2009	327
03/11/2008	0.0019661165644062	23/09/2009	05/10/2009	324
04/11/2008	0.0017338024561001	23/09/2009	05/10/2009	323
05/11/2008	0.00158918304716683	23/09/2009	05/10/2009	322
06/11/2008	0.00158134057296492	23/09/2009	05/10/2009	321
07/11/2008	0.00158832709297559	23/09/2009	05/10/2009	320
10/11/2008	0.00177953622730516	23/09/2009	05/10/2009	317
11/11/2008	0.0015900425073509	23/09/2009	05/10/2009	316
12/11/2008	0.00150209022901592	23/09/2009	05/10/2009	315
13/11/2008	0.00155831336223024	23/09/2009	05/10/2009	314
14/11/2008	0.00141361547383764	23/09/2009	05/10/2009	313
17/11/2008	0.00122212434574489	23/09/2009	05/10/2009	310
18/11/2008	0.00110665461658973	23/09/2009	05/10/2009	309
19/11/2008	0.00104196607016983	23/09/2009	05/10/2009	308
21/11/2008	0.00110192701902159	23/09/2009	05/10/2009	306
24/11/2008	0.00104888887079018	23/09/2009	05/10/2009	303
25/11/2008	0.00136905441556652	23/09/2009	05/10/2009	302
26/11/2008	0.00203904718597655	23/09/2009	05/10/2009	301
27/11/2008	0.00174844481126156	23/09/2009	05/10/2009	300
28/11/2008	0.00151986136710599	23/09/2009	05/10/2009	299
01/12/2008	0.0013449054652611	23/09/2009	05/10/2009	296
02/12/2008	0.00129768901963903	23/09/2009	05/10/2009	295
03/12/2008	0.00144203083065329	23/09/2009	05/10/2009	294
04/12/2008	0.00131574561773088	23/09/2009	05/10/2009	293
05/12/2008	0.0011340297737593	23/09/2009	05/10/2009	292
08/12/2008	0.00104158165413834	23/09/2009	05/10/2009	289
09/12/2008	0.00126178889446436	23/09/2009	05/10/2009	288
10/12/2008	0.00155802357072779	23/09/2009	05/10/2009	287
11/12/2008	0.00135106660397568	23/09/2009	05/10/2009	286
12/12/2008	0.00116477864936669	23/09/2009	05/10/2009	285
15/12/2008	0.00102715582881576	23/09/2009	05/10/2009	282
06/10/2011	0.00100720622417629	17/02/2012	08/03/2012	134
07/10/2011	0.00109589219136346	17/02/2012	08/03/2012	133
10/10/2011	0.00102005023703409	17/02/2012	08/03/2012	130

Source : Réalisé par nous-mêmes à partir de données collectées sur Eurofidai.

Annexe N°10 : Temps de retour des fluctuations vers la volatilité normale pour le FTSE

Dates des volatilités anormales	Niveaux des volatilités anormales	Dates de début de constante	Dates de fin de constante	Temps de retours en jours
23/07/2002	0.00114238099248512	31/07/2003	18/05/2006	373
26/07/2002	0.00109883969123456	31/07/2003	18/05/2006	370
30/07/2002	0.00109762929465318	31/07/2003	18/05/2006	366
02/08/2002	0.00101910007775336	31/07/2003	18/05/2006	363
22/09/2008	0.00137450415295336	24/09/2009	02/11/2009	367
23/09/2008	0.0012107614616383	24/09/2009	02/11/2009	366
24/09/2008	0.00109130350735636	24/09/2009	02/11/2009	365
30/09/2008	0.00105066595199417	24/09/2009	02/11/2009	359
07/10/2008	0.00139690675206041	24/09/2009	02/11/2009	352
08/10/2008	0.00120483285659098	24/09/2009	02/11/2009	351
09/10/2008	0.00137945325893925	24/09/2009	02/11/2009	350
10/10/2008	0.00120822735871813	24/09/2009	02/11/2009	349
13/10/2008	0.00203054779712524	24/09/2009	02/11/2009	346
14/10/2008	0.00259483641071727	24/09/2009	02/11/2009	345
15/10/2008	0.00236108905971253	24/09/2009	02/11/2009	344
16/10/2008	0.00268194236876516	24/09/2009	02/11/2009	343
17/10/2008	0.00267249150589152	24/09/2009	02/11/2009	342
20/10/2008	0.00263695283890848	24/09/2009	02/11/2009	339
21/10/2008	0.00263101059938404	24/09/2009	02/11/2009	338
22/10/2008	0.00228555669642271	24/09/2009	02/11/2009	337
23/10/2008	0.00222194348971791	24/09/2009	02/11/2009	336
24/10/2008	0.00192901043366282	24/09/2009	02/11/2009	335
27/10/2008	0.00197938761913294	24/09/2009	02/11/2009	332
28/10/2008	0.00171333308208883	24/09/2009	02/11/2009	331
29/10/2008	0.00151986887367418	24/09/2009	02/11/2009	330
30/10/2008	0.0021129879667527	24/09/2009	02/11/2009	329
31/10/2008	0.00183520203272875	24/09/2009	02/11/2009	328
03/11/2008	0.00162859596253583	24/09/2009	02/11/2009	325
04/11/2008	0.00142990793440316	24/09/2009	02/11/2009	324
05/11/2008	0.00147179983194289	24/09/2009	02/11/2009	323
06/11/2008	0.00133927098590206	24/09/2009	02/11/2009	322
07/11/2008	0.0015667476671539	24/09/2009	02/11/2009	321
10/11/2008	0.00140640996644526	24/09/2009	02/11/2009	318
11/11/2008	0.00122088998405208	24/09/2009	02/11/2009	317
12/11/2008	0.00121536183047292	24/09/2009	02/11/2009	316
13/11/2008	0.00107808602281654	24/09/2009	02/11/2009	315
25/11/2008	0.00195922908381846	24/09/2009	02/11/2009	303
26/11/2008	0.00168932142239975	24/09/2009	02/11/2009	302
27/11/2008	0.00145810578758112	24/09/2009	02/11/2009	301
28/11/2008	0.00129365861940813	24/09/2009	02/11/2009	300
01/12/2008	0.0011402576640806	24/09/2009	02/11/2009	297
02/12/2008	0.00132521455126442	24/09/2009	02/11/2009	296
03/12/2008	0.00116554960643206	24/09/2009	02/11/2009	295
04/12/2008	0.0010198657607399	24/09/2009	02/11/2009	294
09/12/2008	0.00121203499797826	24/09/2009	02/11/2009	289

10/12/2008	0.00108741551227262	24/09/2009	02/11/2009	288

Source : Réalisé par nous-mêmes à partir de données collectées sur Eurofidai.

Annexe N°11 : Temps de retour des fluctuations vers la volatilité normale pour le DJIA

Dates des volatilités anormales	Niveaux des volatilités anormales	Dates de début de constante	Dates de fin de constante	Temps de retour en jours
01/10/2008	0.00114409038866048	12/08/2009	02/11/2009	315
08/10/2008	0.0010388077016669	12/08/2009	02/11/2009	308
09/10/2008	0.00103781104474599	12/08/2009	02/11/2009	307
10/10/2008	0.00128854238797797	12/08/2009	02/11/2009	306
13/10/2008	0.00147470269974643	12/08/2009	02/11/2009	303
14/10/2008	0.00201524642846741	12/08/2009	02/11/2009	302
15/10/2008	0.00257587687040859	12/08/2009	02/11/2009	301
16/10/2008	0.00219672382837876	12/08/2009	02/11/2009	300
17/10/2008	0.0027959747767587	12/08/2009	02/11/2009	299
20/10/2008	0.0020990987739387	12/08/2009	02/11/2009	296
21/10/2008	0.00225594731564051	12/08/2009	02/11/2009	295
22/10/2008	0.00196682742057427	12/08/2009	02/11/2009	294
23/10/2008	0.00205019092491832	12/08/2009	02/11/2009	293
24/10/2008	0.00195460465145241	12/08/2009	02/11/2009	292
27/10/2008	0.00174476194133146	12/08/2009	02/11/2009	289
28/10/2008	0.00169352103918072	12/08/2009	02/11/2009	288
29/10/2008	0.00233416744324436	12/08/2009	02/11/2009	287
30/10/2008	0.00272117773668151	12/08/2009	02/11/2009	286
31/10/2008	0.00196151819276519	12/08/2009	02/11/2009	285
03/11/2008	0.00206035434263239	12/08/2009	02/11/2009	282
04/11/2008	0.00159420273324363	12/08/2009	02/11/2009	281
05/11/2008	0.00161491211517445	12/08/2009	02/11/2009	280
06/11/2008	0.00157590588562975	12/08/2009	02/11/2009	279
07/11/2008	0.00173424384034685	12/08/2009	02/11/2009	278
10/11/2008	0.00159551872715092	12/08/2009	02/11/2009	275
11/11/2008	0.00143234040275661	12/08/2009	02/11/2009	274
12/11/2008	0.00126987052436792	12/08/2009	02/11/2009	273
13/11/2008	0.00132240913877059	12/08/2009	02/11/2009	272
14/11/2008	0.00159637760551158	12/08/2009	02/11/2009	271
17/11/2008	0.00168320500464085	12/08/2009	02/11/2009	268
18/11/2008	0.00149697886285938	12/08/2009	02/11/2009	267
19/11/2008	0.00139523421619744	12/08/2009	02/11/2009	266
20/11/2008	0.00139974217541962	12/08/2009	02/11/2009	265
21/11/2008	0.00163005920420934	12/08/2009	02/11/2009	264
24/11/2008	0.00181398867133918	12/08/2009	02/11/2009	261
25/11/2008	0.00195587782319373	12/08/2009	02/11/2009	260
26/11/2008	0.00171626991121973	12/08/2009	02/11/2009	259
28/11/2008	0.00156191269989787	12/08/2009	02/11/2009	257
01/12/2008	0.00142227018711772	12/08/2009	02/11/2009	254
02/12/2008	0.00168402036972949	12/08/2009	02/11/2009	253
03/12/2008	0.0019022460747429	12/08/2009	02/11/2009	252
04/12/2008	0.00151776229504194	12/08/2009	02/11/2009	251
05/12/2008	0.00151992191435924	12/08/2009	02/11/2009	250
08/12/2008	0.00134185773935431	12/08/2009	02/11/2009	247
09/12/2008	0.00135315094794468	12/08/2009	02/11/2009	246

10/12/2008	0.00124636995484024	12/08/2009	02/11/2009	245
11/12/2008	0.00113607362563242	12/08/2009	02/11/2009	244
12/12/2008	0.00101095772924786	12/08/2009	02/11/2009	243

Source : Réalisé par nous-mêmes à partir de données collectées sur Eurofidai.

Annexe N°12 : Temps de retour des fluctuations vers la volatilité normale pour le SP500

Dates des volatilités anormales	Niveaux des volatilités anormales	Dates de début de constante	Dates de fin de constante	Temps de retour en jours
29/10/1929	0.00235005839358597	21/03/1930	02/04/1930	143
30/10/1929	0.00312407477375926	21/03/1930	02/04/1930	142
31/10/1929	0.00431817682349312	21/03/1930	02/04/1930	141
04/11/1929	0.00412627696652643	21/03/1930	02/04/1930	137
06/11/1929	0.00398544012724407	21/03/1930	02/04/1930	135
07/11/1929	0.00454868806192503	21/03/1930	02/04/1930	134
08/11/1929	0.0042201708621295	21/03/1930	02/04/1930	133
11/11/1929	0.00380537296097464	21/03/1930	02/04/1930	130
12/11/1929	0.00380609094990079	21/03/1930	02/04/1930	129
13/11/1929	0.00374357714353465	21/03/1930	02/04/1930	128
14/11/1929	0.00368990406359029	21/03/1930	02/04/1930	127
15/11/1929	0.00408563283836002	21/03/1930	02/04/1930	126
18/11/1929	0.00396402388757825	21/03/1930	02/04/1930	123
19/11/1929	0.00357784035975919	21/03/1930	02/04/1930	122
20/11/1929	0.00330523239087646	21/03/1930	02/04/1930	121
21/11/1929	0.00304448037245911	21/03/1930	02/04/1930	120
22/11/1929	0.0027624616794411	21/03/1930	02/04/1930	119
25/11/1929	0.00248740151161387	21/03/1930	02/04/1930	116
26/11/1929	0.00225253450438665	21/03/1930	02/04/1930	115
27/11/1929	0.00211219610546573	21/03/1930	02/04/1930	114
02/12/1929	0.00191487366422527	21/03/1930	02/04/1930	109
03/12/1929	0.00172339884495798	21/03/1930	02/04/1930	108
04/12/1929	0.00165579627407165	21/03/1930	02/04/1930	107
05/12/1929	0.00152148377002974	21/03/1930	02/04/1930	106
06/12/1929	0.00137679980749655	21/03/1930	02/04/1930	105
09/12/1929	0.00130476565506913	21/03/1930	02/04/1930	102
10/12/1929	0.00117529985377584	21/03/1930	02/04/1930	101
11/12/1929	0.00106294846581271	21/03/1930	02/04/1930	100
13/12/1929	0.00115731476194284	21/03/1930	02/04/1930	98
16/12/1929	0.00110009333138996	21/03/1930	02/04/1930	95
17/12/1929	0.00102038516270803	21/03/1930	02/04/1930	94
09/01/1931	0.00124518374025681	27/07/1936	24/08/1936	2026
12/01/1931	0.00113141557419424	27/07/1936	24/08/1936	2023
13/01/1931	0.00103996437153988	27/07/1936	24/08/1936	2022
04/06/1931	0.00102072575016876	27/07/1936	24/08/1936	1880
05/06/1931	0.00101976087779964	27/07/1936	24/08/1936	1879
23/06/1931	0.0014428991088052	27/07/1936	24/08/1936	1861
24/06/1931	0.00131837133963805	27/07/1936	24/08/1936	1860
25/06/1931	0.00139759126910756	27/07/1936	24/08/1936	1859
26/06/1931	0.00126301019920252	27/07/1936	24/08/1936	1858
29/06/1931	0.00119042267795977	27/07/1936	24/08/1936	1855
30/06/1931	0.00110124860668711	27/07/1936	24/08/1936	1854
01/07/1931	0.00102203727351558	27/07/1936	24/08/1936	1853
24/09/1931	0.00101811047072051	27/07/1936	24/08/1936	1768

25/09/1931	0.00143889907854215	27/07/1936	24/08/1936	1767
28/09/1931	0.00134183201487399	27/07/1936	24/08/1936	1764
29/09/1931	0.00135505617221537	27/07/1936	24/08/1936	1763
30/09/1931	0.00139408950389332	27/07/1936	24/08/1936	1762
01/10/1931	0.00137565720531525	27/07/1936	24/08/1936	1761
02/10/1931	0.00127351135140846	27/07/1936	24/08/1936	1760
05/10/1931	0.00117546739618997	27/07/1936	24/08/1936	1757
06/10/1931	0.00186429812655434	27/07/1936	24/08/1936	1756
07/10/1931	0.00314374599877832	27/07/1936	24/08/1936	1755
08/10/1931	0.00284663437028082	27/07/1936	24/08/1936	1754
09/10/1931	0.00326678878781726	27/07/1936	24/08/1936	1753
13/10/1931	0.00294418529921601	27/07/1936	24/08/1936	1749
14/10/1931	0.00282961976194367	27/07/1936	24/08/1936	1748
15/10/1931	0.00259862452053235	27/07/1936	24/08/1936	1747
16/10/1931	0.00236867404737228	27/07/1936	24/08/1936	1746
19/10/1931	0.00222047321619172	27/07/1936	24/08/1936	1743
20/10/1931	0.00201217708642551	27/07/1936	24/08/1936	1742
21/10/1931	0.00200062983989941	27/07/1936	24/08/1936	1741
22/10/1931	0.00180946726189218	27/07/1936	24/08/1936	1740
23/10/1931	0.00173829565379679	27/07/1936	24/08/1936	1739
26/10/1931	0.00166272787848266	27/07/1936	24/08/1936	1736
27/10/1931	0.00153139127919511	27/07/1936	24/08/1936	1735
28/10/1931	0.00142586647426452	27/07/1936	24/08/1936	1734
29/10/1931	0.00139011071724369	27/07/1936	24/08/1936	1733
30/10/1931	0.00125247757460637	27/07/1936	24/08/1936	1732
02/11/1931	0.00122132010408234	27/07/1936	24/08/1936	1729
04/11/1931	0.00110321491828343	27/07/1936	24/08/1936	1727
05/11/1931	0.00108011696824923	27/07/1936	24/08/1936	1726
21/12/1931	0.00127515134656545	27/07/1936	24/08/1936	1680
22/12/1931	0.00121160115086342	27/07/1936	24/08/1936	1679
23/12/1931	0.00111761151676218	27/07/1936	24/08/1936	1678
24/12/1931	0.00117327629282551	27/07/1936	24/08/1936	1677
28/12/1931	0.00105635123550027	27/07/1936	24/08/1936	1673
29/12/1931	0.00101483422234851	27/07/1936	24/08/1936	1672
05/01/1932	0.00120315623975766	27/07/1936	24/08/1936	1665
06/01/1932	0.0010835056229662	27/07/1936	24/08/1936	1664
07/01/1932	0.00144547262778456	27/07/1936	24/08/1936	1663
08/01/1932	0.00132844595124957	27/07/1936	24/08/1936	1662
11/01/1932	0.00136705798217069	27/07/1936	24/08/1936	1659
12/01/1932	0.00124236754229787	27/07/1936	24/08/1936	1658
13/01/1932	0.00113045561150371	27/07/1936	24/08/1936	1657
14/01/1932	0.00124400780589273	27/07/1936	24/08/1936	1656
15/01/1932	0.00113128715018318	27/07/1936	24/08/1936	1655
18/01/1932	0.0010188195109392	27/07/1936	24/08/1936	1652
19/01/1932	0.0011266096959678	27/07/1936	24/08/1936	1651
20/01/1932	0.00101591507540547	27/07/1936	24/08/1936	1650
15/02/1932	0.00110024261430347	27/07/1936	24/08/1936	1624
16/02/1932	0.00119787688887988	27/07/1936	24/08/1936	1623
17/02/1932	0.0012292648329038	27/07/1936	24/08/1936	1622

18/02/1932	0.00127138282997353	27/07/1936	24/08/1936	1621
19/02/1932	0.0012130160870523	27/07/1936	24/08/1936	1620
23/02/1932	0.00109208027690216	27/07/1936	24/08/1936	1616
24/02/1932	0.00130742042330769	27/07/1936	24/08/1936	1615
25/02/1932	0.0012375586122116	27/07/1936	24/08/1936	1614
26/02/1932	0.00112382974052261	27/07/1936	24/08/1936	1613
29/02/1932	0.00101211319285519	27/07/1936	24/08/1936	1610
09/05/1932	0.00105715900313233	27/07/1936	24/08/1936	1540
01/06/1932	0.00133920902853164	27/07/1936	24/08/1936	1517
02/06/1932	0.00123090871198701	27/07/1936	24/08/1936	1516
03/06/1932	0.00139062021566059	27/07/1936	24/08/1936	1515
06/06/1932	0.00152734650368449	27/07/1936	24/08/1936	1512
07/06/1932	0.00150220592302267	27/07/1936	24/08/1936	1511
08/06/1932	0.00153887771021026	27/07/1936	24/08/1936	1510
09/06/1932	0.00171369869104777	27/07/1936	24/08/1936	1509
10/06/1932	0.001542401855513	27/07/1936	24/08/1936	1508
13/06/1932	0.00194833732213485	27/07/1936	24/08/1936	1505
14/06/1932	0.00179550817171337	27/07/1936	24/08/1936	1504
15/06/1932	0.00167344899525249	27/07/1936	24/08/1936	1503
16/06/1932	0.00163101200498721	27/07/1936	24/08/1936	1502
17/06/1932	0.00146803044240665	27/07/1936	24/08/1936	1501
20/06/1932	0.00163778164888317	27/07/1936	24/08/1936	1498
21/06/1932	0.0014877915861414	27/07/1936	24/08/1936	1497
22/06/1932	0.0014000114164337	27/07/1936	24/08/1936	1496
23/06/1932	0.00126026011059605	27/07/1936	24/08/1936	1495
24/06/1932	0.0011377507713613	27/07/1936	24/08/1936	1494
27/06/1932	0.00119668661098608	27/07/1936	24/08/1936	1491
28/06/1932	0.00119804676461135	27/07/1936	24/08/1936	1490
29/06/1932	0.00107860575644093	27/07/1936	24/08/1936	1489
28/07/1932	0.00103762560342106	27/07/1936	24/08/1936	1460
29/07/1932	0.0010286429671974	27/07/1936	24/08/1936	1459
01/08/1932	0.00101475178252668	27/07/1936	24/08/1936	1456
04/08/1932	0.00164246532377539	27/07/1936	24/08/1936	1453
05/08/1932	0.00151632509142752	27/07/1936	24/08/1936	1452
08/08/1932	0.00153903382480809	27/07/1936	24/08/1936	1449
09/08/1932	0.00220678880621333	27/07/1936	24/08/1936	1448
10/08/1932	0.0019892595578658	27/07/1936	24/08/1936	1447
11/08/1932	0.00190649319416946	27/07/1936	24/08/1936	1446
12/08/1932	0.00171898792468164	27/07/1936	24/08/1936	1445
15/08/1932	0.00217733296499017	27/07/1936	24/08/1936	1442
16/08/1932	0.00233548585871871	27/07/1936	24/08/1936	1441
17/08/1932	0.00219910603499944	27/07/1936	24/08/1936	1440
18/08/1932	0.00202868397619281	27/07/1936	24/08/1936	1439
19/08/1932	0.0018383923866221	27/07/1936	24/08/1936	1438
22/08/1932	0.00166370722663734	27/07/1936	24/08/1936	1435
23/08/1932	0.00159252959432233	27/07/1936	24/08/1936	1434
24/08/1932	0.00165997302300418	27/07/1936	24/08/1936	1433
25/08/1932	0.00153904822921672	27/07/1936	24/08/1936	1432
26/08/1932	0.00139300760151088	27/07/1936	24/08/1936	1431

29/08/1932	0.00127633510873393	27/07/1936	24/08/1936	1428
30/08/1932	0.0011963587202212	27/07/1936	24/08/1936	1427
31/08/1932	0.00109430593575192	27/07/1936	24/08/1936	1426
08/09/1932	0.00100148779925533	27/07/1936	24/08/1936	1418
09/09/1932	0.00103464640321757	27/07/1936	24/08/1936	1417
13/09/1932	0.00135578780821946	27/07/1936	24/08/1936	1413
14/09/1932	0.00140339626921149	27/07/1936	24/08/1936	1412
15/09/1932	0.00159139466183892	27/07/1936	24/08/1936	1411
16/09/1932	0.00160030457814167	27/07/1936	24/08/1936	1410
19/09/1932	0.00145497256459103	27/07/1936	24/08/1936	1407
20/09/1932	0.00140215604013644	27/07/1936	24/08/1936	1406
21/09/1932	0.00139917272479414	27/07/1936	24/08/1936	1405
22/09/1932	0.00259791068246288	27/07/1936	24/08/1936	1404
23/09/1932	0.00243095585110208	27/07/1936	24/08/1936	1403
26/09/1932	0.00221361104710381	27/07/1936	24/08/1936	1400
27/09/1932	0.00217421678914522	27/07/1936	24/08/1936	1399
28/09/1932	0.00196759786258888	27/07/1936	24/08/1936	1398
29/09/1932	0.00184536175953302	27/07/1936	24/08/1936	1397
30/09/1932	0.00175762928146825	27/07/1936	24/08/1936	1396
03/10/1932	0.00158275651817259	27/07/1936	24/08/1936	1393
04/10/1932	0.00142547314237703	27/07/1936	24/08/1936	1392
05/10/1932	0.00128343680412684	27/07/1936	24/08/1936	1391
06/10/1932	0.00181449207247432	27/07/1936	24/08/1936	1390
07/10/1932	0.00163534349493505	27/07/1936	24/08/1936	1389
10/10/1932	0.00177232737589023	27/07/1936	24/08/1936	1386
11/10/1932	0.0023110275897496	27/07/1936	24/08/1936	1385
13/10/1932	0.00256934688361394	27/07/1936	24/08/1936	1383
14/10/1932	0.00240530554942648	27/07/1936	24/08/1936	1382
17/10/1932	0.00261786026539685	27/07/1936	24/08/1936	1379
18/10/1932	0.00238967803897937	27/07/1936	24/08/1936	1378
19/10/1932	0.00218189726910602	27/07/1936	24/08/1936	1377
20/10/1932	0.00209847587628525	27/07/1936	24/08/1936	1376
21/10/1932	0.00194191633681023	27/07/1936	24/08/1936	1375
24/10/1932	0.00206475979904984	27/07/1936	24/08/1936	1372
25/10/1932	0.0018582176438445	27/07/1936	24/08/1936	1371
26/10/1932	0.00168360071420162	27/07/1936	24/08/1936	1370
27/10/1932	0.00154917126865577	27/07/1936	24/08/1936	1369
28/10/1932	0.00140087337275187	27/07/1936	24/08/1936	1368
31/10/1932	0.00129826345331702	27/07/1936	24/08/1936	1365
01/11/1932	0.00120315929974265	27/07/1936	24/08/1936	1364
02/11/1932	0.00116606961409118	27/07/1936	24/08/1936	1363
03/11/1932	0.00117548345788072	27/07/1936	24/08/1936	1362
04/11/1932	0.00106258045742965	27/07/1936	24/08/1936	1361
07/11/1932	0.00131933857629505	27/07/1936	24/08/1936	1358
09/11/1932	0.00144741729906698	27/07/1936	24/08/1936	1356
10/11/1932	0.00149651870702303	27/07/1936	24/08/1936	1355
11/11/1932	0.00188603570057476	27/07/1936	24/08/1936	1354
14/11/1932	0.00179485421436711	27/07/1936	24/08/1936	1351
15/11/1932	0.00172129364073558	27/07/1936	24/08/1936	1350

16/11/1932	0.00154923302952256	27/07/1936	24/08/1936	1349
17/11/1932	0.00149039513073842	27/07/1936	24/08/1936	1348
18/11/1932	0.00134693091651279	27/07/1936	24/08/1936	1347
21/11/1932	0.00121356016549663	27/07/1936	24/08/1936	1344
22/11/1932	0.00110088906677604	27/07/1936	24/08/1936	1343
25/11/1932	0.00109184529464446	27/07/1936	24/08/1936	1340
28/02/1933	0.00104578493799026	27/07/1936	24/08/1936	1245
16/03/1933	0.00346315591275449	27/07/1936	24/08/1936	1229
17/03/1933	0.00314418972269119	27/07/1936	24/08/1936	1228
20/03/1933	0.0030148674258796	27/07/1936	24/08/1936	1225
21/03/1933	0.00275193787603299	27/07/1936	24/08/1936	1224
22/03/1933	0.00268715057967775	27/07/1936	24/08/1936	1223
23/03/1933	0.00243539276490632	27/07/1936	24/08/1936	1222
24/03/1933	0.0022330346878158	27/07/1936	24/08/1936	1221
27/03/1933	0.00200951154144649	27/07/1936	24/08/1936	1218
28/03/1933	0.00187451905107563	27/07/1936	24/08/1936	1217
29/03/1933	0.00172262719550116	27/07/1936	24/08/1936	1216
30/03/1933	0.00160193171034468	27/07/1936	24/08/1936	1215
31/03/1933	0.00144326140221468	27/07/1936	24/08/1936	1214
03/04/1933	0.00140832218294683	27/07/1936	24/08/1936	1211
04/04/1933	0.00126851809445448	27/07/1936	24/08/1936	1210
05/04/1933	0.001143997779823	27/07/1936	24/08/1936	1209
06/04/1933	0.0010360806907027	27/07/1936	24/08/1936	1208
11/04/1933	0.00123696260650557	27/07/1936	24/08/1936	1203
12/04/1933	0.00111611268100611	27/07/1936	24/08/1936	1202
13/04/1933	0.00102931944876324	27/07/1936	24/08/1936	1201
17/04/1933	0.00108198089265052	27/07/1936	24/08/1936	1197
18/04/1933	0.00101900028523254	27/07/1936	24/08/1936	1196
20/04/1933	0.00135451379639036	27/07/1936	24/08/1936	1194
21/04/1933	0.00208768743653318	27/07/1936	24/08/1936	1193
24/04/1933	0.00211232360025059	27/07/1936	24/08/1936	1190
25/04/1933	0.00228082386867543	27/07/1936	24/08/1936	1189
26/04/1933	0.00211079770072942	27/07/1936	24/08/1936	1188
27/04/1933	0.00190296767996572	27/07/1936	24/08/1936	1187
28/04/1933	0.00172141262396715	27/07/1936	24/08/1936	1186
01/05/1933	0.00157521251359905	27/07/1936	24/08/1936	1183
02/05/1933	0.00197846589826887	27/07/1936	24/08/1936	1182
03/05/1933	0.00178140633570292	27/07/1936	24/08/1936	1181
04/05/1933	0.00160728448709107	27/07/1936	24/08/1936	1180
05/05/1933	0.00152261736721605	27/07/1936	24/08/1936	1179
08/05/1933	0.00137995556242565	27/07/1936	24/08/1936	1176
09/05/1933	0.00144965433311456	27/07/1936	24/08/1936	1175
10/05/1933	0.00130918777779983	27/07/1936	24/08/1936	1174
11/05/1933	0.00141548781181127	27/07/1936	24/08/1936	1173
12/05/1933	0.00134906654215075	27/07/1936	24/08/1936	1172
15/05/1933	0.00121677081736266	27/07/1936	24/08/1936	1169
16/05/1933	0.00124483079792425	27/07/1936	24/08/1936	1168
17/05/1933	0.00115582152719719	27/07/1936	24/08/1936	1167
18/05/1933	0.00104960169834424	27/07/1936	24/08/1936	1166

16/06/1933	0.00105314874880668	27/07/1936	24/08/1936	1137
20/06/1933	0.00161013507395271	27/07/1936	24/08/1936	1133
21/06/1933	0.0014725071264856	27/07/1936	24/08/1936	1132
22/06/1933	0.00132803298807865	27/07/1936	24/08/1936	1131
23/06/1933	0.00131107062619369	27/07/1936	24/08/1936	1130
26/06/1933	0.00128401373901577	27/07/1936	24/08/1936	1127
27/06/1933	0.00123636026836325	27/07/1936	24/08/1936	1126
28/06/1933	0.00112194825656938	27/07/1936	24/08/1936	1125
29/06/1933	0.00102719789487447	27/07/1936	24/08/1936	1124
05/07/1933	0.00118137665792619	27/07/1936	24/08/1936	1118
06/07/1933	0.00106773920847786	27/07/1936	24/08/1936	1117
07/07/1933	0.00102406473052065	27/07/1936	24/08/1936	1116
21/07/1933	0.0014189671915943	27/07/1936	24/08/1936	1102
24/07/1933	0.00201955965506276	27/07/1936	24/08/1936	1099
25/07/1933	0.00255960323727769	27/07/1936	24/08/1936	1098
26/07/1933	0.00233343578352838	27/07/1936	24/08/1936	1097
27/07/1933	0.00216341175045128	27/07/1936	24/08/1936	1096
28/07/1933	0.00195301569542505	27/07/1936	24/08/1936	1095
31/07/1933	0.0018130828666113	27/07/1936	24/08/1936	1092
01/08/1933	0.0018415121346199	27/07/1936	24/08/1936	1091
02/08/1933	0.00174229151142373	27/07/1936	24/08/1936	1090
03/08/1933	0.0016188057673764	27/07/1936	24/08/1936	1089
04/08/1933	0.00147318250253917	27/07/1936	24/08/1936	1088
07/08/1933	0.00137604911474393	27/07/1936	24/08/1936	1085
08/08/1933	0.00124555017311081	27/07/1936	24/08/1936	1084
09/08/1933	0.00122868023988188	27/07/1936	24/08/1936	1083
10/08/1933	0.00126022433951362	27/07/1936	24/08/1936	1082
11/08/1933	0.00116306874360674	27/07/1936	24/08/1936	1081
14/08/1933	0.0010488995833363	27/07/1936	24/08/1936	1078
18/08/1933	0.00105248571733338	27/07/1936	24/08/1936	1074
17/10/1933	0.0010261267646467	27/07/1936	24/08/1936	1014
18/10/1933	0.00102336707770499	27/07/1936	24/08/1936	1013
19/10/1933	0.00113343582800467	27/07/1936	24/08/1936	1012
20/10/1933	0.00127466438871441	27/07/1936	24/08/1936	1011
23/10/1933	0.0012261745697241	27/07/1936	24/08/1936	1008
24/10/1933	0.00113363402113643	27/07/1936	24/08/1936	1007
25/10/1933	0.00117080539242071	27/07/1936	24/08/1936	1006
26/10/1933	0.00112015332489812	27/07/1936	24/08/1936	1005
27/10/1933	0.00104824077802595	27/07/1936	24/08/1936	1004
31/10/1933	0.00113004384429346	27/07/1936	24/08/1936	1000
01/11/1933	0.00102592489524721	27/07/1936	24/08/1936	999
17/04/1935	0.00112530886747342	27/07/1936	24/08/1936	467
18/04/1935	0.00189753965946184	27/07/1936	24/08/1936	466
22/04/1935	0.00172643725301506	27/07/1936	24/08/1936	462
23/04/1935	0.00163532475113599	27/07/1936	24/08/1936	461
24/04/1935	0.00147256842294347	27/07/1936	24/08/1936	460
25/04/1935	0.0013424593691324	27/07/1936	24/08/1936	459
26/04/1935	0.00122323161126218	27/07/1936	24/08/1936	458
29/04/1935	0.00110342798169921	27/07/1936	24/08/1936	455

20/05/1935	0.00154526091186017	27/07/1936	24/08/1936	434
21/05/1935	0.00140603704985974	27/07/1936	24/08/1936	433
22/05/1935	0.00127276880183204	27/07/1936	24/08/1936	432
23/05/1935	0.00115121676094132	27/07/1936	24/08/1936	431
24/05/1935	0.0010364794710968	27/07/1936	24/08/1936	430
20/08/1935	0.00120845518306681	27/07/1936	24/08/1936	342
21/08/1935	0.00108836773013845	27/07/1936	24/08/1936	341
19/10/1937	0.00133320625406752	21/12/1939	14/05/1940	793
20/10/1937	0.00129360939044117	21/12/1939	14/05/1940	792
21/10/1937	0.00169820339669326	21/12/1939	14/05/1940	791
22/10/1937	0.00156559218114727	21/12/1939	14/05/1940	790
25/10/1937	0.00148313209582878	21/12/1939	14/05/1940	787
26/10/1937	0.00135132252977288	21/12/1939	14/05/1940	786
27/10/1937	0.00126412122947395	21/12/1939	14/05/1940	785
28/10/1937	0.00113814281996126	21/12/1939	14/05/1940	784
29/10/1937	0.00108108068980419	21/12/1939	14/05/1940	783
01/11/1937	0.001030866931283	21/12/1939	14/05/1940	780
04/11/1937	0.00109231540221521	21/12/1939	14/05/1940	777
12/11/1937	0.0010301755427833	21/12/1939	14/05/1940	769
29/11/1937	0.00100905075518048	21/12/1939	14/05/1940	752
11/01/1938	0.0011098680661014	21/12/1939	14/05/1940	709
12/01/1938	0.00100300483171706	21/12/1939	14/05/1940	708
11/10/1938	0.00113891820803626	21/12/1939	14/05/1940	436
13/10/1938	0.00160608082943281	21/12/1939	14/05/1940	434
14/10/1938	0.00153637967171351	21/12/1939	14/05/1940	433
17/10/1938	0.00138808074334337	21/12/1939	14/05/1940	430
18/10/1938	0.00125373225556118	21/12/1939	14/05/1940	429
19/10/1938	0.00114564837729405	21/12/1939	14/05/1940	428
20/10/1938	0.00106508406883123	21/12/1939	14/05/1940	427
06/09/1939	0.00161283465001602	21/12/1939	14/05/1940	106
07/09/1939	0.00145989970095202	21/12/1939	14/05/1940	105
08/09/1939	0.00131492481555108	21/12/1939	14/05/1940	104
11/09/1939	0.00120454668540396	21/12/1939	14/05/1940	101
12/09/1939	0.00114726571043429	21/12/1939	14/05/1940	100
13/09/1939	0.0010446058082788	21/12/1939	14/05/1940	99
22/05/1940	0.00122219232343857	30/10/1940	07/11/1940	161
23/05/1940	0.001101731110825	30/10/1940	07/11/1940	160
04/09/1946	0.00108102559127252	24/07/1947	05/02/1948	323
05/09/1946	0.00106126708994166	24/07/1947	05/02/1948	322
06/09/1946	0.00106585824680857	24/07/1947	05/02/1948	321
10/09/1946	0.00114389695401114	24/07/1947	05/02/1948	317
11/09/1946	0.0011085485751077	24/07/1947	05/02/1948	316
12/09/1946	0.00109112304979973	24/07/1947	05/02/1948	315
20/10/1987	0.00452576514298323	22/09/1988	16/10/1989	338
21/10/1987	0.00434153254482345	22/09/1988	16/10/1989	337
22/10/1987	0.00469823143510095	22/09/1988	16/10/1989	336
23/10/1987	0.00437959591714698	22/09/1988	16/10/1989	335
26/10/1987	0.00394022052275394	22/09/1988	16/10/1989	332
27/10/1987	0.00421697307343217	22/09/1988	16/10/1989	331

28/10/1987	0.00384837374162324	22/09/1988	16/10/1989	330
29/10/1987	0.00346238131995834	22/09/1988	16/10/1989	329
30/10/1987	0.00334505789628143	22/09/1988	16/10/1989	328
02/11/1987	0.00308640867567555	22/09/1988	16/10/1989	325
03/11/1987	0.00279940901371877	22/09/1988	16/10/1989	324
04/11/1987	0.00255686613475006	22/09/1988	16/10/1989	323
05/11/1987	0.00230685684701522	22/09/1988	16/10/1989	322
06/11/1987	0.00212124002942162	22/09/1988	16/10/1989	321
09/11/1987	0.00193535147776283	22/09/1988	16/10/1989	318
10/11/1987	0.0018256355733259	22/09/1988	16/10/1989	317
11/11/1987	0.0016732978382126	22/09/1988	16/10/1989	316
12/11/1987	0.00151907974288691	22/09/1988	16/10/1989	315
13/11/1987	0.00143706631952542	22/09/1988	16/10/1989	314
16/11/1987	0.00130777063967988	22/09/1988	16/10/1989	311
17/11/1987	0.00117884311197092	22/09/1988	16/10/1989	310
18/11/1987	0.00108487087543162	22/09/1988	16/10/1989	309
30/09/2008	0.00132171309542479	24/12/2009	05/02/2010	450
01/10/2008	0.00146842836634925	24/12/2009	05/02/2010	449
02/10/2008	0.00132425884621489	24/12/2009	05/02/2010	448
03/10/2008	0.00135338236445449	24/12/2009	05/02/2010	447
06/10/2008	0.00123735701874827	24/12/2009	05/02/2010	444
07/10/2008	0.0012615128656519	24/12/2009	05/02/2010	443
08/10/2008	0.00146043514040343	24/12/2009	05/02/2010	442
09/10/2008	0.00132819544845415	24/12/2009	05/02/2010	441
10/10/2008	0.00176504292851685	24/12/2009	05/02/2010	440
13/10/2008	0.00160316786764106	24/12/2009	05/02/2010	437
14/10/2008	0.00272932235050683	24/12/2009	05/02/2010	436
15/10/2008	0.00245917529268781	24/12/2009	05/02/2010	435
16/10/2008	0.00301235534268749	24/12/2009	05/02/2010	434
17/10/2008	0.00288104468422482	24/12/2009	05/02/2010	433
20/10/2008	0.00259672526484237	24/12/2009	05/02/2010	430
21/10/2008	0.00255188921377326	24/12/2009	05/02/2010	429
22/10/2008	0.00239127282349903	24/12/2009	05/02/2010	428
23/10/2008	0.00251841828244462	24/12/2009	05/02/2010	427
24/10/2008	0.00228036008357231	24/12/2009	05/02/2010	426
27/10/2008	0.00217089381114442	24/12/2009	05/02/2010	423
28/10/2008	0.00205453248948605	24/12/2009	05/02/2010	422
29/10/2008	0.00296480823903204	24/12/2009	05/02/2010	421
30/10/2008	0.00268070721579108	24/12/2009	05/02/2010	420
31/10/2008	0.00247399169119403	24/12/2009	05/02/2010	419
03/11/2008	0.00224752613091761	24/12/2009	05/02/2010	416
04/11/2008	0.00202342265833701	24/12/2009	05/02/2010	415
05/11/2008	0.00197816828509976	24/12/2009	05/02/2010	414
06/11/2008	0.00205426960323095	24/12/2009	05/02/2010	413
07/11/2008	0.00209842458622842	24/12/2009	05/02/2010	412
10/11/2008	0.00196609653659174	24/12/2009	05/02/2010	409
11/11/2008	0.00178620638162934	24/12/2009	05/02/2010	408
12/11/2008	0.00165689219090967	24/12/2009	05/02/2010	407
13/11/2008	0.0017572941140892	24/12/2009	05/02/2010	406

14/11/2008	0.0020382965471175	24/12/2009	05/02/2010	405
17/11/2008	0.00200693554313887	24/12/2009	05/02/2010	402
18/11/2008	0.00187327076133787	24/12/2009	05/02/2010	401
19/11/2008	0.00169429405177256	24/12/2009	05/02/2010	400
20/11/2008	0.00189323726156518	24/12/2009	05/02/2010	399
21/11/2008	0.00214688564078091	24/12/2009	05/02/2010	398
24/11/2008	0.00231282724598983	24/12/2009	05/02/2010	395
25/11/2008	0.00248020260831638	24/12/2009	05/02/2010	394
26/11/2008	0.00223530977856301	24/12/2009	05/02/2010	393
28/11/2008	0.00212877764971805	24/12/2009	05/02/2010	391
01/12/2008	0.0019237578992347	24/12/2009	05/02/2010	388
02/12/2008	0.00251233486896438	24/12/2009	05/02/2010	387
03/12/2008	0.00241108306991615	24/12/2009	05/02/2010	386
04/12/2008	0.00223163965162583	24/12/2009	05/02/2010	385
05/12/2008	0.00209439917839157	24/12/2009	05/02/2010	384
08/12/2008	0.00201006253633455	24/12/2009	05/02/2010	381
09/12/2008	0.00194770116559966	24/12/2009	05/02/2010	380
10/12/2008	0.00180696386177294	24/12/2009	05/02/2010	379
11/12/2008	0.00163877075194352	24/12/2009	05/02/2010	378
12/12/2008	0.0015566799932935	24/12/2009	05/02/2010	377
15/12/2008	0.00140523913332909	24/12/2009	05/02/2010	374
16/12/2008	0.00128183390992466	24/12/2009	05/02/2010	373
17/12/2008	0.0014040933763142	24/12/2009	05/02/2010	372
18/12/2008	0.00127381783280629	24/12/2009	05/02/2010	371
19/12/2008	0.00119226972927763	24/12/2009	05/02/2010	370
22/12/2008	0.00107394528169452	24/12/2009	05/02/2010	367
23/12/2008	0.00100127655704248	24/12/2009	05/02/2010	366
24/03/2009	0.00107266980276318	24/12/2009	05/02/2010	275
25/03/2009	0.00100826463270381	24/12/2009	05/02/2010	274
12/08/2011	0.00107857541135951	25/01/2012	02/07/2012	166

Source : Réalisé par nous-mêmes à partir de données collectées sur Eurofidai.

Annexe N°13 : Temps de retour des fluctuations vers la volatilité normale pour le NASDAQ

Dates des volatilités anormales	Niveau des volatilités anormales	Dates de début de constante	Dates de fin de constante	Temps de retour en jours
20/10/1987	0.00204199694292852	24/02/1988	16/10/1989	127
21/10/1987	0.00249007301784208	24/02/1988	16/10/1989	126
22/10/1987	0.00275422441256714	24/02/1988	16/10/1989	125
23/10/1987	0.00257134803336041	24/02/1988	16/10/1989	124
26/10/1987	0.00230288744642606	24/02/1988	16/10/1989	121
27/10/1987	0.00317451577774222	24/02/1988	16/10/1989	120
28/10/1987	0.0025096244807073	24/02/1988	16/10/1989	119
29/10/1987	0.00231837293929829	24/02/1988	16/10/1989	118
30/10/1987	0.00238213118415052	24/02/1988	16/10/1989	117
02/11/1987	0.00238773014305748	24/02/1988	16/10/1989	114
03/11/1987	0.00205761171751658	24/02/1988	16/10/1989	113
04/11/1987	0.00190406250164941	24/02/1988	16/10/1989	112
05/11/1987	0.00165419971925722	24/02/1988	16/10/1989	111
06/11/1987	0.00151001007395241	24/02/1988	16/10/1989	110
09/11/1987	0.00131660876393951	24/02/1988	16/10/1989	107
10/11/1987	0.00121505911026033	24/02/1988	16/10/1989	106
11/11/1987	0.00109695191741483	24/02/1988	16/10/1989	105
01/09/1998	0.00144436277746303	03/01/2005	18/04/2005	2316
02/09/1998	0.0013506935274238	03/01/2005	18/04/2005	2315
03/09/1998	0.00118527903668013	03/01/2005	18/04/2005	2314
04/09/1998	0.00107305921863052	03/01/2005	18/04/2005	2313
09/09/1998	0.00132576048862035	03/01/2005	18/04/2005	2308
10/09/1998	0.00111088190583221	03/01/2005	18/04/2005	2307
11/09/1998	0.00108088733713326	03/01/2005	18/04/2005	2306
14/09/1998	0.00109535572342066	03/01/2005	18/04/2005	2303
12/10/1998	0.00102392513682599	03/01/2005	18/04/2005	2275
16/10/1998	0.00102928119493388	03/01/2005	18/04/2005	2271
04/04/2000	0.00144410717322947	03/01/2005	18/04/2005	1735
05/04/2000	0.0011063059090948	03/01/2005	18/04/2005	1734
06/04/2000	0.00102061872293675	03/01/2005	18/04/2005	1733
10/04/2000	0.00106822720265294	03/01/2005	18/04/2005	1729
11/04/2000	0.0013690070036579	03/01/2005	18/04/2005	1728
12/04/2000	0.00124174029789076	03/01/2005	18/04/2005	1727
13/04/2000	0.00179792236182639	03/01/2005	18/04/2005	1726
14/04/2000	0.00149110646107149	03/01/2005	18/04/2005	1725
17/04/2000	0.00266773703678519	03/01/2005	18/04/2005	1722
18/04/2000	0.00258571379446386	03/01/2005	18/04/2005	1721
19/04/2000	0.00292371339141111	03/01/2005	18/04/2005	1720
20/04/2000	0.00248521789068843	03/01/2005	18/04/2005	1719
24/04/2000	0.00225527574394114	03/01/2005	18/04/2005	1715
25/04/2000	0.002253171324953	03/01/2005	18/04/2005	1714
26/04/2000	0.00250508250202531	03/01/2005	18/04/2005	1713
27/04/2000	0.00214234747757272	03/01/2005	18/04/2005	1712
28/04/2000	0.00211507419348887	03/01/2005	18/04/2005	1711

01/05/2000	0.00187237779832716	03/01/2005	18/04/2005	1708
02/05/2000	0.00173055048814212	03/01/2005	18/04/2005	1707
03/05/2000	0.00177911562749326	03/01/2005	18/04/2005	1706
04/05/2000	0.00156512331684048	03/01/2005	18/04/2005	1705
05/05/2000	0.00138039102438746	03/01/2005	18/04/2005	1704
08/05/2000	0.00130473709971134	03/01/2005	18/04/2005	1701
09/05/2000	0.00134404714128526	03/01/2005	18/04/2005	1700
10/05/2000	0.00121281811021785	03/01/2005	18/04/2005	1699
11/05/2000	0.00151054332373056	03/01/2005	18/04/2005	1698
12/05/2000	0.00136998218875032	03/01/2005	18/04/2005	1697
15/05/2000	0.00120512548215475	03/01/2005	18/04/2005	1694
16/05/2000	0.00112728404346172	03/01/2005	18/04/2005	1693
17/05/2000	0.00110009595133903	03/01/2005	18/04/2005	1692
22/05/2000	0.00110490584853384	03/01/2005	18/04/2005	1687
24/05/2000	0.00133466029757439	03/01/2005	18/04/2005	1685
25/05/2000	0.0011913652535693	03/01/2005	18/04/2005	1684
26/05/2000	0.00110606013228623	03/01/2005	18/04/2005	1683
31/05/2000	0.00171546459354191	03/01/2005	18/04/2005	1678
01/06/2000	0.00132912974616602	03/01/2005	18/04/2005	1677
02/06/2000	0.00160631479520107	03/01/2005	18/04/2005	1676
05/06/2000	0.0018698080041639	03/01/2005	18/04/2005	1673
06/06/2000	0.0015290278582962	03/01/2005	18/04/2005	1672
07/06/2000	0.00142248146959293	03/01/2005	18/04/2005	1671
08/06/2000	0.00129722369111738	03/01/2005	18/04/2005	1670
09/06/2000	0.00113429125278244	03/01/2005	18/04/2005	1669
12/06/2000	0.00102252711886298	03/01/2005	18/04/2005	1666
13/06/2000	0.00100806862466289	03/01/2005	18/04/2005	1665
16/10/2000	0.00135350989029697	03/01/2005	18/04/2005	1540
18/10/2000	0.00100598394224911	03/01/2005	18/04/2005	1538
20/10/2000	0.00161034336378689	03/01/2005	18/04/2005	1536
23/10/2000	0.00124752131466268	03/01/2005	18/04/2005	1533
24/10/2000	0.00114720258575491	03/01/2005	18/04/2005	1532
25/10/2000	0.00102955877530918	03/01/2005	18/04/2005	1531
26/10/2000	0.00134804100389966	03/01/2005	18/04/2005	1530
27/10/2000	0.00109489950132945	03/01/2005	18/04/2005	1529
01/11/2000	0.00125460446653169	03/01/2005	18/04/2005	1524
02/11/2000	0.00102034463225163	03/01/2005	18/04/2005	1523
03/11/2000	0.00103074409146424	03/01/2005	18/04/2005	1522
09/11/2000	0.00103674693961138	03/01/2005	18/04/2005	1516
13/11/2000	0.00116060377488651	03/01/2005	18/04/2005	1512
15/11/2000	0.00132649181401217	03/01/2005	18/04/2005	1510
16/11/2000	0.00105568538138985	03/01/2005	18/04/2005	1509
17/11/2000	0.00121858232112917	03/01/2005	18/04/2005	1508
21/11/2000	0.0012623878712665	03/01/2005	18/04/2005	1504
22/11/2000	0.00101403945357308	03/01/2005	18/04/2005	1503
24/11/2000	0.00115720101507566	03/01/2005	18/04/2005	1501
27/11/2000	0.00134958268827198	03/01/2005	18/04/2005	1498
28/11/2000	0.00111476122933778	03/01/2005	18/04/2005	1497
29/11/2000	0.00137015301223291	03/01/2005	18/04/2005	1496

30/11/2000	0.00112349894471404	03/01/2005	18/04/2005	1495
01/12/2000	0.00124777858120943	03/01/2005	18/04/2005	1494
04/12/2000	0.00107530212996489	03/01/2005	18/04/2005	1491
06/12/2000	0.00236654840326208	03/01/2005	18/04/2005	1489
07/12/2000	0.00184509925247108	03/01/2005	18/04/2005	1488
08/12/2000	0.001725211267494	03/01/2005	18/04/2005	1487
11/12/2000	0.00198268657867733	03/01/2005	18/04/2005	1484
12/12/2000	0.0017757676036698	03/01/2005	18/04/2005	1483
13/12/2000	0.00166953002805914	03/01/2005	18/04/2005	1482
14/12/2000	0.00164497876390667	03/01/2005	18/04/2005	1481
15/12/2000	0.00156721933384306	03/01/2005	18/04/2005	1480
18/12/2000	0.00146246957436854	03/01/2005	18/04/2005	1477
19/12/2000	0.00128608530146056	03/01/2005	18/04/2005	1476
20/12/2000	0.00140195819201884	03/01/2005	18/04/2005	1475
21/12/2000	0.00189148738079584	03/01/2005	18/04/2005	1474
22/12/2000	0.00149622530349526	03/01/2005	18/04/2005	1473
26/12/2000	0.00214642313044533	03/01/2005	18/04/2005	1469
27/12/2000	0.0016893682621242	03/01/2005	18/04/2005	1468
28/12/2000	0.00158385810946372	03/01/2005	18/04/2005	1467
29/12/2000	0.0013763237343756	03/01/2005	18/04/2005	1466
02/01/2001	0.00138795665381549	03/01/2005	18/04/2005	1462
03/01/2001	0.00192536178147206	03/01/2005	18/04/2005	1461
04/01/2001	0.00429594054878882	03/01/2005	18/04/2005	1460
05/01/2001	0.00316106806902654	03/01/2005	18/04/2005	1459
08/01/2001	0.0034966715300505	03/01/2005	18/04/2005	1456
09/01/2001	0.00289760684255859	03/01/2005	18/04/2005	1455
10/01/2001	0.00264472856255983	03/01/2005	18/04/2005	1454
11/01/2001	0.00245881857695366	03/01/2005	18/04/2005	1453
12/01/2001	0.00241942165871548	03/01/2005	18/04/2005	1452
16/01/2001	0.00206975951351647	03/01/2005	18/04/2005	1448
17/01/2001	0.00184075227312033	03/01/2005	18/04/2005	1447
18/01/2001	0.00169581162251335	03/01/2005	18/04/2005	1446
19/01/2001	0.00161063571356714	03/01/2005	18/04/2005	1445
22/01/2001	0.00138851843629319	03/01/2005	18/04/2005	1442
23/01/2001	0.00123519703635514	03/01/2005	18/04/2005	1441
24/01/2001	0.00120433153484087	03/01/2005	18/04/2005	1440
25/01/2001	0.00103598620949492	03/01/2005	18/04/2005	1439
26/01/2001	0.00111614391758246	03/01/2005	18/04/2005	1438
13/03/2001	0.00128328564564464	03/01/2005	18/04/2005	1392
14/03/2001	0.00131483418872131	03/01/2005	18/04/2005	1391
15/03/2001	0.00117824441991613	03/01/2005	18/04/2005	1390
16/03/2001	0.00107222130232968	03/01/2005	18/04/2005	1389
19/03/2001	0.00103408622887509	03/01/2005	18/04/2005	1386
20/03/2001	0.00102386780259038	03/01/2005	18/04/2005	1385
21/03/2001	0.00120695502096326	03/01/2005	18/04/2005	1384
22/03/2001	0.00101778208703721	03/01/2005	18/04/2005	1383
23/03/2001	0.00109154822537309	03/01/2005	18/04/2005	1382
29/03/2001	0.00123367086109173	03/01/2005	18/04/2005	1376
30/03/2001	0.00100995043003776	03/01/2005	18/04/2005	1375

04/04/2001	0.0013476920796127	03/01/2005	18/04/2005	1370
05/04/2001	0.00111755585624009	03/01/2005	18/04/2005	1369
06/04/2001	0.00209857446506847	03/01/2005	18/04/2005	1368
09/04/2001	0.00175028987676642	03/01/2005	18/04/2005	1365
10/04/2001	0.00159456923979556	03/01/2005	18/04/2005	1364
11/04/2001	0.00189744332188085	03/01/2005	18/04/2005	1363
12/04/2001	0.00162770433959873	03/01/2005	18/04/2005	1362
16/04/2001	0.00158983639017164	03/01/2005	18/04/2005	1358
17/04/2001	0.00146370747139888	03/01/2005	18/04/2005	1357
18/04/2001	0.00127887189174443	03/01/2005	18/04/2005	1356
19/04/2001	0.00203630885713326	03/01/2005	18/04/2005	1355
20/04/2001	0.00188811468067931	03/01/2005	18/04/2005	1354
23/04/2001	0.00165070870024515	03/01/2005	18/04/2005	1351
24/04/2001	0.00179197272414935	03/01/2005	18/04/2005	1350
25/04/2001	0.0015554172052737	03/01/2005	18/04/2005	1349
26/04/2001	0.0014359895568964	03/01/2005	18/04/2005	1348
27/04/2001	0.00127129314328064	03/01/2005	18/04/2005	1347
30/04/2001	0.00117073777213903	03/01/2005	18/04/2005	1344
01/05/2001	0.00106799505135779	03/01/2005	18/04/2005	1343
02/05/2001	0.00101128426466449	03/01/2005	18/04/2005	1342
25/09/2001	0.00108347585907736	03/01/2005	18/04/2005	1196
04/10/2001	0.00100061493977704	03/01/2005	18/04/2005	1187
09/05/2002	0.00106574488430657	03/01/2005	18/04/2005	970
30/07/2002	0.00119243135366757	03/01/2005	18/04/2005	888
07/08/2002	0.00105141699460254	03/01/2005	18/04/2005	880
30/09/2008	0.00167406931317818	30/03/2010	03/05/2010	546
01/10/2008	0.00156950986005448	30/03/2010	03/05/2010	545
02/10/2008	0.00137660988104729	30/03/2010	03/05/2010	544
03/10/2008	0.0015051211666606	30/03/2010	03/05/2010	543
06/10/2008	0.0012841745625002	30/03/2010	03/05/2010	540
07/10/2008	0.00141511327782112	30/03/2010	03/05/2010	539
08/10/2008	0.00165701613005348	30/03/2010	03/05/2010	538
09/10/2008	0.00136455272701609	30/03/2010	03/05/2010	537
10/10/2008	0.0016580438419223	30/03/2010	03/05/2010	536
13/10/2008	0.00134263608988894	30/03/2010	03/05/2010	533
14/10/2008	0.00314026675121448	30/03/2010	03/05/2010	532
15/10/2008	0.00243909560839394	30/03/2010	03/05/2010	531
16/10/2008	0.00325557983615451	30/03/2010	03/05/2010	530
17/10/2008	0.00298871066539022	30/03/2010	03/05/2010	529
20/10/2008	0.00260265791595759	30/03/2010	03/05/2010	526
21/10/2008	0.00245708791057477	30/03/2010	03/05/2010	525
22/10/2008	0.00237029815522807	30/03/2010	03/05/2010	524
23/10/2008	0.00236266122501814	30/03/2010	03/05/2010	523
24/10/2008	0.00201828842805901	30/03/2010	03/05/2010	522
27/10/2008	0.00194739440547971	30/03/2010	03/05/2010	519
28/10/2008	0.00180128585728042	30/03/2010	03/05/2010	518
29/10/2008	0.00281673503150197	30/03/2010	03/05/2010	517
30/10/2008	0.00216263950742627	30/03/2010	03/05/2010	516
31/10/2008	0.00206895747157661	30/03/2010	03/05/2010	515

03/11/2008	0.00180115729288485	30/03/2010	03/05/2010	512
04/11/2008	0.00159279297088782	30/03/2010	03/05/2010	511
05/11/2008	0.00153089329805471	30/03/2010	03/05/2010	510
06/11/2008	0.00175608474515571	30/03/2010	03/05/2010	509
07/11/2008	0.00171384800831015	30/03/2010	03/05/2010	508
10/11/2008	0.00154225512182	30/03/2010	03/05/2010	505
11/11/2008	0.00140283675143701	30/03/2010	03/05/2010	504
12/11/2008	0.00129821305761244	30/03/2010	03/05/2010	503
13/11/2008	0.00151289662952005	30/03/2010	03/05/2010	502
14/11/2008	0.00181522102515996	30/03/2010	03/05/2010	501
17/11/2008	0.00183459425161678	30/03/2010	03/05/2010	498
18/11/2008	0.00163342600814582	30/03/2010	03/05/2010	497
19/11/2008	0.00143439824602152	30/03/2010	03/05/2010	496
20/11/2008	0.00187614660981319	30/03/2010	03/05/2010	495
21/11/2008	0.00186439024339118	30/03/2010	03/05/2010	494
24/11/2008	0.00195240978242969	30/03/2010	03/05/2010	491
25/11/2008	0.00218710402884453	30/03/2010	03/05/2010	490
26/11/2008	0.00180923839959724	30/03/2010	03/05/2010	489
28/11/2008	0.0019104997883204	30/03/2010	03/05/2010	487
01/12/2008	0.00160070914072996	30/03/2010	03/05/2010	484
02/12/2008	0.00257365909103548	30/03/2010	03/05/2010	483
03/12/2008	0.00214772792150548	30/03/2010	03/05/2010	482
04/12/2008	0.00203692376513852	30/03/2010	03/05/2010	481
05/12/2008	0.00190088459394198	30/03/2010	03/05/2010	480
08/12/2008	0.0019094753208264	30/03/2010	03/05/2010	477
09/12/2008	0.00185150773735452	30/03/2010	03/05/2010	476
10/12/2008	0.0016239205024745	30/03/2010	03/05/2010	475
11/12/2008	0.00144918083394011	30/03/2010	03/05/2010	474
12/12/2008	0.0014695421038245	30/03/2010	03/05/2010	473
15/12/2008	0.00130643278825522	30/03/2010	03/05/2010	470
16/12/2008	0.00121458979722447	30/03/2010	03/05/2010	469
17/12/2008	0.00145168168314182	30/03/2010	03/05/2010	468
18/12/2008	0.00118758463415929	30/03/2010	03/05/2010	467
19/12/2008	0.00111485741149076	30/03/2010	03/05/2010	466
11/03/2009	0.00118066078040415	30/03/2010	03/05/2010	384
13/03/2009	0.00102929346398703	30/03/2010	03/05/2010	382
24/03/2009	0.00121941155909904	30/03/2010	03/05/2010	371
25/03/2009	0.00100978810374652	30/03/2010	03/05/2010	370
09/08/2011	0.00104719358370254	28/08/2012	08/11/2012	385
10/08/2011	0.0011214919160248	28/08/2012	08/11/2012	384
11/08/2011	0.00117967555747327	28/08/2012	08/11/2012	383
12/08/2011	0.00128771796273224	28/08/2012	08/11/2012	382
15/08/2011	0.00107425537285474	28/08/2012	08/11/2012	379
16/08/2011	0.00100825289772832	28/08/2012	08/11/2012	378
19/08/2011	0.00109152297592847	28/08/2012	08/11/2012	375

Source : Réalisé par nous-mêmes à partir de données collectées sur Eurofidai.

Annexe N°14 : Temps de retour des fluctuations vers la volatilité normale pour le MADEX

Dates des volatilités anormales	Niveaux des volatilités anormales	Dates de début de constante	Date de fin de constante	Temps de retour en jours
03/01/2003	0.00362944839483613	30/01/2003	04/06/2003	27
06/01/2003	0.00243772432882258	30/01/2003	04/06/2003	24
07/01/2003	0.00163283435132404	30/01/2003	04/06/2003	23
08/01/2003	0.0011059652066746	30/01/2003	04/06/2003	22
15/05/2007	0.00117127609251787	20/06/2007	03/08/2007	36
06/01/2009	0.00100030454480973	29/01/2009	06/02/2009	23

Source : Réalisé par nous-mêmes à partir de données collectées sur Eurofidai.

LISTE DES FIGURES ET TABLEAUX

Liste des figures

Fig. Int :	Entonnoir de la problématique de recherche	7
Fig. I.1 :	La frontière efficiente chez Markowitz	27
Fig. I.2 :	Illustration du rôle de la diversification dans la réduction du risque d'un portefeuille à travers le coefficient (β)	31
Fig. I.3 :	Représentation graphique de la droite de marché (CPL)	32
Fig. I.4 :	Illustration de la variation des cours des titres autour de la valeur fondamentale de l'entreprise émettrice	57
Fig. I.5 :	Illustration des principes de l'analyse technique	59
Fig. I.6 :	Répartition de la part du marché de la notation mondiale	74
Fig. II.1 :	Les réactions possibles du cours d'un titre à la suite de la publication d'une nouvelle information	107
Fig. II.2 :	La fonction de la valeur de la théorie des perspectives	139
Fig. III.1 :	Évolution de la volatilité sur les principaux marchés financiers développés et émergents	167
Fig. III.2 :	Représentation graphique de la surface de volatilité du CAC40	185
Fig. III.3 :	Illustration de l'absence de normalité dans la distribution des séries de rentabilité	192
Fig. III.4 :	Illustration de l'absence de mémoire longue dans les séries des rentabilités des actions	196
Fig. III.5 :	Représentation graphique de la VaR	199
Fig.IV.1 :	Cours de clôture quotidiens des indices de l'échantillon	249
Fig.IV.2 :	Chronogrammes des rentabilités des indices de l'échantillon	258
Fig.IV.3 :	Corrélogrammes des indices de l'échantillon	261
Fig.IV.4 :	Fonctions ACF & PACF des indices de l'échantillon	262
Fig.IV.5 :	Évolution des rentabilités journalières des indices de l'échantillon	265
Fig.IV.6 :	Explication de l'idée de modélisation	268
Fig.IV.7 :	Démarche de modélisation	268
Fig.IV.8 :	Modélisation de la volatilité normale par un processus GARCH	275
Fig.IV.9 :	Volatilité normale obtenue pour le CAC40	279
Fig.IV.10 :	Volatilité normale obtenue pour le DAX	281
Fig.IV.11 :	Volatilité normale obtenue pour le FTSE	284
Fig.IV.12 :	Volatilité normale obtenue pour le DJIA	286
Fig.IV.13 :	Volatilité normale obtenue pour le SP500	288
Fig.IV.14 :	Volatilité normale obtenue pour le NASDAQ	290
Fig.IV.15 :	Volatilité normale obtenue pour le MADEX	292
Fig.IV.16 :	Détection des chocs boursiers pour les sept indices de l'échantillon	297
Fig.IV.17 :	Cours de clôture, rentabilité et volatilité normale du CAC40	312
Fig.IV.18 :	Cours de clôture, rentabilité et volatilité normale du DAX	313
Fig.IV.19 :	Cours de clôture, rentabilité et volatilité normale du FTSE	314
Fig.IV.20 :	Cours de clôture, rentabilité et volatilité normale du DJIA	315
Fig.IV.21 :	Cours de clôture, rentabilité et volatilité normale du SP500	316
Fig.IV.22 :	Cours de clôture, rentabilité et volatilité normale du NASDAQ	317
Fig.IV.23 :	Cours de clôture, rentabilité et volatilité normale du MADEX	318
Fig.IV.24 :	Échelle numérique représentative du degré d'efficience informationnelle des indices de l'échantillon	320
Fig.IV.25 :	Cartographie en réseau analysant les rapports de co-citation	324

Liste des tableaux

Tab. I.1 :	Les conditions de rationalité chez les néoclassiques	63
Tab. II.1 :	Limites des tests d'études évènementielles et nouvelles approches	108
Tab. II.2 :	Illustration de l'effet fin de semaine à travers les rentabilités journalières du NYSE entre 1953 et 1977	115
Tab. II.3 :	Illustration de l'effet taille : Comparaison des performances des portefeuilles de petite et forte capitalisation sur le NYSE	121
Tab. II.4 :	Rendements cumulés anormaux des portefeuilles perdants, gagnants et des portefeuilles d'arbitrage selon des durées de formation de 5, 2 et 3 ans	130
Tab. III.1 :	Registre de signification des représentations mentales du processus de formation des prix	221
Tab. IV.1 :	Matrice de corrélation des différents indices de l'échantillon	250
Tab. IV.2 :	Statistiques descriptives des séries des rentabilités boursières des indices de l'échantillon	253
Tab. IV.3 :	Résultats des tests de racine unitaire (ADF) sur les indices de l'échantillon	260
Tab. IV.4 :	Tests de Ljung Box d'indépendance des résidus des séries des rentabilités des indices de l'échantillon	264
Tab. IV.5 :	Résultats de l'application du processus ARIMA	270
Tab. IV.6 :	Processus ARIMA générateurs des séries des indices de l'échantillon	272
Tab. IV.7 :	Estimation des paramètres du GARCH par l'analyse de la significativité des coefficients retenus	273
Tab. IV.8 :	Test de normalité sur les périodes de stabilité du CAC40	278
Tab. IV.9 :	Test de normalité sur les périodes de stabilité du DAX	281
Tab. IV.10 :	Test de normalité sur les périodes de stabilité du FTSE	283
Tab. IV.11 :	Test de normalité sur les périodes de stabilité du DJIA	285
Tab. IV.12 :	Test de normalité sur les périodes de stabilité du SP500	287
Tab. IV.13 :	Test de normalité sur les périodes de stabilité du NASDAQ	289
Tab. IV.14 :	Test de normalité sur les périodes de stabilité du MADEX	291
Tab. IV.15 :	Résultats du calcul des écarts entre la volatilité normale et les volatilités anormales en termes de distance et de temps	308
Tab. IV.16 :	Interprétation des résultats du REI et du QE	319
Tab. IV.17 :	Ensemble des classifications proposées en termes de degré d'efficience informationnelle des indices de l'échantillon	331

TABLE DES MATIERES

Remerciements …… VII
Sommaire ……. IX

Introduction générale ……... 1

Chapitre I : Cadre théorique et conceptuel : De la théorie financière moderne à l'efficience des marchés financiers

Introduction au premier chapitre ……... 12

Section 1 : La théorie financière moderne : Une revue de littérature …… 14
1-1- Les précurseurs de la théorie financière moderne …… 14
1-1-1- Jules Regnault : émergence de l'idée de marche aléatoire ……. 14
a)- La marche aléatoire chez Jules Regnault ……... 15
b)- L'apport de Jules Regnault ……... 16
1-1-2- Louis Bachelier : précurseur de la Théorie Moderne des Probabilités …….. 17
a)- Modélisation de la marche aléatoire chez Bachelier ……... 17
b)- L'apport des travaux de Bachelier …… 19
c)- Le krach boursier de 1929 et la marche aléatoire …….. 20
1-2- Les pionniers de la Théorie Financière Moderne ……... 21
1-2-1- Le Modèle d'Équilibre des Actifs Financiers (MEDAF) de Markowitz ……... 22
a)- Principes du MEDAF …… 22
b)- Modélisation mathématique du MEDAF …….. 24
c)- Les concepts de la Théorie Moderne du Portefeuille de chez Markowitz …….. 26
1-1-1- William Sharpe et le Modèle de Marché ……... 28
a)- La modélisation mathématique du Modèle de Marché …….. 28
b)- La droite de marché de Sharpe *« Capital Market Liner »* (CML) ……. 31
1-3- La mathématisation de la finance et l'univers de Von Neumann & Morgenstern ……... 32
1-3-1- Émergence de l'économétrie et mathématisation de la finance ……. 33
1-3-2- Bref aperçu sur l'univers de Von Neumann & Morgenstern ……. 35

Section 2 : La théorie de l'efficience des marchés financiers …….. 37
2-1- Eugène Fama : Le pionnier de la théorie de l'efficience des marchés financiers ……. 37
2-1-1- Les premiers jalons de l'efficience des marchés financiers ……. 37
a)- Du modèle de marche aléatoire à l'efficience des marchés ……... 38
b)- Eugène Fama …… 39
2-1-2- Les hypothèses de la théorie de l'efficience des marchés financiers …… 40
a)- La rationalité des investisseurs ……. 40
b)- La disponibilité et la gratuité de l'information …….. 41
c)- L'absence de coût de transactions et de taxes boursières ……... 42

d)- L'atomicité des investisseurs et la liquidité …….. 43
2-2- Les dimensions de l'efficience …….. 44
2-2-1- La dimension allocationnelle de l'efficience ……... 44
2-2-2- La dimension opérationnelle de l'efficience …… 45
2-2-3- La dimension informationnelle de l'efficience …… 45
2-3- Contestation de la théorie de l'efficience informationnelle des marchés financiers ……... 46
2-3-1- L'apport de Michael Jensen ……. 47
a)- Lien entre performance d'un portefeuille et efficience du marché …… 47
b)- Contribution de Jensen à la définition du concept d'efficience ……. 48
2-3-2- L'apport de Burton Malkiel ……. 50
2-3-3- Réaction de Fama face à ces nouvelles définitions de l'efficience ……... 51
2-4- Les tests d'efficience informationnelle dans le cadre des marchés à horizon infini …… 52
2-4-1- La notion de valeur fondamentale ……... 53
2-4-2- L'analyse fondamentale …….. 54
a)- Le Bénéfice Net par Action (BNPA) ……. 55
b)- Le rendement net …….. 55
c)- La valeur nette comptable par action (*Book Value Per Share* ou BVPS) ……... 56
d)- Retour sur capitaux propres (*Return On Equity* ou ROE) ……. 56
e) – *'Price Earning Ratio'* (PER) ……... 56
f)- Le ratio *'Book to Market'* …….. 57
g)- Le Q de Tobin ……... 58
2-4-3- L'analyse technique ou graphique face à la théorie de l'efficience …….. 58
a)- Les droites de résistance et de support ……... 59
b)- Les moyennes mobiles …….. 59

Section 3 : Les fondements de la théorie de l'efficience informationnelle des marchés financiers …….. 61
3-1- La rationalité des anticipations ……... 61
3-1-1- Types de rationalité ……. 62
a)- La rationalité limitée ……. 64
b)- Rationalité substantive et rationalité procédurale …… 65
c)- La rationalité cognitive ……. 66
3-1-2- Les implications de la rationalité des anticipations dans la théorie de l'efficience …… 66
a)- Définition des anticipations rationnelles ……... 67
b)- Implications des anticipations rationnelles ……... 69
3-2- L'information dans la théorie de l'efficience informationnelle …….. 71
a)- L'information sur le marché financier …….. 71
b)- Traitement des informations sur le marché financier …… 72
c)- Les agences de notation et leur rôle sur le marché financier …….. 73
d)- Impact de la notation sur l'efficience informationnelle des marchés financiers …… 75
e)- Le problème d'asymétrie d'information ……... 76
3-3- La formation des prix selon la théorie de l'efficience …… 78

Conclusion au premier chapitre …….. 82

Chapitre II : Évolution de la théorie de l'efficience informationnelle des marchés financiers et émergence de la finance comportementale

Introduction au deuxième chapitre …… 85

Section 1 : Les formes de l'efficience informationnelle et ses tests empiriques ……. 87
1-1- La forme faible et les tests de prévisibilité des rendements …… 87
1-1-1- Définition de la forme faible de l'efficience …… 87
1-1-2- Les tests de prévisibilité des rendements ……... 88
a)- Les méthodes de l'analyse technique …… 89
b)- Les tests de corrélation sérielle des cours boursiers successifs ……. 91
c)- Les tests de chaos …….. 91
d)- Les *« runs tests »* …….. 94
e)- Les tests de retour à la moyenne …… 96
f)- Les tests découlant de la théorie de la cointégration …….. 99
1-2- La forme semi-forte et les tests d'étude événementielle …… 101
1-2-1- Définition de la forme semi-forte de l'efficience ……. 101
1-2-2- Identification de l'événement ……. 102
a)- L'annonce des résultats annuels …… 102
b)- L'annonce de distribution d'actions ……. 102
c)- L'annonce de distribution de dividendes …….. 103
d)- L'annonce de fusions/acquisition ……. 103
e)- La prise en compte d'information d'ordre général …….. 103
1-2-3- Les tests d'étude événementielle ……. 104
a)- La méthode des tests des études événementielles …… 104
b)- La vitesse d'ajustement des cours boursiers ……. 105
1-2-4- Les restrictions des tests d'étude événementielle …… 107
1-3- La forme forte et les tests d'information privée ……. 109
1-3-1- Définition de la forme forte de l'efficience informationnelle …….. 108
1-3-2- Les tests d'information privée ……. 110
a)- Les études des délits d'initiés …….. 111
b)- Analyse des performances des professionnels de gestion de portefeuille …… 112

Section 2 : L'efficience informationnelle face à la détection d'anomalies …… 114
2-1- Les anomalies relatives aux phénomènes saisonniers : les effets calendaires …….. 114
2-1-1- L'effet fin de semaine (effet lundi) …… 114
2-1-2- L'effet fin de mois …….. 116
2-1-3- L'effet fin d'année (effet janvier) ……... 118
2-1-4- L'effet congé et jour férié ……... 120
2-2- Les anomalies relatives aux caractéristiques financières et boursières des firmes ……... 121
2-2-1- L'effet taille *« Size effect »* ……. 121
2-2-2- L'effet PER *« Price Earning Ratio »* ……. 123

2-2-3- L'effet *« book-to-market »* ……. 124
2-3- Les autres anomalies de la théorie de l'efficience …… 126
2-3-1- Impact de l'introduction en bourse sur l'efficience informationnelle ……. 126
2-3-2- Impact de l'intégration d'un titre dans un indice boursier de référence ……. 127
2-3-3- Impact des conditions météorologiques ……. 128
2-4- Les phénomènes de sur/sous réaction …….. 129
2-4-1- Le phénomène de surréaction à l'information (*« Overreaction »*) ……. 130
2-4-2- Le phénomène de sous réaction à l'information (*« Underreaction »*) ……. 132

Section 3 : Émergence de la finance comportementale en réponse à la persistance des anomalies de l'efficience informationnelle …… 136
1-3- Émergence de la finance comportementale ……... 136
3-1-1- Définition et implications de la finance comportementale ……... 136
3-1-2- Contexte d'émergence de la finance comportementale ……... 138
a)- La théorie des perspectives ……... 139
b)- De la rationalité substantive à la rationalité limitée et procédurale ……... 141
c)- L'arbitrage face à ses limites ……. 142
3-2- Les apports de la finance comportementale ……... 144
3-2-1- Les heuristiques comportementales …… 144
a)- L'heuristique d'ancrage …… 145
b)- L'heuristique de représentativité …….. 146
c)- L'heuristique de disponibilité ……... 147
d)- L'heuristique de conservatisme …… 148
3-2-2- Les biais émotionnels et sociaux ……. 149
a)- Les biais émotionnels …… 149
b)- Les biais sociaux et le mimétisme ……. 151
3-3- Les explications fournies par la finance comportementale aux phénomènes de sur- et sous-réaction …….. 153
3-3-1- L'explication de Barberis, Shleifer & Vishny (1998) …….. 154
3-3-2- L'explication de Daniel, Hirshleifer & Subrahmanyam (1998) ……... 155
3-3-3- L'explication de Hong & Stein (1999) …… 156
3-3-4- La réaction de Fama face aux explications comportementales …… 157

Conclusion au deuxième chapitre ……... 160

Chapitre III : Efficience informationnelle, volatilité et notion de volatilité normale

Introduction au troisième chapitre …… 163

Section 1 : Le concept de volatilité boursière …… 165
1-1- Définition et historique de la volatilité ……... 165
1-1-1- Définition du concept de volatilité …….. 165
1-1-2- Évolution de la volatilité et augmentation des volumes de transaction …… 166

1-2- Les clusters et la transmission de la volatilité …… 168
1-3- Aspects et propriétés statistiques de la volatilité …… 172
1-3-1- Les aspects de la volatilité ……... 172
1-3-2- Les propriétés statistiques de la volatilité …… 173
1-4- Les facteurs déterminants de la volatilité ……... 175
1-4-1- Les facteurs structurels ……... 175
a)- La rentabilité ……. 175
b)- L'effet de levier ……... 176
c)- Le ratio PER …….. 177
1-4-2- Les facteurs conjoncturels ……... 177
a)- L'inflation ……. 178
b)- Le taux d'intérêt …… 179
d)- L'apparition des marchés dérivés ……. 180
1-5- Les types de volatilité ……... 181
1-5-1- La volatilité historique (ex post) ……. 181
1-5-2- La volatilité ex ante …… 182
1-5-3- La volatilité implicite …….. 182
1-5-4- La surface de volatilité …… 184
1-5-5- Le concept de volatilité de Parkinson …….. 186
1-5-6- Le concept de volatilité réalisée …….. 187

Section 2 : Volatilité, rentabilité et risque : Formalisations …….. 188
2-1- Volatilité et rentabilité ……... 188
2-1-1- La sensibilité de la rentabilité ……. 189
2-1-2- Caractéristiques de la rentabilité …… 190
a)- L'absence de normalité des distributions des rentabilités ……. 190
b)- L'asymétrie et l'épaisseur des queues de distribution des rentabilités …….. 192
c)- La non-stationnarité des séries de distribution des rentabilités …….. 193
d)- Mémoire longue et volatilité des rentabilités …… 195
2-2- Volatilité comme proxy du risque …….. 196
2-2-1- Mesure du risque par l'écart-type …… 196
a)- Définition et propriétés de l'écart-type ……. 197
b)- Limites de l'écart-type …….. 197
2-2-2- Mesure du risque par la VaR *« Value-at-Risk »* ……... 198
2-2-3- Les extensions de la VaR ……. 200
a)- La TVaR *« Tail Value-at-Risk »* ……... 200
b)- La CVaR *« Conditional Value-at-Risk »* …….. 200
c)- Le coefficient de Gini ……... 201
2-3- Modélisation de la volatilité …….. 204
2-3-1- Les modèles univariés ……. 204
a)- Modélisation de type ARCH et GARCH …….. 204
b)- Le modèle Exponential GARCH …….. 205
2-3-2- Les modèles multivariés …….. 206
a)- Le modèle EGARCH multivarié ……... 206

b)- Le modèle CC ……... 207
c)- Le modèle DCC …… 208
2-3-3- Les autres extensions du processus GARCH ……. 209
a)- Le modèle I-GARCH …… 209
b)- Le modèle GJR-GARCH …….. 209
c)- Le modèle GARCH-X …….. 210
d)- Le modèle Power-GARCH ……... 210

Section 3 : Valeur fondamentale ou notion de volatilité normale …… 212
3-1- Définition de la notion de valeur fondamentale ……... 212
3-2- Les approches du processus d'évaluation financière ……. 214
3-2-1- Les méthodes d'évaluation financière ……. 214
a)- Méthode de valorisation patrimoniale ……... 214
b)- Méthode de valorisation par les multiples ……. 215
c)- Méthode basée sur l'appréciation des performances de l'entreprise ……. 215
3-2-2- Analyse de la représentation mentale du processus d'évaluation …… 216
a)- La représentation fondamentaliste …… 217
b)- La représentation stratégique …… 218
c)- La représentation conventionnaliste ou interactionniste ……... 219
3-3- Les outils de calcul de la valeur fondamentale ……... 222
3-3-1- Les méthodes d'actualisation des flux de trésorerie *'Discounted Cash Flows : DCF'* …… 222
a)- Les méthodes d'actualisation des dividendes futurs *'Dividend Discounted Model : DDM'* …. 224
b)- Le modèle DDM d'Irving Fisher …….. 224
c)- Le modèle DDM de Gordon Shapiro …… 225
d)- La méthode de Bates ……. 226
3-3-2- La méthode de la valeur économique ajoutée *'Economic Value Added : EVA'* ……... 230
3-4- Valeur fondamentale ou notion de volatilité normale …… 232
3-4-1- Distinction entre valeur fondamentale et prix …….. 232
3-4-2- Remise en cause de la notion de valeur fondamentale ……. 234
3-4-3- Choix conceptuel : Volatilité normale ……. 235

Conclusion au troisième chapitre …… 239

Chapitre IV : Étude empirique et résultats de la recherche

Introduction au quatrième chapitre …….. 242

Section 1 : Étude préliminaire des séries des rentabilités boursières …… 244
1-1- Présentation du cadre d'analyse ……. 244
1-1-1- Choix de l'échantillon ……. 244
1-1-2- Analyse de la microstructure des marchés ……... 246
1-2- Analyse des données et des cours de clôture journaliers …… 248
1-3- Statistiques descriptives …… 251

1-4- Étude des propriétés des séries financières ……... 256
1-4-1- Tests de stationnarité des rentabilités …….. 257
a)- Analyse des chronogrammes : Une première idée sur la stationnarité …….. 257
b)- Les tests de racine unitaire …… 258
1-4-2- Tests d'autocorrélation des rentabilités ……... 260
a)- Les fonctions d'autocorrélation ACF et PACF ……. 261
b)- Test Ljung Box d'indépendance ou test de bruit blanc ……... 263
1-4-3- Analyse des clusters de volatilité ……. 264

Section 2 : Démarche de modélisation et résultats empiriques …… 267
2-1- Explication de la démarche de modélisation …….. 267
2-2- Modélisation de la variance quotidienne par un processus autorégressif ……... 269
2-2-1- Détermination des paramètres (p) et (q) du processus autorégressif …… 270
a)- Recours à la procédure MINIC ……. 270
b)- Identification du processus adéquat …….. 271
2-2-2- Estimation et réduction des paramètres du modèle …….. 272
2-2-3- Vérification de la validité des modèles et extraction des variances quotidiennes …… 274
2-3- Détermination de la volatilité normale pour chaque indice …… 276
2-3-1- Le CAC40 ……... 277
a)- Analyse de la courbe de la variance : Identification des événements …… 277
b)- Tests de comparaison des variances : Hétéroscédasticité ……. 278
c)- Fixation de la volatilité normale …… 279
2-3-2- Le DAX ……... 280
a)- Analyse de la courbe de la variance : Identification des événements …… 280
b)- Tests de comparaison des variances : Hétéroscédasticité ……. 280
c)-Fixation de la volatilité normale …… 281
2-3-3- Le FTSE …….. 282
a)- Analyse de la courbe de la variance : Identification des événements …… 282
b)- Test de comparaison des variances : Hétéroscédasticité ……... 283
c)- Fixation de la volatilité normale …… 283
2-3-4- La DJIA ……... 284
a)- Analyse de la courbe de la variance : Identification des événements …… 284
b)- Test de comparaison des variances : Hétéroscédasticité ……... 285
c)- Fixation de la volatilité normale …… 285
2-3-5- Le SP500 …… 286
a)- Analyse de la courbe de la variance : Identification des événements …….. 286
b)- Test de comparaison des variances : Hétéroscédasticité …… 287
c)- Fixation de la volatilité normale …….. 287
2-3-6- Le NASDAQ ……... 288
a)- Analyse de la courbe de la variance : Identification des événements …… 288
b)- Test de comparaison des variances : Hétéroscédasticité ……... 289
c)- Fixation de la volatilité normale …… 289
2-3-7- Le MADEX ……. 290
a)- Analyse de la courbe de la variance : Identification des événements …… 290

b)- Test de comparaison des variances : Hétéroscédasticité ……... 291
c)- Fixation de la volatilité normale …… 291

Section 3 : Mesure de l'efficience informationnelle : Modélisation et interprétation des résultats …… 294
3-1- Modèle N°1 : Calcul des écarts entre les volatilités anormales et la volatilité normale ... 294
3-1-1- Étude des changements de régime et détermination des volatilités anormales ……. 295
3-1-2- Calcul de la distance entre les volatilités anormales et la volatilité normale …… 295
3-1-3- Calcul du temps de retour des fluctuations vers la volatilité normale …….. 299
3-1-4- Interprétation des résultats du Modèle N°1 ……. 301
a)- Mesure de l'efficience informationnelle lors de l'éclatement de la bulle internet ……. 301
b)- Mesure de l'efficience informationnelle lors de la crise des *'Subprimes'* ……. 303
c)- Interprétation des résultats et commentaires ……. 305
3-2- Modèle N°2 : Mise en place d'un ratio de mesure de l'efficience informationnelle ……... 309
3-2-1- Explication de la démarche …… 309
3-2-2- Calcul du ratio pour les différents indices …… 310
3-2-3- Interprétation des résultats et commentaires …… 318

Section 4 : Commentaires : Originalité de la démarche et apports de la recherche …… 323
4-1- Apport de la recherche en termes d'analyse bibliographique ……. 323
4-2- Originalité de la démarche de modélisation ……... 326
4-3- Discussion de l'hypothèse implicite sous-jacente …….. 327
4-4- Les apports de la recherche …… 328
4-4-1- Volatilité (REI) / Valeur …….. 328
4-4-2- Efficience / Volatilité (REI) / Événements …….. 328
4-4-3- Efficience / Prix ……... 329
4-4-4- Le temps de retour à la volatilité normale …… 329

Conclusion au quatrième chapitre …….. 333

Conclusion générale …… 335

Bibliographie ……... 345
Annexes …… 390
Listes des figures et tableaux …….. 429
Table des matières ……... 432
Résumé …… 441

RESUME

Mesure du degré d'efficience informationnelle des marchés financiers : Une modélisation économétrique sur les bourses européennes, américaines et maghrébines

Résumé

Développée par Fama (1965), l'hypothèse d'efficience informationnelle des marchés financiers, qui se trouve au cœur de la théorie financière contemporaine, suppose que les prix s'ajustent en permanence à la valeur fondamentale des titres. Les tests visant à examiner cette hypothèse selon les trois formes graduelles définies par Fama, ne sont plus d'actualité de nos jours. Dans cette thèse, nous proposons deux modèles économétriques de mesure du degré d'efficience informationnelle, testés sur les indices boursiers des marchés financiers de trois continents (Europe : CAC40, DAX, FTSE. États-Unis : DJIA, SP500, NASDAQ. Pays Maghrébins : MADEX, TunIndex, DzairIndex), lors de l'éclatement de la bulle internet et de la crise des *'Subprimes'*. À l'aide de cet échantillon d'étude et selon le premier modèle, les résultats montrent qu'à chaque fois qu'un événement important provoque une « volatilité anormale », c'est le temps que va mettre la volatilité à revenir vers un niveau « normal » qui permet de mesurer l'efficience informationnelle. Le deuxième modèle, quant à lui, nous a permis de mettre en place un Ratio d'Efficience Informationnelle (REI) fondé sur le principe qui suppose que quand la volatilité est inférieure à une « volatilité normale », le prix du titre est égal à une valeur fondamentale que nous ne pouvons définir autrement. En ce sens, deux classifications du degré d'efficience informationnelle des marchés considérés ont été proposées, et ce en termes de temps de retour à un niveau de volatilité jugé comme étant « normal », et en termes de REI (QE). Finalement, il parait que les marchés financiers ont un certain degré d'efficience qui varie en fonction du marché et qui fluctue probablement au cours du temps ou selon les événements que le marché subit.

Mots clés : Efficience informationnelle, finance comportementale, valeur fondamentale, événements, clusters de volatilité, volatilité normale, volatilité anormale.

Measuring the degree of informational efficiency of financial markets: An econometric model on European, American and North African stock exchanges

Abstract

The efficient market hypothesis (Fama, 1965), which is at the core of the contemporary financial theory, assumes that prices are always adjusted to the fundamental value of securities. The tests aimed to examine this hypothesis according to the three gradual forms defined by Fama, are no longer relevant today. In this thesis, we propose two econometric models to measure the degree of informational efficiency and test them on stock market indexes from three continents (Europe: CAC40, DAX, FTSE. United States: DJIA, SP500, NASDAQ. North African countries: MADEX, TunIndex, DzairIndex), during the internet bubble burst and the 'Subprime' crisis. According to the first model, the informative efficiency is measured by calculating how long the volatility come back to a "normal" level after an extreme event which causes an "abnormal volatility". In the second model, we introduced an Information Efficiency Ratio (IER) based on the principle that assumes that when volatility is lower than a "normal volatility", the price of the security is equal to a fundamental value that we cannot define otherwise. In this context, two classifications of the degree of informational efficiency of the markets considered have been proposed, in terms of the time required to return to a level of volatility judged to be "normal", and in terms of REI (QE). Finally, our findings also show that financial markets have a certain degree of efficiency that probably fluctuates over time or according to the events that the market undergoes.

Keywords : Market efficiency, behavioral finance, fundamental value, events, volatility clusters, normal volatility, abnormal volatility.