

**Université Paris 13 Sorbonne Paris Cité  
U.F.R de Sciences Economiques  
Centre d'économie de l'Université Paris-Nord (CEPN)**

**N° attribué par la bibliothèque**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|

**THÈSE**  
**Pour obtenir le grade de Docteur de l'Université Paris 13**

**Discipline: Économie**

**EFFICIENCE, ANOMALIES ET DYNAMIQUE DES  
MARCHÉS BOURSIERS**

**Présentée et soutenue publiquement le 28 juin 2013**

**Par**

**Khalil Nattahi**

**Sous la direction de  
Dominique Plihon, professeur, Université Paris 13**

**Membres du Jury**

**Olivier Brossard, professeur, Institut d'études politiques Université Toulouse 1  
(rapporteur)**

**Valérie Mignon, professeur, Université Paris Ouest – Nanterre La Défense  
(rapporteur)**

**André Orléan, Directeur de recherche au CNRS (suffragant)**

**Nathalie Rey, maitre de conférences, Université Paris 13**

**Dominique Plihon, professeur, Université Paris 13**

*L'université Paris 13 n'entend donner aucune approbation ni improbation aux opinions émises dans cette thèse : ces opinions doivent être considérées comme propres à leur auteur.*

## Remerciements

La réalisation de cette thèse est redevable du soutien et de l'amitié témoignés par plusieurs personnes et sans lesquelles ce travail n'aurait pu se réaliser. J'ai éprouvé du plaisir à réaliser ce travail doctoral avec ces personnes, qui par leur générosité, leur disponibilité, leurs précieux conseils et l'intérêt manifesté par rapport à ma recherche ont significativement contribué à l'amélioration et la réalisation de ce travail.

Je remercie mon directeur de thèse, le professeur Dominique Plihon qui m'a accordé sa confiance en acceptant d'encadrer ce travail. Durant ces années, j'ai particulièrement apprécié ses qualités humaines et son encadrement. Ses compétences et sa générosité m'ont beaucoup aidé dans l'élaboration de ce travail. J'ai perçu sa grande disponibilité et son soutien à toutes les étapes de cette thèse comme une grande marque de confiance et je tiens à lui exprimer mes remerciements les plus sincères.

J'aimerais également remercier Olivier Brossard, Valérie Mignon, André Orléan et Nathalie Rey qui ont accepté d'être membres de mon jury.

Je remercie Christopher Lantenois, Okba Natahi et Marie-Ange Ottavi dont les aides et les conseils ont été des plus précieux.

Mes remerciements vont également à mes collègues et amis pour leur soutien. Merci à Nabil Aflouk, Vincent Duwicquet, Ahmed Hammadache, Hmida Louhichi, Wael Dhaoui, Hafrad Idir, Medfai Itab, Meryem Bouchoucha, Omar Ould-Slimane, Elif Unan et Jamel Saadaoui.

Merci à Amine, Achraf, Seddik, Gofrane, Mabrouk, Walid, Naim, Serrou, Wissem, David, Smail, Salem...

Enfin, je tiens à exprimer toute ma gratitude à ma famille, en particulier mes parents Abdallah et Nabiha, ma femme Sabrine pour sa patience, mes frères Skander et Mehdi, ma sœur Meryem, mes tantes Najet et Souad, mes oncles Chahid, Okba et Slah qui ont toujours été présents pour moi. Je pense également au reste de ma famille (mes tantes, mes oncles, mes cousins). Enfin, une pensée particulière à Mahbouba, Salem et Habib.....

Qu'ils soient tous assurés de ma reconnaissance.

## Sommaire

|  |            |
|--|------------|
| <b>INTRODUCTION GENERALE .....</b>   | <b>4</b>   |
| <b>Chapitre 1 L'efficience des marchés financiers : les fondements théoriques .....</b>  | <b>14</b>  |
| 1. Notion de l'efficience du marché.....   | 15         |
| 2. Théorie de l'efficience informationnelle.....   | 21         |
| 3. La revue de littérature empirique de la théorie de l'efficience informationnelle des marchés financiers.....                | 35         |
| <b>Chapitre 2 Tests de validation de la théorie de l'efficience : cas du marché boursier français .....</b>                    | <b>53</b>  |
| 1. La rumeur boursière .....   | 56         |
| 2. L'impact des scandales financiers sur la rentabilité et la volatilité des actions du CAC 40.....                            | 67         |
| 3. Prévisibilité des rentabilités boursières des actions du CAC 40 .....   | 78         |
| <b>Chapitre 3 Approches alternatives de l'efficience des marchés financiers.....</b>   | <b>97</b>  |
| 1. Les limites de l'arbitrage .....  | 99         |
| 2. La psychologie des acteurs du marché .....  | 105        |
| 3. L'approche Keynésienne .....  | 130        |
| <b>Chapitre 4 Hétérogénéité comportementale, mimétisme et dynamique des cours boursiers.....</b>                               | <b>152</b> |
| 1. Modèle non-linéaire simple .....  | 154        |
| 2. Introduction des coûts de transaction.....  | 159        |
| 3. Solution du modèle .....  | 159        |
| 4. Modèle avec spécification du nombre des fundamentalistes et des chartistes .....  | 166        |
| 5. Introduction d'un troisième type d'opérateurs .....   | 181        |
| <b>Chapitre 5 Dynamique non-linéaire du marché boursier français : une application des modèles à changement de régime.....</b> | <b>191</b> |
| 1. Pourquoi la dynamique boursière serait-elle persistante et non linéaire ?.....  | 193        |
| 2. Présentation des modèles STAR .....   | 196        |
| 3. Méthodologie générale.....  | 200        |
| 4. Application du modèle STAR : cas du marché boursier français .....  | 206        |
| <b>CONCLUSION GENERALE .....</b>   | <b>223</b> |
| <b>BIBLIOGRAPHIE.....</b>  | <b>230</b> |
| <b>ANNEXES .....</b>   | <b>255</b> |

---

# INTRODUCTION GENERALE

---

## Contexte et problématique

Sur les marchés financiers se négocient des valeurs mobilières financières à long terme notamment des actions ordinaires, des titres de créances tels que des obligations non garanties et des obligations convertibles. Les emprunts d'État et autres titres du secteur public, comme les bons du Trésor et les valeurs de premier ordre, sont également négociés sur les marchés financiers. Dans le domaine économique ces marchés constituent l'un des secteurs les plus importants. Force est de constater qu'ils représentent généralement un bon indicateur de la santé d'une économie. La déréglementation des marchés de capitaux, au cours des trente dernières années, a permis d'accroître les échanges internationaux à la suite de la libéralisation de la balance des paiements<sup>1</sup>. Grâce à la déréglementation et surtout à la désintermédiation du secteur financier les coûts de financement des entreprises ont été allégés dans la mesure où il est devenu plus facile aux particuliers d'acheter des titres financiers et aux entreprises d'en émettre à moindre coût. Par ailleurs, Plihon<sup>2</sup> souligne que, de 1993 à 2007 en France, la part des crédits bancaires dans l'endettement intérieur total (EIT)<sup>3</sup> a diminué de 63% à 50% alors que celle des financements de marché a évolué de 30% à 39%. La progression spectaculaire des financements de marché, égale à + 185% sur la période, témoigne de l'importance de ce mode de financement dans l'économie française et met en évidence le rôle de plus en plus considérable des bourses dans le financement des entreprises.

La théorie financière s'est construite depuis un demi-siècle sur l'hypothèse de rationalité des individus et sur son corollaire macroéconomique : l'efficacité des marchés financiers. En 1965, Fama offre la première description d'un marché financier efficace. Selon l'auteur, *« sur un marché efficace, la concurrence que se livrent un grand nombre d'opérateurs avisés crée une situation dans laquelle, à chaque instant, les prix des différentes valeurs reflètent les effets de l'information basée, d'une part, sur des événements qui se sont déjà produits, et d'autre part, sur des événements que le marché s'attend à voir se produire »*

---

<sup>1</sup> Recommandation du fond monétaire international qui a changé avec l'arrivée de la crise en 2008.

<sup>2</sup> « Les marchés financiers sont-ils efficaces ? » Cahiers Français Juillet-Aout 2008, N 345.

<sup>3</sup> Agrégat construit par les autorités monétaires françaises pour suivre l'évolution de la part des différentes formes de financement.

*dans le futur. En d'autres termes, le prix pratiqué, est à tout moment, une bonne estimation de la valeur intrinsèque du titre. »<sup>4</sup>.*

Dans la finance traditionnelle ou standard, les points suivants sont essentiels :

- La rationalité des investisseurs : c'est le point fondamental de cette théorie qui stipule que les décisions des agents doivent respecter la norme, c'est-à-dire que assurer si de nouvelles informations arrivent, ces mêmes agents doivent être capables de les intégrer de façon correcte. En d'autres termes ils savent tous utiliser la formule de Bayes.
- Irrationalité des investisseurs avec des actions non corrélées (non liées) : attribuer une rationalité totale à tous les investisseurs est une hypothèse assez forte pour une théorie. C'est pourquoi il est supposé que certains investisseurs sont irrationnels mais avec des actions non corrélées.
- Présence d'arbitragistes : le point 2 est motivé par le fait que les erreurs humaines sont variées et donc par agrégation on s'attend à ce que celles-ci se compensent. Au cas où les actions des agents irrationnels deviendraient corrélées alors les arbitragistes devraient intervenir pour corriger les anomalies.

Ainsi, la théorie de l'efficience informationnelle des marchés financiers stipule que tous les prix des actifs financiers reflètent avec précision l'information disponible à chaque instant. En d'autres termes, la fixation des prix des actifs financiers dépend des informations livrées au public. Il serait alors infondé de penser qu'un titre financier est sur- ou sous-évalué par rapport à ses fondamentaux. Les fluctuations des cours ne sont donc pas prévisibles dans la mesure où elles constituent les réponses des marchés à des informations nouvelles qui sont, par définition, imprévisibles.

En 1978, Jensen affirmait que : « Aucune autre proposition en économie n'a plus de solides fondements empiriques que l'hypothèse d'efficience des marchés »<sup>5</sup>. En effet, dans la première moitié des années 1970, la théorie de l'efficience informationnelle des marchés financiers a été validée empiriquement pour les principaux marchés financiers aux États-Unis et en Europe (Fama, 1965 et Samuelson, 1965). Les auteurs qui défendent cette hypothèse, affirment que le cours est gouverné par ses fondamentaux et qu'il a tendance à fluctuer au

---

<sup>4</sup> Fama E. (1965), « Random Walks in Stock Market Prices », Financial Analysts Journal, vol. 21, n 5.

<sup>5</sup> Orléan (2004), Efficience, finance comportementale et convention : une synthèse théorique, Complément Conseil d'Analyse Économique « Les crises financières », La Documentation française.

voisinage de sa valeur fondamentale. Force est de constater que cette théorie a renouvelé la compréhension du fonctionnement des marchés, de la dynamique des prix et de l'évolution des actifs financiers. A côté des avancées théoriques considérables, elle a permis un transfert, vers le monde professionnel, de recherches universitaires et surtout des modèles opérationnels de gestion de portefeuille fondés sur la théorie du portefeuille et les modèles d'évaluation des actifs dérivés. Le succès de l'efficience a été résumé par Frankfurter et McGoun en 2002 : « *Cette hypothèse a révolutionné les croyances sur l'évaluation des titres et le fonctionnement du marché des capitaux car elle était en accord avec une idéologie qui considère le marché, non seulement celui des capitaux, mais l'ensemble des marchés, comme un mécanisme quasi parfait d'allocation (des ressources)* »<sup>6</sup>.

Cependant à la fin des années 1980, avec le développement des bases de données financières, de nombreux chercheurs ont mis en évidence l'existence « d'anomalies » en matière de rendements des titres. Les anomalies sont observées aussi bien au niveau individuel qu'au niveau agrégé. Au niveau individuel, il apparaît que les portefeuilles des investisseurs sont sensiblement sous et mal diversifiés et affichent des taux de rotation très élevés. Au niveau agrégé, le niveau des volumes et de la volatilité dépasse les prédictions de manière inexplicable a priori. Aussi la dernière décennie du XX<sup>ème</sup> siècle avait été marquée par un optimisme boursier sans faille, qualifié par Alan Greenspan en 1996, d'exubérance irrationnelle.

Partant de ces constats, des auteurs rejettent cette hypothèse en mettant en évidence l'existence de phénomène de « mésalignement »<sup>7</sup> durable des cours par rapport aux fondamentaux du fait des hypothèses sous-jacentes trop restrictives de l'efficience telles que l'absence des coûts de transaction, l'atomicité des agents, la gratuité de l'information etc. A titre d'exemple, l'entreprise américaine Amazon a vu son cours en bourse croître de 966% en 1998 sans avoir réalisé des gains depuis sa création en 1993, ce qui confirme l'écart entre les fondamentaux de la société et son cours boursier. De même, les anomalies de valorisation ne sont pas rares puisque certaines catégories d'actifs présentent des rendements structurellement trop élevés compte tenu du faible risque qu'ils font porter ou de leur faible corrélation avec les autres actifs. A la fin des années quatre-vingt-dix, les capitalisations boursières des valeurs

---

<sup>6</sup> Frankfurter G.M. et McGoun E.G. (2002), « Resistance is futile : The assimilation of behavioral finance » , Journal of Economic Behavior and Organization, 48, Pages: 375-389.

<sup>7</sup> Il s'agit en fait du phénomène communément connu sous le terme anglo-saxon de « Misalignment » qui, n'ayant pas d'équivalent en Français, est souvent repris sous le terme « Mésalignement » comme chez Sekkat et Varoudakis (1998). D'autres termes sont aussi utilisés, « Désalignement » (Devarajan 1996) et mésajustement (Égert et Lahrière-Révil 2003).

Internet ont atteint des niveaux absurdes au regard de leurs chiffres d'affaires devançant ainsi les maillons forts de l'économie américaine tels que Boeing et General Motors.

Dans leur rapport sur les crises financières (2004), Boyer, Dehove et Plihon mettent un cadre d'analyse des crises financières en présentant sept propositions théoriques articulées entre elles<sup>8</sup>. La première proposition stipule que les marchés financiers peuvent être assimilés à un lieu de commerce de promesses<sup>9</sup>. En effet, *la valeur d'un actif financier, dépendant de l'évaluation par un agent d'un flux de revenus futurs, est exposée à de nombreux biais par rapport à l'idéal que serait la formation du prix d'équilibre d'un bien standard*. Nous pouvons alors constater que l'incertitude intrinsèque aux vues sur l'avenir est susceptible d'engendrer une grande variabilité de l'évaluation financière et par conséquent de brutaux réajustements voir des « mésalignements » des cours par rapport aux fondamentaux. Des variations marginales des conditions macroéconomiques telles que le taux d'intérêt à long terme, la prime de risque et les anticipations de croissance sont susceptibles d'engendrer des fluctuations très importantes des cours boursiers. Face à cette incertitude, les agents sont donc amenés à coordonner leurs vues sur l'avenir grâce à l'observation du prix de marché et à l'accord sur certains déterminants censés gouverner l'évolution du prix des actifs (Orléan, 1990, 1994 et 1999). Ainsi on observe l'émergence d'une convention pour évaluer les variables telles que la croissance anticipée et la prime de risque. Cette convention peut être, entre autres, le fruit d'une observation de l'évaluation des autres opérateurs du marché. Une fois cette convention établie, les agents ont tout intérêt à se fier au prix du marché quel qu'il soit (même s'il ne reflète pas les fondamentaux) afin d'éliminer les coûts d'évaluation. A la fin du processus, tous les opérateurs croient qu'il sera toujours possible de vendre à profit jusqu'à l'éclatement de la bulle.

Les plus optimistes diront que tout va pour le mieux dans le plus « efficient des mondes » et que l'existence des anomalies boursières ne peut en aucun cas affecter la dynamique des cours boursiers dans la mesure où tout écart durable entre le cours et sa valeur d'équilibre est exclu. Néanmoins, l'histoire des marchés financiers est marquée par un nombre considérable de scandales et de crises boursières. Tout a commencé avec l'euphorie spéculative sur les bulbes de tulipes en Hollande à partir de 1634 suivie de l'effondrement des cours trois ans après, puis ensuite les crises à quelques mois d'intervalle en 1720 sur les cours des titres de la compagnie d'Orient en France et sur le cours de la South Sea Company.

---

<sup>8</sup> Boyer R., Dehove M. et Plihon D. (2004), « Les crises Financières », La Documentation Française.

<sup>9</sup> Expression de Pierre-Noël Giraud (2001).

Durant le XIX<sup>ème</sup> siècle, onze crises ont secoué les marchés financiers telles que les crises liées à la spéculation sur les investissements en infrastructures, le krach de 1873 à l'origine de la « grande stagnation » de l'économie mondiale de 1873 à 1896, etc...

L'histoire récente n'a pas dérogé à la règle<sup>10</sup>. En effet, au cours du XX<sup>ème</sup> siècle, l'économie américaine a connu quatorze crises boursières. La crise la plus importante fut celle de 1929 avec une chute des cours de 84,76 % en 33 mois. Le niveau des cours atteint avant le krach ne sera de nouveau atteint que 25 ans plus tard. Dans le même ordre de gravité la crise de 1987 aux États-Unis semble proche de celle de 1929 car en effet le Dow Jones a perdu 22,61% le 19 octobre. La crise de l'an 2000, pour sa part, se caractérise par la longueur du processus de baisse des cours. Cette crise qui a débuté en août 2000 a atteint un premier plancher vingt-six mois plus tard en octobre 2002. Après un léger rebond ce niveau plancher a été de nouveau atteint en février 2003. Cependant, le S&P 500 avait rattrapé en août 2003 21,38 % de la baisse totale des cours opérée depuis le début de la crise.

La France pour sa part a connu neuf crises boursières majeures. Comme pour le cas américain, les plus importantes furent celle de 1929 et de 2000. La crise de 1929 apparaît la plus importante avec une baisse des cours de 59,85 % en trois ans pour finir avec une chute de l'ordre de 75% des cours au bout de sept ans et demie. La crise de l'an 2000 en France a été importante en termes d'amplitude. En effet, suite à une première chute de 52,36% en deux ans, l'indice SBF250 avait franchi en février 2003 un nouveau niveau plancher et à cette date la baisse des cours avait atteint 56,66 %.

Les crises se sont succédé à un rythme rapide depuis le début de la globalisation financière. Les hausses auto-entretenues des cours sur les marchés boursiers, la multiplication des crises financières et les épisodes d'effondrement des cours boursiers nous font penser qu'il est difficile de porter une conclusion unanime concernant l'hypothèse de l'efficience des marchés financiers. La crise de 2007-2008 et sa réplique de 2010, celle-ci se transformant en crise de la dette publique, montrent qu'il y a urgence en matière de réorganisation de la finance mondiale, et soulèvent de grandes interrogations sur les avantages et les inconvénients du système financier mondial actuel. Il devient alors évident que la théorie financière orthodoxe, dont les conclusions ont contribué à l'organisation du système financier

---

<sup>10</sup> Pour un exposé détaillé des crises financières, voir Boucher (2004) « Identification et comparaison des crises boursières », « Complément F, Les Crises financière : Rapport de Boyer R., Dehove M. et Plihon D. », La documentation Française, Paris.

contemporain, se trouve démunie face à ces évolutions récentes, et que les niveaux de volatilité atteints confortent l'hypothèse d'inefficience des marchés.

Toutefois il faut noter que les phénomènes de prévisibilité et d'excès de volatilité n'entraînent pas automatiquement la présence d'anomalies. Des explications rationnelles sont aussi possibles (prise supplémentaire de risque, présence d'hétérogénéité, etc...). Dès lors, il devient difficile de trancher sur la question de l'efficience. Souvent cette difficulté est d'abord liée à des problématiques méthodologiques. En effet, la plupart des études examinant l'hypothèse de l'efficience des marchés ont testé deux hypothèses conjointes<sup>11</sup> : ceci est lié à la définition de l'efficience elle-même qui est basée sur le modèle de formation du prix des actifs financiers (MEDAF, modèle d'actualisation des dividendes, ou autres). C'est pour cette raison que ces tests sont aussi appelés les tests de l'hypothèse jointe, rendant compte d'une grande difficulté dans l'interprétation des résultats des tests dans la mesure où le rejet du test empirique ne conduit pas directement au rejet de l'efficience informationnelle : Lardic et Mignon (2006) expliquent que la raison du rejet peut provenir de l'invalidité du modèle de formation des prix.

Cependant, différents auteurs ont cherché à expliquer l'énigme de l'importante volatilité observée durant ces deux dernières décennies rejoignant ainsi les conclusions de Shiller (2000) selon lesquelles les variations des cours sont loin d'être justifiées par les fondamentaux. Ainsi, les explications des dysfonctionnements des marchés et l'existence de « mésalignements » durables des cours par rapport aux fondamentaux divergent. Un premier courant explique cet écart par la formation des bulles rationnelles et par la complexité de l'interprétation des fondamentaux et de l'intermédiation des prix<sup>12</sup>. Néanmoins, Mignon (1998) souligne que les bulles rationnelles apparaissent peu réalistes et doivent être éliminées. Driffill et Sola (1998) évoquent un changement de régime dans les fondamentaux (les dividendes) pour expliquer ces « mésalignements ». Un second courant explique l'écart entre le cours observé et sa valeur fondamentale par la psychologie des investisseurs. Orléan (1990), de son côté, met en avant les effets du comportement mimétique et la tendance des opérateurs à suivre l'opinion moyenne du marché pour différentes raisons que nous évoquerons tout au long de ce travail. De même la finance comportementale, longtemps sous-estimée par les défenseurs de la théorie standard, qui intègre la façon dont les agents formulent réellement leurs choix autorise une compréhension supplémentaire des « biais » ou

---

<sup>11</sup> L'hypothèse d'efficience et l'hypothèse de modèle d'évaluation.

<sup>12</sup> Froot et Obstfeld (1991).

« anomalies » observés sur les marchés. Enfin, une autre catégorie de travaux explique les « mésalignements » par les imperfections du marché (les coûts de transaction, asymétrie d'information, hétérogénéité comportementale, etc...).

L'objectif de nos réflexions et de notre contribution est d'analyser les anomalies existant sur les marchés financiers en général et particulièrement sur le marché boursier français. Nous cherchons à répondre aux questions suivantes : La théorie de l'efficience des marchés est-elle toujours vérifiée ? Quelles sont les anomalies qui existeraient sur les marchés ? Quelles sont les explications des sources de dysfonctionnement des marchés et des déviations des cours par rapport à leurs fondamentaux ? Quelles sont les conséquences de ces dysfonctionnements sur la dynamique des cours des titres ?

L'étude de la théorie de l'efficience est un exercice délicat dans la mesure où la frontière qui sépare ses défenseurs et ses contradicteurs est parfois assez floue et on peut basculer facilement dans l'un ou l'autre des deux camps. Formellement nous essaierons de montrer que, dans la dynamique des cours boursiers, se retrouvent, à la fois, les arguments de la finance traditionnelle et ceux des théories alternatives. En d'autres termes, les deux théories ont chacune leur part de vérité.

L'apport de ce travail réside dans l'explication du dysfonctionnement des marchés financiers à travers l'étude de la microstructure des marchés, de la finance comportementale et du cadre théorique keynésien. Par ailleurs nous étudierons le marché des actions alors que la plupart des travaux antérieurs se sont concentrés principalement sur le marché des changes<sup>13</sup>. En outre, dans ce travail, nous analyserons la théorie de l'efficience des marchés financiers et les approches empiriques standards permettant de tester ce concept. Nous examinerons ensuite les limites de la théorie et les anomalies observées sur le marché qui ont ravivé les controverses autour de ce pilier de la finance standard tout en proposant à chaque fois des explications d'ordre micro et macroéconomique. Enfin, nous justifierons le recours aux processus non-linéaires pour appréhender la dynamique des cours boursiers.

## **Plan et Méthodologie**

Notre étude est divisée en cinq chapitres complémentaires.

---

<sup>13</sup> On peut citer les travaux de De Grauwe et Grimaldi ; Kilian et Taylor ; De Long et al ; Frankel et Froot etc...

Le premier chapitre introductif a pour objet de préciser la démarche et la problématique de la thèse. Nous rappellerons l'état de l'art des théories relatives à l'efficience des marchés. Nous verrons que l'efficience est un thème de recherche abondamment traité. Par ailleurs, nous proposerons une large revue de la littérature théorique et empirique le concernant. Dans une première section, nous essaierons de définir cette théorie sous ses différentes formes en mettant l'accent sur les conditions nécessaires à sa validation. Ensuite dans une seconde section, nous nous intéresserons aux principaux modèles et analyses de l'efficience. Enfin, dans la troisième section, nous présenterons une revue de la littérature empirique de la théorie de l'efficience informationnelle des marchés financiers en nous inspirant de l'article de Fama « Efficient Capital Market : II »<sup>14</sup>. En outre, au cours de nos développements, nous soulignerons les difficultés, voire les contradictions que revêt la définition même du concept.

Le deuxième chapitre vise à tester empiriquement la validité de l'hypothèse de l'efficience informationnelle des marchés financiers, tout en mettant l'accent sur les difficultés liées à sa vérification empirique. Nous débuterons en abordant une des principales causes des fluctuations et mouvements du marché à savoir la création et la propagation d'une information. Nous nous intéresserons ainsi à la « rumeur » dans le cadre de la finance. La rumeur, qui est la dispersion d'une information, pose le problème de l'hypothèse d'efficience des marchés : le marché étant considéré comme suffisamment large et l'information se répandant instantanément les opérateurs réagissent quasi instantanément et correctement aux informations. Les prix doivent donc constamment représenter la valeur réelle d'un actif financier. Or la rumeur, étant par définition la progression d'une information non vérifiée, s'avère être une notion essentielle dans le cadre de l'hypothèse d'efficience des marchés et révèle ainsi une incohérence: de quelle façon le marché intègre-t-il les rumeurs et l'information sachant que celles-ci peuvent être tout autant vraies que fausses ?

Ensuite nous nous intéresserons à la forte instabilité qui caractérise les marchés financiers dont la volatilité est appréhendée par l'impact des annonces de scandales financiers sur le marché boursier. Dans ce cadre nous nous focaliserons sur le marché français tout en essayant de voir, d'une part les répercussions de ces annonces sur les cours des actions françaises et d'autre part, les effets d'un scandale lié à une société sur l'ensemble du marché. Afin de mesurer cet impact, la méthode des études d'événements sera utilisée pour expliciter

---

<sup>14</sup> Publiée en 1991 dans le « Journal of Finance ».

l'effet sur la rentabilité en ayant recours à la modélisation GARCH concernant l'étude de la volatilité.

Enfin, dans la dernière partie de ce chapitre nous nous focaliserons sur la forme faible de l'efficience. Nous mettrons ainsi l'accent sur l'existence des dépendances dans les séries de rendements des actions du CAC 40 qui seront calculées à partir des valeurs passées des prix des titres. L'hypothèse de marche aléatoire des cours boursiers est souvent assimilée à la forme faible de l'efficience et afin d'analyser le caractère aléatoire de nos séries nous utiliserons une panoplie de tests économétriques. Par la suite, on étudiera les dépendances non linéaires existant dans les séries de rendements des actions du CAC 40 à travers l'utilisation dans un premier temps de l'analyse du rang ré-échelonné de Hurst(1951). Ce qui permettra de détecter la présence de phénomènes de mémoire longue afin de classer les séries temporelles en fonction d'abord de la nature de leur mémoire puis du test BDS de Brock-Dechert-Sheinkman (1996).

Dans le troisième chapitre nous présenterons des théories alternatives à l'efficience des marchés financiers en essayant ainsi de cerner l'apport de ces théories quant à l'explication des anomalies observées sur les marchés boursiers. Ce choix s'explique par la liste de en plus grande de constatations troublantes remettant en cause, du moins partiellement, la robustesse de la théorie de l'efficience. Il devient alors de plus en plus difficile aux partisans de l'approche standard de traiter avec condescendance<sup>15</sup> ceux qui intègrent la façon dont les agents formulent réellement leurs choix. Ainsi, dans une première partie de ce chapitre nous reviendrons sur le concept d'arbitrage et ses limites comme étant des éléments de réponse aux dysfonctionnements observés sur les marchés. Ensuite, nous nous intéresserons à l'approche comportementale qui peut être une alternative à la théorie classique dominante, tout en essayant de cerner comment l'apport de la finance comportementale peut expliquer la volatilité excessive des cours boursiers. Dans la dernière partie de ce chapitre l'accent sera mis sur l'approche keynésienne visant à expliquer le fonctionnement des marchés financiers.

Dans le quatrième chapitre, nous traiterons les différentes sources d'inefficience du marché en proposant un modèle inspiré des travaux de « De Grauwe et Grimaldi » (2005) dans lequel l'accent sera mis sur le rôle de l'hétérogénéité des anticipations dans la formation des cours boursiers. Cette prise en compte des influences interpersonnelles, qui rejette la

---

<sup>15</sup> Fama (1998) à titre d'exemple.

théorie de Walras dans la mesure où les opérateurs communiquent entre eux, constitue une source de la non-linéarité de la dynamique boursière. Par la suite, les coûts de transaction seront introduits dans le modèle afin de voir leur impact sur la dynamique d'ajustement des cours boursiers. Cette démarche est motivée par le fait que la présence des coûts de transaction, omise par la théorie de l'efficacité informationnelle des marchés, constitue dans la réalité une limite à l'arbitrage et peut induire des effets d'inertie et de persistance dans la dynamique des cours. Enfin, une troisième source de dysfonctionnement des marchés sera mise en évidence à travers le rajout au modèle proposé d'un troisième type d'opérateurs caractérisé par un comportement mimétique. Par ce comportement nous expliquerons des périodes de forte volatilité observées et des écarts persistants entre le cours et sa valeur fondamentale. L'intérêt de ce chapitre réside dans le fait de conjuguer des éléments d'analyse théoriques et empiriques pour expliquer les sources de dysfonctionnement des marchés financiers.

Le dernier chapitre a pour finalité de chercher des spécifications non-linéaires capables de reproduire la non-linéarité inhérente aux dynamiques boursières et l'asymétrie présente dans les données boursières. Notre démarche est motivée certes par les conclusions théoriques relatives aux données boursières mais surtout elle s'avère être une suite logique aux résultats obtenus dans le chapitre précédent. Dans ce chapitre nous étudierons la dynamique d'un indice boursier français - le CAC 40 - ainsi que neuf sociétés françaises parmi les plus grosses capitalisations boursières. Nous aurons à caractériser ces dynamiques en retenant une classe particulière des modèles non-linéaires en moyenne à savoir les modèles à transition lisse de type STAR<sup>16</sup> qui sont en mesure de reproduire le comportement des régimes en présence de coûts de transaction hétérogènes et d'anticipations distinctes des opérateurs. En outre, ces modèles permettent d'appréhender les changements structurels, de détecter l'asymétrie au niveau des données et de mettre en évidence les ruptures de tendance ainsi que les changements structurels.

---

<sup>16</sup> Smooth Transition Autoregressive Models.

---

# Chapitre 1

## L'efficience des marchés financiers : les fondements théoriques

---

### Introduction

Ce chapitre a pour objet de présenter les théories relatives au thème de l'efficience des marchés. Ce thème, nous le verrons, est abordé tout au long de notre travail. La richesse des publications concernant l'efficience des marchés en témoigne. A première vue la théorie de l'efficience paraît simple. Un marché est efficient si les cours boursiers ou les prix réels reflètent de manière fiable la valeur intrinsèque de l'actif échangé. Les prix des actifs financiers sont ainsi censés exprimer avec précision l'information disponible à chaque instant. En d'autres termes, la fixation des prix s'effectue en fonction des informations livrées au public. D'après cette théorie, les cours boursiers décrivent à tout moment ce qu'on peut appeler « une marche aléatoire », le mécanisme de formation des prix se basant sur les réponses des marchés à des informations nouvelles.

Cependant, au début des années 1960, un débat relatif au processus déterminant l'évolution des cours des actifs boursiers émerge. Se pose alors la question de savoir dans quelle mesure les changements successifs des prix des actions sont indépendants les uns des autres ou, autrement dit, dans quelle mesure ces derniers suivent ou non une marche aléatoire. Cette question renvoie alors les chercheurs à réexaminer l'hypothèse d'efficience conduisant à une multitude de résultats contradictoires (tributaire de l'apriori du chercheur).

Notre objectif est d'étudier la théorie de l'efficience des marchés financiers et de proposer une revue de la littérature théorique et empirique exhaustive. Dans une première section nous essayerons de définir l'efficience sous ses différentes formes en mettant l'accent sur les conditions nécessaires à sa validation. Ensuite dans une seconde section nous nous intéresserons aux principaux modèles et analyses de l'efficience. Enfin, dans la troisième section nous présenterons une revue de la littérature empirique de la théorie de l'efficience

informationnelle des marchés financiers en nous inspirant de l'article de Fama « Efficient Capital Market : II » publié en 1991 dans le Journal of Finance.

## **1. Notion de l'efficience du marché**

L'efficience des marchés, dont la théorie résulte de celle des marchés purs et parfaits conçue au 19<sup>ème</sup> siècle, est aujourd'hui un concept central dans la théorie financière moderne dont s'inspire la plupart des modèles financiers existants.

*«La quasi-totalité des modèles d'explication des comportements et d'évaluation des actifs financiers impliquent une efficience que les recherches empiriques ont parfois du mal à démontrer.» (Gillet (1997), p.7)*

L'objectif de cette première section est d'introduire les fondements de la théorie de l'efficience informationnelle des marchés financiers. Par ailleurs, nous exposerons les conditions nécessaires à sa vérification.

### **1.1. Les définitions de l'efficience**

#### **1.1.1. L'efficience fonctionnelle**

La première dimension de l'efficience des marchés financiers concerne les fonctions proprement économiques de l'industrie financière. L'efficience fonctionnelle<sup>17</sup> montre que le marché est capable d'orienter les fonds vers les emplois les plus productifs et contribue ainsi à un développement satisfaisant de l'économie, à la mutualisation des risques et leur transfert vers ceux qui sont capables de les supporter. D'après Cobbaut (1997, p.291), l'efficience opérationnelle est relative à ce qu'on appelle la microstructure du marché, c'est-à-dire l'organisation du système de transaction. L'efficience opérationnelle permet alors de mesurer ce qu'il en coûte pour transférer des fonds des épargnants aux emprunteurs. Dans un marché de concurrence parfaite les coûts de transaction devraient refléter les coûts marginaux de prestation des services aux acteurs du marché. Le degré d'intégration de l'information dans les prix (efficience informationnelle) serait ainsi lié au degré de liquidité du marché (efficience opérationnelle).

#### **1.1.2. Le comportement rationnel des acteurs sur le marché**

La deuxième dimension du concept d'efficience des marchés financiers repose sur la rationalité du comportement des investisseurs. Force est de constater qu'on dira que les

---

<sup>17</sup> Ou dite encore opérationnelle.

marchés financiers sont efficaces dans la mesure où les prix des actifs qui y sont cotés sont uniquement fonction des « anticipations rationnelles » qu'ont les investisseurs de leurs revenus futurs. Les prix sont entièrement déterminés à partir des données exogènes qu'on appelle « les fondamentaux », c'est à dire les ressources disponibles, les technologies utilisables ou encore les préférences des consommateurs.

A partir de certaines informations pertinentes (les fondamentaux), les opérateurs peuvent former leurs offres et leurs demandes sur la base d'un calcul rationnel fondé sur une théorie adéquate. Cela veut dire qu'ils connaissent non seulement les fondamentaux mais également les relations exactes entre ces derniers et la valeur des biens qui font l'objet des transactions de sorte qu'il y ait une identité entre la « vraie » valeur économique d'un bien (où valeur fondamentale) et son prix d'équilibre sur un marché de concurrence parfaite.

### **1.1.3. Le passage de l'imprévisibilité à la marche au hasard des marchés financiers**

En 1863 un agent de change français nommé Jules Regnault émit l'hypothèse que les marchés financiers suivaient une marche au hasard (Jovanovic, 2003). Il en conclut que les variations des marchés financiers étaient assimilables à un jeu de pile ou face dans la mesure où les variations étaient imprévisibles<sup>18</sup> (avec une probabilité de  $\frac{1}{2}$ ) et indépendantes les unes des autres. Néanmoins, cet agent ne jouissait pas de la même reconnaissance académique de la part de ses pairs<sup>19</sup>.

C'est en 1900 que Louis Bachelier soutient sa thèse « Théorie de la spéculation » posant ainsi les bases de la théorie financière moderne (Jovanovic, 2003). Il formule alors pour la première fois l'équation Chapman – Kolmogorov - Smoluchowski, puis établit la loi de probabilité d'un mouvement brownien<sup>20</sup>. Ainsi, Bachelier rejoint l'hypothèse évoquée par Regnault quant à l'imprévisibilité de l'évolution des cours. Toutefois il convient d'insister sur le fait que Bachelier esquisse l'idée de base que cette marche au hasard suit une loi normale de type Laplace Gauss d'où la nullité des gains pour tout investisseur. Mais l'approche, étant

---

<sup>18</sup> Le terme aléatoire ou random est apparu dans son sens statistique en 1898. Et le terme marche aléatoire « random walk » est utilisé pour la première fois en 1905 par Karl Pearson (Jovanovic, 2003).

<sup>19</sup> Jules Regnault est né le 2 février 1834 à Béthencourt (Nord). Il ne possède pas de baccalauréat, et ne semble pas avoir intégré une grande école. Le seul ouvrage qu'il ait publié est le « Calcul des chances et philosophie de la bourse ». Son travail est présenté par Jovanovic 2003.

<sup>20</sup> Le mouvement brownien représente le mouvement et la trajectoire aléatoire des particules. Découvert par le botaniste R.Brown en 1827 ; la forme théorique fut développée par Einstein en 1905.

particulièrement difficile à comprendre pour un non mathématicien, ne séduit pas les professionnels du moment. Les outils informatiques n'existaient pas à cette époque.

Ainsi pendant près de trente ans ces travaux auront été ignorés, laissant la part belle aux chartistes, dignes disciples<sup>21</sup> de Charles Dow. Par leur approche technique simple et facile ils séduisent les professionnels. Cela dit, le krach de 1929 marque la fin de leur période glorieuse. A nouveau l'accent est mis sur l'imprévisibilité des cours boursiers et la légitimité de l'approche par le hasard. Des recherches entreprises par Cowles (1933) ou Working (1934) montrent que les cours des actions cotées sont aléatoires et imprévisibles. Pour démontrer son hypothèse, Cowles teste les recommandations de 16 professionnels sur la période allant du 1<sup>er</sup> janvier 1928 au 1<sup>er</sup> juillet 1932. Il constate que la rentabilité annuelle moyenne des performances de ces portefeuilles est nettement inférieure à la performance moyenne du marché et qu'il faut procéder à une sélection de titres au hasard pour obtenir une meilleure performance.

#### **1.1.4. Le passage de la marche au hasard à l'efficience des marchés financiers**

En 1965, Fama offre la première description d'un marché financier efficient : « *sur un marché efficient, la concurrence que se livre un grand nombre d'opérateurs avisés crée une situation dans laquelle, à chaque instant, les prix des différentes valeurs reflètent les effets de l'information basée, d'une part, sur des événements qui se sont déjà produits, et d'autre part, sur des événements que le marché s'attend à voir se produire dans le futur. En d'autres termes, le prix pratiqué, est à tout moment, une bonne estimation de la valeur intrinsèque du titre.* »<sup>22</sup> écrit-il.

Par la suite, une définition généralement admise de l'efficience des marchés financiers, axée plus avant sur l'incorporation de l'information par les investisseurs, est proposée par Fama en 1970. « *Un marché financier est dit efficient si les cours cotés « reflètent pleinement »<sup>23</sup> et à chaque instant toute l'information disponible<sup>24</sup> ».* En suivant cette définition, on peut dire qu'un marché sur lequel les coûts de transaction sont nuls, toute

---

<sup>21</sup> L'emploi de cet adjectif n'est pas sans fondement ; car « les théoristes » chartistes, tel que Dow ou Elliot, ont souvent suscité l'énervement des universitaires, assimilant l'approche technique à de l'astrologie.

<sup>22</sup> Fama E. (1965), « Random Walks in Stock Market Prices », *Financial Analysts Journal*, vol. 21, n 5.

<sup>23</sup> A noter que, les guillemets entre « reflètent pleinement » indiquent que la notion est importante. On peut également supposer que Fama voulait évoquer la nécessité de les préciser.

<sup>24</sup> Le terme « disponible » sera remplacé par Fama en 1976 par « utilisé par les opérateurs ».

l'information gratuite est offerte en temps réel aux participants, tous les intervenants sont parfaitement rationnels et leurs anticipations homogènes, est un marché efficient.

Ainsi, Mandelbrot (1971) fait apparaître la relation entre efficience et aléa au moyen de la notion d'arbitrage. Il apporte ainsi une correction à la définition de son ancien élève : *« un marché boursier est dit « efficient », si les cours reflètent pleinement toute l'information disponible et pertinente. L'arrivée d'une nouvelle information sur le marché produit une occasion d'arbitrage (une imperfection de l'information), mais on suppose que toute imperfection est immédiatement arbitrée, de sorte que la succession des prix arbitrés doit être martingale »*

Puis successivement, Grossman (1976), Jensen (1978), Stiglitz (1980) et Beaver (1981) apportent chacun une clarification à la définition. Mais c'est en 1989 que Malkiel synthétise tous ses prédécesseurs et parvient à une définition considérée comme étant la plus conventionnelle. Ainsi selon ce dernier, *« un marché boursier est dit « efficient » si les cours reflètent pleinement et correctement toute l'information disponible et pertinente. Plus formellement, un marché est dit efficient par rapport à un ensemble spécifique d'informations données, si la communication à tous les participants du marché de l'information contenue dans cet ensemble n'a pas d'impact sur le niveau des cours cotés. De plus, l'efficience d'un marché par rapport à un ensemble d'informations donné a une conséquence pratique : il est impossible de réaliser des gains boursiers en mettant en œuvre une politique d'intervention fondée sur cet ensemble d'informations »*. Néanmoins, cette définition ne faisant pas référence à la problématique de la dynamique d'agrégation de l'information des différents agents, elle est considérée comme étant la conception classique de l'efficience et qui mérite d'être précisée.

## **1.2. Les formes de l'efficience informationnelle**

### **1.2.1. Les catégories d'informations disponibles**

Fama (1970) définit trois formes d'efficience des marchés financiers à partir du type d'information considérée que le prix est supposé intégrer.

Selon Fama (1970), on peut classer les informations concernant les actifs financiers en trois catégories. Tout d'abord, on intègre les informations déjà connues et publiées c'est-à-dire celles qui ont été acceptées par les opérateurs dans les cours passés des actifs financiers : on peut citer pour exemple les comptes publiés des années précédentes, les séries de dividendes

distribuées, les séries de taux d'intérêt de change et de croissance. Ensuite il s'agit de toute l'information disponible publiquement telle que celle prévue par la presse, les rapports annuels, les prospectus, les annonces de vente d'actions gratuites qui est prise en compte. Enfin, on regroupe les informations non publiées mais détenues par des personnes privilégiées du fait de leur fonction au sein de l'entreprise, de cabinet d'audit, ou de conseil ou d'organismes réglementaires ou de contrôle. Parmi ces informations, on peut citer celles qui sont liées aux bénéfices ou aux chiffres d'affaires d'entreprises lorsque ces informations n'ont pas encore été rendues publiques mais sont déjà connues de la part des commissaires aux comptes ou des dirigeants. Il peut aussi être question des offres publiques d'achat (OPA) ou d'échange (OPE) lorsque ces offres n'ont pas encore été publiques, mais sont déjà connues des dirigeants, des conseillers de l'offreur ou des organismes de contrôle. Il s'agit donc de toute information privilégiée accessible aux seuls initiés.

### **1.2.2. Les différentes formes de l'efficience informationnelle**

Sur un plan purement théorique, Fama (1970) définit l'efficience informationnelle des marchés financiers sous trois formes progressives : l'efficience au sens « fort » de l'hypothèse par opposition au sens « faible » et « semi-fort ».

#### **1.2.2.1. L'efficience faible (« *weak hypothesis* »)**

Un marché est faiblement efficient si l'analyse des cours passés ne permet pas aux opérateurs de battre le marché. La connaissance et l'analyse des rentabilités passées ne peuvent conduire à un investissement dont la rentabilité est supérieure à celle obtenue par une stratégie passive. Ainsi, l'investisseur qui est au courant de l'évolution historique des cours d'un titre n'est pas plus apte à prédire les mouvements futurs de la valeur boursière de ce titre que celui qui ignore tout de cette évolution.

#### **1.2.2.2. L'efficience semi forte (« *semi strong hypothesis* »)**

Un marché sera efficient au sens « semi-fort » si les cours reflètent immédiatement toute l'information à caractère public (Jacquillat et Solnik, 1997 ; p.62). Dans ce cas, il est impossible aux opérateurs de tirer parti de l'ensemble des informations publiques pour battre le marché. Par contre il est possible à un investisseur de mettre à profit pour son propre compte une information relative à la vie d'une société. A titre d'exemple, si une société annonce un bénéfice supérieur aux prévisions des analystes il est inutile de l'acheter car le cours variera aussitôt proportionnellement à l'annonce effectuée (Aftalion, 2003).

### **1.2.2.3. L'efficience forte (« strong hypothesis »)**

Dans ce cas, la connaissance d'une information privée ne permet pas de battre le marché car toute l'information disponible publique ou privée est reflétée à tout moment dans les cours. Cette forme d'efficience suppose qu'il n'est pas possible de tirer parti des informations concernant un actif financier au moment où ces informations sont rendues publiques pour prévoir l'évolution future du prix de cet actif. Il suffit donc qu'un nombre raisonnable d'analystes financiers et d'investisseurs réagisse rapidement à la publication de la nouvelle information pour que les cours boursiers s'ajustent et que la possibilité de réaliser des gains anormaux disparaisse rapidement, sinon immédiatement.

### **1.2.3. Les conditions nécessaires à l'efficience des marchés financiers**

L'hypothèse de l'efficience des marchés financiers implique la vérification de cinq conditions essentielles : la rationalité des investisseurs, la libre circulation de l'information et la réaction instantanée des investisseurs, la gratuité des informations, l'absence des coûts de transaction et d'impôt de bourse et finalement l'atomicité des investisseurs et la liquidité.

#### **1.2.3.1. La rationalité des investisseurs**

Conformément à la théorie économique, les agents économiques doivent en effet maximiser les gains qu'ils peuvent réaliser pour un niveau de risque donné ou minimiser le risque qu'ils sont amenés à prendre pour un niveau de gain donné. C'est-à-dire, toute anticipation issue d'un événement favorable doit conduire l'investisseur à acheter et toute anticipation issue d'une information négative doit le mener à vendre.

#### **1.2.3.2. La libre circulation de l'information**

Tous les agents doivent bénéficier de la même information en même temps pour pouvoir agir immédiatement sur le marché dans des conditions identiques. Ainsi il ne doit pas y avoir un décalage temporel entre le moment où un agent économique reçoit une information et le moment où un autre agent reçoit la même information.

#### **1.2.3.3. La gratuité de l'information**

Si l'information a un coût, les agents économiques peuvent parier que le coût de l'information est supérieur à la perte probable engendrée par l'ignorance de cette information et par conséquent ils laisseront tomber le suivi des informations, donc il est nécessaire que

tous les agents économiques puissent obtenir les informations sans que cela engendre pour eux des coûts supplémentaires de gestion.

#### **1.2.3.4. L'absence de coûts de transaction et d'impôt de bourse**

La présence des coûts de transaction influence l'investisseur à n'agir que si les gains espérés de ces opérations sont supérieurs aux coûts de transaction et cette présence pourrait avoir aussi pour conséquence d'annuler des gains potentiels et, dans ce cas, les investisseurs n'auraient aucun intérêt à intervenir.

#### **1.2.3.5. L'atomicité des investisseurs et la liquidité**

Aucun investisseur ne doit pouvoir être en mesure d'influencer le marché par sa simple intention de vendre ou d'acheter une masse importante de titres. Seul le contenu informationnel de l'acte d'un gros investisseur peut faire varier les cours des titres et en aucun cas le prix de l'actif ne doit varier pour des problèmes de liquidité. Un investisseur ne mettra pas en vente ses titres si cet agissement à lui seul peut faire chuter le cours du titre. Autrement dit, l'agent économique ne va pas réaliser des transactions qui vont faire varier les prix des titres. Ainsi l'existence de coûts de transaction, d'informations imparfaitement communiquées et de désaccords entre investisseurs (sur les distributions de probabilité et/ou sur l'interprétation des informations) sont des sources potentielles d'inefficience qui pourraient, dans certaines circonstances, se manifester sous une forme ou sous une autre.

Cependant l'efficience des marchés a des conséquences importantes sur la théorie financière et le comportement des agents. En premier lieu, il n'y a aucune possibilité pour quiconque de prévoir de façon certaine l'évolution des prix (ou des rendements des actifs financiers). La rémunération des investisseurs est fonction de l'espérance de rentabilité et du risque des titres de leurs portefeuilles, ils ne peuvent obtenir d'autre rémunération. Lorsque les marchés sont efficaces, le prix des actifs ne peut s'écarter de façon durable de leur valeur fondamentale (Gillet, 1999 ; p.35).

## **2. Théorie de l'efficience informationnelle**

### **2.1. Les modèles d'efficience**

Avant de comprendre les tests économétriques, il est nécessaire de présenter les principaux processus générateurs des séries chronologiques des prix et de l'évolution des cours proposés par les théoriciens. Fama (1991) exprime, en termes mathématiques, trois

modèles d'équilibre : (1) le modèle de jeu équilibré « *Fair game* », (2) la sous martingale et (3) le modèle de marche aléatoire « *the random walk hypothesis* ».

## 2.1.1. Le modèle de marche aléatoire : « random walk model »

### 2.1.1.1. Présentation du modèle

Bachelier (1900) est le premier à introduire ce concept dans sa thèse. Par la suite, Fama (1970) le propose également. Ce modèle suppose que le comportement des cours boursiers peut être expérimenté mathématiquement par une marche au hasard. Le « *random walk* » repose sur l'idée que les changements de période à période, dans le prix d'une action, sont statistiquement indépendants. C'est à dire que l'analyse des cours actuels ou passés ne fournit aucune indication pour le futur (Gillet, 1991 ; p.377).

Le modèle de marche aléatoire se présente de la forme suivante :

$$p_{t+1} = p_t + \varepsilon_{t+1} \quad (1.1)$$

Sous sa forme Logarithmique :

$$\log(p_{t+1}) = \log(p_t + \varepsilon_{t+1}) \quad (1.2)$$

Avec  $\varepsilon_{t+1}$  est un bruit blanc

$$R_t = \frac{p_{t+1}}{p_t} + \frac{D_t}{p_t} - 1, \quad (1.2.1)$$

$R_t$  désigne le rendement à l'instant  $t$

$p_t$  désigne le prix à l'instant  $t$

$D_t$  désigne le dividende à l'instant  $t$

Si on suppose que le terme  $\frac{D_t}{p_t}$  est négligeable, ceci va nous permettre d'écrire :

$$\frac{p_{t+1}}{p_t} - 1 \approx \log\left(\frac{p_{t+1}}{p_t}\right) \approx e_{t+1} \quad (1.3)$$

Ceci revient à dire que les  $R_t$  suivent des bruits blancs et qu'elles sont indépendantes au cours du temps. Ce modèle suppose que les prix des titres reflètent complètement et instantanément l'information disponible si les variations successives des prix sont indépendantes et identiquement distribuées.

### **2.1.1.2. Remise en cause du modèle**

Les études empiriques effectuées par Fama (1965) puis French et Roll (1986) montrent que les rentabilités présentent des auto-corrélations statistiquement significatives. Par conséquent, ces auto-corrélations permettent de prévoir les rendements futurs sur la base des données passées. Cependant plusieurs travaux tels que ceux effectués par Shiller (1984) et Fama (1991) montrent que les conclusions de la théorie de la marche aléatoire n'ont été obtenues que parce que les techniques statistiques employées à l'époque n'étaient pas appropriées. Aussi, Fama (1991) suggère que la majorité des études récentes soutiennent l'existence d'une auto-corrélation sérielle marquant le comportement des rendements des actifs financiers. Ce qui est non conforme à la théorie de la marche aléatoire. C'est pour cette raison que l'on parle de modèle de martingale qui se présente comme une alternative au modèle de marche aléatoire.

### **2.1.2. Le modèle de martingale et du « fair game »**

En mathématique, un processus stochastique est une martingale si l'espérance de sa valeur future, au regard de l'information disponible actuellement, est égale à sa valeur actuelle. Ce processus est largement utilisé en mathématique financière notamment pour la valorisation des produits dérivés. Un jeu est équilibré si, en moyenne, les anticipations de gains sont identiques aux gains réalisés. C'est un modèle moins restrictif que celui de marche aléatoire du fait qu'il n'exige pas l'indépendance au cours du temps des rentabilités.

Le modèle de martingale présenté par Samuelson (1965) s'écrit comme suit:

$$E(p_{t+1}) = p_t \quad (1.4)$$

Cela signifie que  $p_t$  constitue la prévision optimale de  $p_{t+1}$ , on dit que  $p_t$  suit une martingale si et seulement si l'accroissement  $(p_{t+1} - p_t)$  est un « fair game », qui se définit par la relation suivante :

$$E(p_{t+1} - p_t) = 0 \quad (1.5)$$

Une autre version du modèle de martingale présentée par Summers (1986) fait appel à la notion de la valeur fondamentale. L'idée de base est que l'efficience doit être testée conjointement avec un modèle spécifiant les rendements. Summers (1986) spécifie le modèle comme suit :

$$R_t = r + e_t \quad (1.6)$$

Avec  $e_t$  orthogonale à tous les éléments de l'ensemble d'information  $I_t$ .  $R$  est le rendement de l'action qui est supposé constant. A partir de cette équation on peut tester l'efficacité de deux façons :

- Soit en testant si  $e_t$  suit un processus de bruit blanc
- Soit en rajoutant des régresseurs tirés à partir de  $I_t$  pour tester par la suite si leurs coefficients sont égaux à zéro.

Néanmoins, le modèle de martingale interdit la possibilité de réaliser un profit en spéculant sur la différence entre le prix observé et sa valeur fondamentale.

### 2.1.3. Le modèle de sous martingale « submartingal model »

Ce modèle peut être écrit sous l'une des deux formes suivantes :

$$E(p_{jt+1} / I_t) \geq p_{jt} \quad (1.7)$$

$$E(R_{jt+1} / I_t) \geq 0 \quad (1.8)$$

Ceci revient à dire qu'une séquence de prix ( $p_t$ ) suit une sous martingale sachant l'information ( $I_t$ ) lorsque l'espérance de prix futur du titre est supérieure ou égale au prix courant. Ceci implique qu'en moyenne les prix augmentent dans le temps et que par conséquent les rendements sont positifs. Cela suppose que les transactions d'un titre sur la base d'un ensemble d'informations  $I_t$ , ne doivent pas conduire à un profit supplémentaire significatif.

Si les inéquations se transforment en équations ; il vient alors que:

$$E(p_{jt+1} / I_t) = p_{jt} \quad (1.7.1)$$

$$E(R_{jt+1} / I_t) = 0 \quad (1.8.1)$$

On dira que la séquence des prix suit une martingale.

Les limites de ce modèle sont liées à l'hypothèse restrictive attachée aux distributions de probabilités et à la stabilité dans le temps des préférences des investisseurs.

## 2.1.4. Processus de retour à la moyenne « mean reversion »

### 2.1.4.1. Cas ou le processus est d'espérance constante

Un processus d'espérance constante est décrit par la relation :

$$P_t = \mu + \varepsilon_t \quad (1.9)$$

$$\mu_t = \mu \quad \forall t \quad (1.10)$$

$$E(\varepsilon_t) = 0 \quad (1.11)$$

$$\sigma^2(\varepsilon_t) = \sigma^2 \quad (1.12)$$

$$\sigma(\varepsilon_t, \varepsilon_s) = 0 \quad \forall t \neq s \quad (1.13)$$

Les prix observés vont présenter une tendance au retour à la moyenne (« *mean reverting process* ») si et seulement si un prix supérieur à la moyenne sera suivi en moyenne par un prix inférieur à celle-ci. Bien que les prix eux-mêmes soient non corrélés, les changements de prix successifs sont auto-corrélés négativement. Ainsi, ce modèle décrit le comportement d'un prix dont on s'attend à ce qu'il soit stable en longue période au niveau  $\mu$ .

### 2.1.4.2. Cas ou le résidu est un processus autorégressif d'ordre 1

Schiller (1982) et Summers (1986) présentent le modèle de retour à la moyenne comme une alternative à celui de martingale en supposant que le processus décrivant les variations des cours est la somme d'une composante permanente et une autre aléatoire.

A la suite de quoi, le modèle se présente comme suit :

$$P_t = P_t^* + \mu_t \quad (1.14)$$

$$\mu_t = \alpha\mu_{t-1} + \delta_t \quad (1.14.1)$$

Avec  $0 \leq \alpha \leq 1$

Sachant que  $\mu_t$  désigne un processus autorégressif d'ordre 1.

La dernière relation implique que le cours observé (évalué par le marché) diffère de sa valeur fondamentale par un facteur multiplicatif approximativement égal à  $(1 + \mu_t)$ . Deux principales implications peuvent être tirées du modèle de retour à la moyenne qui semblent au moins à court terme contradictoires.

- D'une part, le phénomène de retour à la moyenne signifie qu'il existe une relation stable à long terme entre les cours et les fondamentaux (dividendes) et donc l'hypothèse d'efficience est vérifiée.
- D'autre part, parler d'un phénomène de retour à la moyenne revient à admettre qu'il existe un écart du moins à court terme entre les cours observés et leurs valeurs fondamentales, ce qui contredit l'efficience.

## **2.2. Les analyses de l'efficience des marchés**

Les deux approches les plus utilisées pour étudier l'investissement boursier sont l'approche fondamentale et l'approche technique mais une troisième approche peut être mentionnée, à savoir l'approche quantitative.

### **2.2.1. L'analyse fondamentale**

L'approche fondamentale est la plus ancienne des trois approches classiques des marchés financiers. Elle tire ses fondements de l'analyse et de la prévision des variables quantitatives et réelles des marchés financiers. Mais plusieurs approches peuvent être définies au sein même de l'approche fondamentale.

Tout d'abord, notons qu'il existe deux formes différentes pour analyser l'approche fondamentale. On distingue alors l'approche fondamentale au sens dynamique qui met l'accent sur la prévision des variations du titre tout en essayant de détecter les inefficiences du marché. Inversement il y a la gestion statique qui, pour sa part, tentera de déterminer la valeur exacte d'un titre à un moment donné. Cette dernière est assimilée à la gestion obligataire qui ne présente aucune inefficience au moment de l'achat sur le marché primaire obligataire. Mais le risque apparaîtra si l'on souhaite profiter de la variation des taux d'intérêts qui reste la seule variable génératrice d'inefficience sur le marché obligataire secondaire.

Mais on note également que les fundamentalistes se séparent en deux grandes familles d'analystes : celle de l'analyse microéconomique et celle de l'analyse macroéconomique des marchés. Les économistes, en général, se baseront essentiellement sur l'approche macroéconomique des marchés et investiront sur des indices, des secteurs, des monnaies ou même des zones économiques. Quant à l'analyse microéconomique elle est pratiquée par les

analystes financiers. Ces derniers s'intéresseront principalement aux valeurs comptables ou intrinsèques des sociétés cotées et à leur écart avec leur cours boursier<sup>25</sup>.

Toutefois, il serait inutile d'essayer de s'appuyer sur l'analyse microéconomique indépendamment de l'environnement macro-économique. Ainsi ces deux grandes familles de fundamentalistes auront plutôt un processus de sélection de titres qui privilégiera en premier l'une des deux approches avant de s'attarder sur l'autre. Ces stratégies se nomment :

- Le « Top Down » qui est le processus partant de l'analyse macroéconomique avant de s'attarder sur les valeurs microéconomiques. Ainsi un investisseur essaiera de déterminer un secteur ou une zone porteuse et ce n'est que par la suite qu'il essaiera de déterminer les valeurs souffrant le plus d'inefficience afin d'en retirer profit.
- Quant au « Bottom Up » il correspond à un processus de sélection inverse à l'approche « Top Down ». L'investisseur essaiera en premier lieu de déterminer des valeurs inefficaces sur un plan microéconomique et ce n'est qu'après qu'il les replacera dans leur environnement macroéconomique.

Ainsi, chaque opérateur privilégiera un niveau d'étude économique par rapport à l'autre. De ce fait il est important d'étudier plus précisément ces deux approches opposées mais complémentaires.

### L'analyse microéconomique :

Les fundamentalistes ont développé un ratio qui permet de caractériser les termes à diviser par rapport au prix du cours boursier de la société. Ce ratio est le fameux PER (Price Earning Ratio) ;  $PER = \text{cours boursier} / \text{Bénéfices Nets}$

Cependant dans sa mise en pratique, cette formulation présente des limites. En effet, l'évolution des bénéfices se fera sur la base des informations disponibles au moment de l'évolution. Ainsi, chaque information nouvelle présentera une nouvelle évolution. De même, chaque nouvelle évolution dépendra de la pertinence de l'information et de la manière de l'interpréter. Concrètement, une prévision à court terme peut être envisageable pour détecter une inefficience des marchés mais le problème persiste lorsque l'analyse se fait à long terme. En effet, plus le temps passe plus l'incertitude grandit et plus la prévision initiale a des

---

<sup>25</sup> Cette stratégie se nomme « stock picking ».

chances d'être différente de la nouvelle prévision dans la mesure où de multiples variables directes ou indirectes à la société viendront actualiser la prévision.

De plus, une première information est de nature prévisible car elle rentre dans le champ de l'analyse fondamentale et reste une hypothèse possible. Alors que la seconde information, de nature externe, n'est en aucune manière prévisible et les conséquences, par effet de répercussion, peuvent être d'une très grande complexité mettant en cause toutes les prévisions des analystes. A long terme, cette approche microéconomique fait vite apparaître ses limites d'autant plus que l'information a pris une place importante sur les marchés financiers et que son poids réel peut être biaisé par le pouvoir des images.

### L'analyse macroéconomique :

L'analyse macroéconomique centre son étude sur l'observation et les prévisions de variables telles que les taux de change, les taux d'intérêt, la croissance économique voire les prévisions économiques d'un pays ou d'une zone économique.

En effet, contrairement à l'analyse microéconomique basée sur le « stock Picking », l'approche macroéconomique est considérée comme une approche dynamique car les variables économiques évoluent d'une façon cyclique. Du coup l'investisseur macroéconomique pratique l'art du « Market Timing » basé sur l'anticipation des baisses et des hausses des taux d'intérêt. Mais l'approche macroéconomique présente aussi des limites. Ainsi afin d'optimiser leur « Market timing », les investisseurs essaieront de détecter le cycle économique présent (Tvede, 1994) ce qui ne peut qu'entraîner un bouleversement de ce dernier. Alors au lieu de suivre un processus classique de type :

Economie → Taux d'intérêt → Bourse

Nous pourrions observer un processus de type :

Bourse → Economie → Taux d'intérêt.

Par conséquent, les anticipations des investisseurs peuvent créer des décalages au sein même du cycle si elles se révélaient être fausses ce qui entraînerait des conséquences à l'inverse de l'effet attendu.

L'exercice des prévisions s'avère être d'une très grande complexité dans un contexte de mondialisation où il est impossible de détenir tous les paramètres. Ainsi, même si un

analyste arrive à faire de bonnes prévisions pendant un certain temps, il sera tenté au fil du temps de se rapprocher du consensus de marché afin de conserver sa suprématie car, se tromper là où tout le monde se trompe, est bien moins risqué que de se tromper seul face aux autres (Keynes, 1936 ; Sauvage, 1999)<sup>26</sup>.

### 2.2.2. L'analyse technique

L'analyse chartiste considère que l'évolution des titres financiers obéit à des lois qu'une étude détaillée des cours et des volumes peut mettre en évidence. Elle s'appuie plus sur la psychologie des investisseurs que sur les mathématiques. Cette approche s'inspire des développements théoriques de Charles Henry Dow<sup>27</sup> qui centra son observation sur l'analyse des cycles boursiers et sur la détection de figures caractérisant un sentiment précis du marché, cela dans le but d'en prévoir l'évolution (Béchu, Bertrand, 2002). Pour y procéder, les analystes tracent des lignes de supports, de résistances, de canaux, élaborent des indicateurs de surventes ou de sur-achats tels que le « *Moving Average convergence divergence* » (MACD), le *momentum* ou encore le « *Relative strength index* » (RSI).

Si on essaye de comparer l'approche technique avec l'hypothèse d'efficience des marchés financiers, basée sur la marche aléatoire, on peut retenir que cette analyse adossée à des graphiques contredit totalement avec cette hypothèse dans la mesure où l'évolution future des titres dépend de l'évolution passée. Certes, les chartistes ne se déconnectent pas totalement des variables externes du marché mais ils prêtent peu d'attention aux variables réelles de l'économie et privilégient les configurations graphiques à l'analyse des variables fondamentales qui seront relayées comme des indicateurs secondaires.

L'analyse technique introduit une dimension comportementale, à savoir le phénomène d'autoréalisation qui prévoit que chaque graphique entraînera la validation du scénario, les investisseurs ayant les mêmes réactions. De ce fait, si le nombre d'investisseurs pratiquant l'analyse technique est assez important, le scénario chartiste s'auto-validera en se déconnectant au fur et à mesure des variables réelles de l'économie (Sauvage, 1999).

---

<sup>26</sup> Nous reviendrons sur ce point dans la suite du travail.

<sup>27</sup> Charles Henry Dow (1850-1902). Il fut le fondateur et le rédacteur en chef du Wall Street Journal. Il mourut en 1902, à l'âge de 52 ans. Et ses seules publications restent des articles de presse. Néanmoins ses observations furent synthétisées plus tard dans ce que l'on nommera la théorie de Dow.

### 2.2.3. L'analyse quantitative

Contrairement aux approches fondamentales et techniques, l'approche quantitative se caractérise par son caractère imprévisible. Cela dit, les « quantitatavistes » estiment que le risque lié à l'évolution des cours peut être géré, d'où la notion de gestion du risque.

Harry M. Markowitz est à l'origine du développement de la théorie moderne du portefeuille suite à la publication de son livre « *Portfolio Selection* » en 1959. Ce qui lui a valu d'obtenir le prix Nobel d'économie en 1990 avec W. Sharpe et M. Miller. En effet, les « quantitatavistes » se basent sur la nature imprévisible des marchés. Ils considèrent que les marchés évoluent selon une marche au hasard. Néanmoins, ils ne prétendent en aucun cas que le marché est un lieu totalement arbitraire vis-à-vis de la réalité économique. Pour répondre à cette nécessité de représenter la réalité ils se basent sur la théorie de l'efficience informationnelle de Fama. Ainsi, si les cours fluctuent c'est en fonction des informations disponibles. Mais ces informations se répartissent en deux groupes distincts (Sauvage, 1990) :

- L'information prévisible, qui est disponible (incluse dans les cours).
- L'information imprévisible, qui ne sera prise en compte dans les cours que lorsqu'elle sera réellement disponible et prévisible. Cette dernière aura donc une nature aléatoire. Alors, si les marchés sont efficients, ils ne peuvent que suivre une marche aléatoire.

Pour vérifier leur théorie, empiriquement, les « quantitatavistes » ont profité du développement de l'informatique, ce qui leur a permis de pouvoir étudier les cours sur de très longues périodes. Si par exemple nous prenons l'évolution du Dow Jones sur cinquante ans, et que nous calculons les pourcentages de hausse et de baisse mensuels nous constaterons alors que la distribution suit une loi de type Laplace Gauss décentrée avec une moyenne comprise entre 1% et 2% (Sauvage, 1999). Ainsi, la loi normale a l'énorme avantage que si nous connaissons la moyenne et la variance, nous pouvons en définir la distribution. De ces constatations, la théorie quantitataviste prétend établir une loi qui permettrait de définir le risque de l'investisseur face au marché. Ainsi chaque portefeuille pourrait être établi en fonction du risque et de la rentabilité espérée. Il est clair et même logique que, plus on prend de risque, plus l'espérance augmente. Cette nouvelle notion de risque donna lieu à l'élaboration du fameux modèle d'équilibre des actifs financiers (MEDAF) par Sharpe et Lintner (Aftalion et Poncet, 1998).

En effet, l'apport de Sharpe, qui définit le risque systématique et le risque non systématique à l'aide du fameux Bêtas, reste un apport essentiel à la théorie. Il a décomposé le risque en deux parties distinctes : une liée à la nature propre de l'action et l'autre au risque du marché dont dépend l'action. Cette simplification pratique du risque et des coefficients de corrélation entre les actions engage une réduction considérable du nombre d'estimations pour un portefeuille de 150 à 250 actions. Ainsi le nombre d'estimations tombe de 11 475 et 31 625 à seulement 452 et 752 (Sauvage, 1999). Mais au sein de cette même école de pensée deux approches se distinguent : l'allocation tactique d'actifs et l'allocation stratégique d'actifs (Sauvage, 1999).

La première considère que les cours ont de fortes chances de reproduire le passé. Cette approche est compatible avec les considérations de base. Ainsi, elle respecte la nature imprévisible des cours en calculant les moyennes et les variances passées afin d'en tirer des caractéristiques de risque et d'espérance qui restent propres à l'action. Mais le problème qui se pose alors, réside dans le fait que les estimations faites à partir des cours passés ne peuvent réellement refléter les caractéristiques présentes de l'action. Il y a vingt ans, une société cotée en bourse pouvait avoir été une entreprise jeune et dynamique, alors que depuis dix ans le marché a mûri et l'entreprise en question n'a plus les mêmes caractéristiques de volatilité et d'espérance.

L'autre type d'allocation d'actifs est l'allocation stratégique d'actifs. Ses défenseurs estiment que les cours sont prévisibles à court terme. Ainsi ils tentent d'en estimer le risque et l'espérance pour 6 à 12 mois. Par exemple, si l'inflation est aujourd'hui à 1%, il y a peu de chance pour qu'elle monte à 10 % d'ici 6 mois. Ainsi ils élaborent un scénario et démontrent qu'il y a 95% de chances pour que leur scénario se réalise.

Il est évident que d'énormes incohérences commencent à apparaître au niveau même de l'hypothèse de base, qui rappelons-le, en supposant la marche au hasard, signe donc la nature imprévisible des marchés. Nous retrouvons là une tentative de prévision des cours alors que la théorie se base sur une marche au hasard. En effet, comment à partir d'une hypothèse d'imprévisibilité peut-on aboutir à des tentatives de prévision ou d'estimation ? Ainsi en supposant que la volatilité suffit à caractériser les rendements autour de la moyenne, la théorie quantitative remplace l'hypothèse d'imprévisibilité par l'hypothèse du contrôle du risque.

Aussi il convient de préciser que les outils utilisés par les quantitatifs ont contribué à rendre l'exercice de l'analyse financière et la constitution d'un portefeuille plus faciles.

Cependant la base théorique de leur modèle, qui prévoit que la loi de distribution des rentabilités suit une loi de type Laplace Gauss, constitue une aberration à l'hypothèse de l'efficience informationnelle des marchés financiers.

L'objectif de la partie suivante est de mettre en avant les contradictions relatives à la définition même de l'efficience informationnelle des marchés financiers.

## **2.3. Les contradictions intrinsèques de l'efficience des marchés financiers<sup>28</sup>**

### **2.3.1. Absence d'échange**

Mignon (2008) souligne qu'il apparaît une contradiction au sein même de la définition de l'efficience. Il est indéniable que les agents qui sont supposés être rationnels voudront vendre les titres dont les prix vont baisser et acheter ceux dont les prix vont croître. Ils arrêteront par conséquent de chercher et d'acquérir les informations. Dès lors, sous ces conditions, les investisseurs cesseront d'échanger et le marché disparaîtra.

L'existence du marché est ainsi remise en cause. Mignon met en évidence deux interprétations possibles. La première consisterait à dire que *les agents se comportent comme si le marché n'était pas efficient*. La seconde consiste à supposer que *l'on échange plus, à une date  $t$ , parce que l'on se situe à l'équilibre. A cette date, il n'y a plus de motivation « spéculative » à échanger. Dans un deuxième temps, à la date  $t+1$ , il y aura révélation d'information, tâtonnement et nouvelle mise à jour*. Dans ce cas de figure les échanges durent et le marché continue à exister.

### **2.3.2. Asymétrie et coûts d'information<sup>29</sup>**

L'hypothèse d'efficience informationnelle d'un marché financier stipule que l'ensemble de l'information est instantanément et complètement intégré dans le cours des titres financiers. Mignon (1998) souligne que tout décalage temporel entre la divulgation de l'information et son intégration est exclu. Toute nouvelle information est *strictement imprévisible, complètement aléatoire et absolument non corrélée avec l'information déjà diffusée*. On ne peut que constater alors que la définition même de la théorie prévoit que la

---

<sup>28</sup> Dans cette section, nous nous inspirons de Mignon (2008) « les ambiguïtés de la théorie d'efficience informationnelle des marchés financiers ».

<sup>29</sup> En économie, l'asymétrie d'information caractérise un marché sur lequel certains opérateurs disposent d'informations pertinentes que d'autres n'ont pas.

gratuité de l'information est sous-jacente au fait que les prix reflètent toute l'information disponible sur le marché.

En ce sens, la réaction des opérateurs du marché et l'ajustement des titres aux nouvelles informations sont instantanés. Néanmoins, ceci paraît fortement irréaliste dans la mesure où le temps de réaction des marchés dépend en pratique du degré de concurrence, du niveau des coûts de transaction, du type d'intervenants sur le marché et du temps nécessaire pour analyser l'information. Grossman et Stiglitz (1980) montrent à travers un modèle dans lequel coexistent deux types d'opérateurs : des agents informés qui se procurent une information à un certain coût et des agents non informés qui observent uniquement les prix sur un marché efficient, il peut y avoir un manque d'intérêt à investir dans l'acquisition d'informations de la part des agents informés. Si tous les agents font de même, le problème qui se pose est le fait que le système de prix ne contiendra plus aucune information. Ces auteurs montrent que la gratuité de l'information n'est pas seulement une condition suffisante à la validité de la théorie mais constitue en plus une condition nécessaire. La présence de coûts d'informations peut constituer une violation totale de l'hypothèse d'efficience dans la mesure où on peut arriver à une situation dans laquelle le prix ne reflète aucune information. Le marché n'a donc aucune utilité vu que le processus d'échange disparaît.

Gajewski (2000) souligne que « *le degré d'efficience d'un marché financier varie de manière opposée par rapport au niveau des coûts de transaction* », l'existence de ces coûts en pratique peut dissuader l'arbitrage et induire des effets d'inertie et de la persistance dans la dynamique des cours. En effet, les investisseurs ne lancent pas d'arbitrage lorsque le gain potentiel anticipé est inférieur aux coûts supportés<sup>30</sup>. Par ailleurs, l'auteur souligne que l'asymétrie d'information peut être due soit à une hétérogénéité au niveau de l'interprétation des informations publiées, soit à une communication financière asymétrique de l'information disponible. De même, la recherche d'informations privées complémentaires, suite à la publication d'une information publique, peut engendrer de l'asymétrie informationnelle. Selon Artus (1995), cette asymétrie peut modifier l'équilibre des marchés financiers, affecter les prix et les volumes de transaction et expliquer l'inefficience du marché.

---

<sup>30</sup> Cela aboutit à la création de deux zones : une première zone de non-échange et une seconde zone d'échange. On reviendra sur ce point dans la suite du travail.

### 2.3.3. Bulles spéculatives

Une bulle spéculative est définie comme une période de hausse excessive du prix d'un actif financier par rapport à sa valeur fondamentale. Mais l'identification des bulles s'opère tardivement, généralement suite à leur éclatement. Les économistes distinguent les bulles rationnelles qui s'inscrivent dans le cadre des comportements rationnels des agents et les bulles irrationnelles dues entre autre à l'hétérogénéité comportementale.

Rappelons que l'arbitrage devrait éviter tout écart significatif entre le cours et sa valeur intrinsèque. Cependant, il existe des « mésalignements » entre les cours des titres et leurs valeurs intrinsèques. Force est de constater qu'un dysfonctionnement du marché suite à des comportements irraisonnés de certains opérateurs tels que l'action des « noise traders » qui réagissent plus aux bruits qu'aux fondamentaux accentuent la volatilité des prix, déstabilisent le marché et provoquent son inefficience (Coudert et Verhille (2001)). Aussi, Shiller (1984), De Long, Shleifer, Summers et Waldman (1990) montrent que, même si chaque opérateur agit rationnellement, la rationalité individuelle conduit souvent à une irrationalité du groupe provoquant ainsi des « mésalignements » des cours par rapport aux fondamentaux. Enfin, la création des bulles irrationnelles peuvent être due aux phénomènes de mode et de manie<sup>31</sup>.

Des bulles peuvent se former même si les agents ont un comportement rationnel, provoquant ainsi des écarts entre les cours et les fondamentaux. La formation des bulles rationnelles est due à la complexité de l'interprétation des fondamentaux et de l'intermédiation des prix. Mignon (1998) souligne aussi que les bulles rationnelles apparaissent peu réalistes et doivent être éliminées.

Dans cette seconde section, nous avons mis en évidence les principaux processus générateurs des séries chronologiques des prix et de l'évolution des cours proposés par les théoriciens. Par ailleurs, l'étude des approches utilisées pour étudier l'investissement boursier met en évidence des premières interrogations relatives à la robustesse de cette théorie. Il devient nécessaire de constater que l'étude de la définition même de l'efficience fait apparaître des contradictions qui confirment nos interrogations.

L'objet de la section suivante est de passer en revue les résultats des études qui se sont intéressées à étudier empiriquement la validité des différentes formes de la théorie de

---

<sup>31</sup> Voir Caramer (1989) pour plus de détails.

l'efficience informationnelle des marchés financiers tout en exposant les différents outils utilisés pour les tester.

### **3. La revue de littérature empirique de la théorie de l'efficience informationnelle des marchés financiers<sup>32</sup>**

Fama (1965) propose dans son article fondateur une classification des tests de l'efficience en trois catégories, selon le type d'information considéré pour vérifier empiriquement si les marchés financiers sont efficients : les tests de forme faible de l'efficience, les tests de forme semi-forte et les tests de forme forte.

#### ***Les tests de forme faible***

L'analyse empirique de l'historique des prix et des rentabilités a pour objet de répondre à la question posée par Fama (1991) : « *How well do past returns predict future returns?* » (Fama, 1991 ; p.1576).

Par conséquent ces tests ont pour objet de déterminer s'il est possible de prévoir les rentabilités futures à partir des rentabilités passées. Les tests qui ont été les plus utilisés pour vérifier cette forme d'efficience sont les tests de marche aléatoire basés sur la méthode de Box et Pierce (1970) et les tests d'auto-corrélation sérielle élaborés par plusieurs auteurs tels que Solnik (1973) et Lo et Mackinly (1988).

#### ***Les tests de forme semi-forte***

L'objet des tests est alors de déterminer si les prix s'ajustent rapidement à une information publique et de répondre à la question posée par Fama : « *How quickly do security prices reflect public information announcements?* » (Fama, 1991 ; p.1576). Donc, il suffit dans ces tests de mesurer la vitesse d'ajustement des cours à une nouvelle information publique. Afin que les marchés soient réputés efficients, au sens de la forme semi-forte, il est nécessaire que l'ajustement soit immédiat (Gillet (1999), p.65).

#### ***Les tests de forme forte***

Ces tests visent à déterminer si certains investisseurs, en particulier les investisseurs institutionnels qui possèdent un accès exclusif aux informations privées, sont capables de réaliser des gains en profitant de ces informations. Ces tests ont pour objectif de répondre à la

---

<sup>32</sup> Voir annexe 1 « Les principaux tests de validation de la théorie de l'efficience ».

question de Fama : « *Do any investors have private information that is not fully reflected in market price?* » (Fama, 1991, p.1576).

Dans une nouvelle classification<sup>33</sup>, Fama propose uniquement un changement de dénomination concernant les formes semi-fortes et fortes. Ces deux formes d'efficience seront remplacées par respectivement les tests d'études évènementielles (« *event studies* ») et les tests sur l'information privée. En revanche, en ce qui concerne la forme faible, la modification sera, par le contenu de l'ensemble d'informations où il comprend en plus de l'historique des séries de prix et de rentabilité, l'historique de toutes les variables économiques ou financières pouvant servir à la prévision des rentabilités telles que les taux d'intérêt, le ratio (dividendes/cours). Cette nouvelle catégorie inclut tous les tests de prévisibilité des rentabilités boursières.

Toutefois, Fama dans son article « *Efficient Capital Markets : II* » de 1991, évoque le problème de l'hypothèse jointe, dans la mesure où l'hypothèse de l'efficience des marchés n'est plus testable toute seule mais doit être testée conjointement à un modèle d'évaluation d'actif. Dès lors, il est impossible de déterminer avec certitude si des résultats non conformes à l'attente sont dûs à l'inefficience du marché ou au caractère inadéquat du modèle d'évaluation choisi.

Une conclusion majeure peut être énoncée : quand des anomalies sur le comportement du marché sont détectées, elles peuvent être affectées soit à l'inefficience du marché ou bien à l'ambiguïté du modèle d'équilibre du marché choisi. Toutefois, Fama (1991) suggère qu'il est important de continuer à vouloir tester l'efficience dans la mesure où les résultats issus de ces tests constituent un outil d'analyse très important pour les professionnels des marchés.

Dans la partie suivante, nous présentons la nouvelle classification identifiée par Fama (1991) où la dénomination des tests de l'efficience de forme faible, semi-faible et forte est respectivement remplacée par les tests de prévisibilité des *returns*, les tests sur l'information publique et les tests sur l'information privée.

### **3.1. Les tests de prévisibilité des *returns***

Fama (1970) s'intéresse à la forme faible de l'efficience en essayant d'établir la prévision des rendements futurs à partir des rendements passés. Les tests récents considèrent en plus la prévisibilité des « *returns* » à partir d'autres variables telles que le rendement en

---

<sup>33</sup> 1991.

dividende, le ratio dividende /cours (D/P), le Price Earning Ratio<sup>34</sup> (PER)=(E/P) ou encore le taux d'intérêt. En effet, dans ses tests récents, Fama essaye d'établir des prévisions sur des horizons plus longs après avoir mis l'accent dans un premier temps sur des anticipations quotidiennes, hebdomadaires et mensuelles des rendements.

Suivant ce cheminement on mettra l'accent sur les tests de prévisibilité des rendements futurs à partir des rendements passés, puis on s'intéressera aux tests de prévisibilité des rentabilités à partir d'autres variables telles que le ratio D/P, le ratio E/P et les variables de structure à terme).

### **3.1.1. Les tests de prévisibilité des *returns* à partir des rendements passés (test de forme faible)**

L'hypothèse de la marche au hasard peut être représentée de la manière suivante :

$$\widehat{R}_{it} = \mu_t + \varepsilon_{it} \quad (1.15)$$

Avec

$\widehat{R}_{it}$  = Taux de rentabilité futur et aléatoire

$\mu_t$  = Terme constant

$\varepsilon_{it}$  = Une variable aléatoire de moyenne nulle, variance infinie

et dont le coefficient d'auto – corrélation est nul pour tout retard.

$$E(R_{it} / u_i) = u_i \quad (1.16)$$

En d'autres termes, pour un titre *i*, la meilleure estimation du taux de rentabilité pour une période future, si l'on prend en considération les taux de rentabilité passés, est le taux de rentabilité moyen sur une période de même durée. Les tests d'efficience, au sens faible, consistent à vérifier l'impossibilité de tirer profit et de réaliser un excès de rendement en se basant sur l'information historique. Certains de ces tests reposent sur la théorie statistique, il en est ainsi du test de corrélation sérielle et du test de « *runs* », d'autres comme les tests de la technique des filtres confrontent les résultats obtenus en appliquant la méthode d'analyse

---

<sup>34</sup> Le PER (Price Earning Ratio) est le ratio Cours/Bénéfice par action. Il mesure combien de fois le prix du titre capitalise le bénéfice, ce qui correspond à un indicateur d'appréciation du titre. Lorsque le titre est bien apprécié du marché, son PER est élevé.

technique à ceux obtenus en appliquant une stratégie fondée sur le principe de marche aléatoire.

### **3.1.1.1. Les tests d'auto-covariance et d'auto-corrélation**

Fama (1991) différencie les études portant sur des horizons à court terme de celles des horizons à long terme et il entend par court terme un horizon inférieur à un an.

#### **a. Le court terme**

Ces tests consistent à calculer le coefficient d'auto-corrélation (la corrélation sérielle) des rendements d'un échantillon de titre. Le coefficient de corrélation sérielle se définit de la manière suivante :

$$\varphi_t = \text{cov}(R_{t-1}, R_t) / \sigma(R_{t-1}) \sigma(R_t) \quad (1.17)$$

Sachant qu' $\varphi_t$  appartient à l'intervalle  $[-1,1]$

$R_{t-1}$  = Taux de rendement à l'instant  $(t - 1)$

$R_t$  = Taux de rendement à l'instant  $t$

Ce coefficient fournit une mesure de la relation qui existe entre le rendement d'un actif à la période  $t$  et le rendement de ce même actif lors des périodes antérieures. Le test consiste à examiner si  $\varphi_n$  est significativement différent de 0. Par conséquent, si l'hypothèse  $\varphi = 0$  est vérifiée on peut dire que le changement de prix au temps  $(t)$  est linéairement indépendant des changements de prix en temps  $(t-1)$ .

Par suite de sa simplicité et sa facilité de mise en œuvre, de nombreux chercheurs l'ont utilisé pour vérifier l'hypothèse de l'efficacité des marchés financiers au sens faible. Fama (1965), en se basant sur des données hebdomadaires, calcule les coefficients d'auto-corrélation de 30 valeurs de Dow Jones sur la période allant de décembre 1957 à septembre 1962. Il conclut que les investisseurs étaient dans l'impossibilité de réaliser des gains anormaux dans la mesure où aucune auto-corrélation importante n'a pu être identifiée à part quelques corrélations statistiquement significatives d'ordre 1.

Solnik (1973), en se basant sur le travail de Fama, applique le test pour huit places financières européennes entre mars 1966 et avril 1971. Il teste les auto-corrélations quotidiennes, hebdomadaires et mensuelles. Les résultats de cette étude montrent que certaines places financières présentent des auto-corrélations significativement différentes de

zéro à court terme mais insuffisantes pour permettre un gain substantiel. Selon Fama (1970, 1991) et Malkiel (2003), même si les auto-corrélations sont significatives d'un point de vue statistique, elles ne le sont pas d'un point de vue économique dans la mesure où il est impossible d'exploiter ces auto-corrélations pour établir des règles de spéculation conduisant à la réalisation de profits anormaux. Fama (1991) juge donc que ces résultats ne peuvent, en aucun cas, remettre en cause l'hypothèse de l'efficience des marchés. Hormis les études de Fama (1965) et Solnik (1973), plusieurs auteurs tels que Fama et French (1988) ont essayé de tester l'hypothèse d'efficience en travaillant sur des horizons plus longs.

***b. Le long terme et le processus de retour à la moyenne***

Shiller (1984) et Summers (1986) présentent chacun un modèle simple dans lequel les cours boursiers s'éloignent lentement de leurs valeurs fondamentales avec des rentabilités à court terme sans corrélation. Summers (1986) critique les conclusions tirées des études à court terme et pense que les auto-corrélations à horizon court ne peuvent en aucun cas valider à elles seules l'hypothèse de l'efficience. Summers montre que si le modèle d'actualisation des dividendes futurs est vérifié alors les rentabilités excessives doivent présenter une corrélation sérielle négative à long terme. C'est-à-dire, lorsque les prix sont supérieurs à leurs valeurs fondamentales, les excès de rentabilité sont négatifs et seront positifs si les prix sont inférieurs à leurs valeurs fondamentales. On retrouve ainsi dans ce mécanisme l'idée de retour à la moyenne des prix (« *mean reversion* »).

Par la suite, d'autres études ont vu le jour suite au travail de Summers comme celles de Fama et French (1988) et Porterba et Summers (1988) qui mettent en évidence le phénomène de retour à la moyenne pour les actions américaines sur la période 1926-1985. Quant à De Bondt et Thaler (1989), ils expliquent ce phénomène par la sur-réaction des individus aux mouvements de prix récents à travers leur étude consacrée aux entreprises cotées au NYSE sur la période 1926-1982. Ils montrent que les actions américaines ayant eu les plus mauvaises rentabilités boursières au cours de n'importe quelle période passée comprise entre trois et cinq ans excipaient les rentabilités les plus élevées les années suivantes (plus spécialement en janvier de chaque année) et inversement les titres des sociétés ayant le plus monté au cours d'une période passée de trois à cinq ans sont ceux qui baissent les plus subséquents. Le fait que les prix retournent à leurs valeurs fondamentales indique que durant les périodes de « *mean reversion* » les rentabilités sont prévisibles à partir des rentabilités passées, ce qui est contradictoire avec l'hypothèse de la marche aléatoire. Néanmoins, le rejet

rejet de la marche aléatoire n'implique pas le rejet de l'hypothèse de l'efficience. En effet, la présence d'une composante « *mean reverting* » dans les prix induit nécessairement un écart du prix par rapport à sa valeur fondamentale, ce qui remet en cause l'hypothèse de Samuelson concernant l'égalité à tout instant entre le prix et la valeur fondamentale. Summers (1986) et Poterba et Summers (1988) voient ainsi dans ce phénomène une source d'inefficience du marché contrairement aux partisans de la théorie de l'efficience tels que Fama et French (1988a) et Malkiel (2003) qui suggèrent que l'auto-corrélation négative à long terme des rentabilités est due à la variabilité au cours du temps des rentabilités attendues.

### **3.1.1.2. Les tests de *runs***

Le test des runs est un test non-paramétrique qui permet de déterminer si les réalisations successives d'une variable sont indépendantes. D'après Cobbaut (1997), un run peut être défini ainsi : « *un run négatif (positif) de longueur i est constitué par une séquence de i changements de prix négatifs (positifs) successifs, précédés et suivis par un changement de prix nul ou positif (négatif), donc un run est une séquence d'observations successives de même signe* » (Cobbaut, 1997 ; p.309).

Il est construit sur l'observation du signe des changements d'une variable. Un run est une succession de changements de même signe. Ainsi, un run positif de longueur  $i$  est constitué de  $i$  rentabilités successives, positives, précédées et suivies par une rentabilité négative ou nulle. Un run négatif est défini de manière équivalente, c'est à dire qu'il est constitué de  $i$  rentabilités négatives précédées et suivies par une rentabilité positive ou nulle. Un marché financier est généralement considéré comme efficient si le nombre de runs positifs et le nombre de runs négatifs sont approximativement égaux. Cromwell et al (1994) définissent la statistique de ce test qui suit une loi normale centrée réduite sous l'hypothèse nulle d'indépendance des rentabilités.

Le problème qui se pose avec ce test se résume à la rigidité de détermination de la longueur des runs. Fama (1965) est le premier à utiliser ce test sur le marché américain pour aboutir à des résultats qui valident l'hypothèse d'efficience au sens faible.

### **3.1.1.3. La technique des filtres**

Un filtre est une règle de spéculation qui s'énonce de la manière suivante : « *Si le cours d'un titre augmente de X% au moins par rapport à un minimum antérieur, il convient d'acheter ce titre et de le conserver jusqu'à ce que son prix baisse d'au moins X% par*

*rapport à son maximum précédent. A ce moment, il faut simultanément vendre et prendre une position à découvert. La position découverte est maintenue jusqu'à ce que le prix augmente de X% par rapport au minimum précédent, à ce moment il faut couvrir sa position et acheter* » (Cobbaut, 1997 ; p.309).

La méthode des filtres est une méthode systématique de spéculation qui consiste à comparer les profits que l'on obtient en appliquant cette technique à ceux auxquels on parvient en s'accordant à la stratégie particulièrement simple qui consiste à acheter les titres au début de la période d'observation et à les conserver jusqu'à la fin de celle-ci. Ces méthodes ont l'avantage d'être simples et elles ne font pas appel à des tests statistiques ou économétriques complexes.

Fama et Blume (1966) utilisent ces tests pour étudier l'efficacité de la méthode des filtres. Ils procèdent en comparant la rentabilité d'un portefeuille géré par la méthode des filtres avec une méthode de gestion passive qui consiste à acheter l'ensemble du portefeuille à un instant donné et à le vendre entièrement à la fin de la période du test. Ils appliquent ce test à la bourse de New York sur la période (1961 – 1964) en utilisant 24 tailles de filtres différents s'étalant de 0.5% à 20%. Les résultats de ce test indiquent que seul un petit filtre peut rendre cette stratégie de transaction légèrement plus profitable que la stratégie naïve d'achat-conservation.

### **3.1.2. Les tests de prévisibilité des « returns » à partir d'autres variables (tests de Co-intégration)**

Fama (1991) introduit une nouvelle classification relative à l'étude de prévisibilité des rentabilités à partir des variables économiques ou financières telles que les taux d'intérêt, le ratio dividendes/cours (dividend yield) ou le price earning ratio (PER). En effet, on peut regrouper les divers tests en deux catégories : d'une part les tests traditionnels fondés sur les régressions et d'autre part les tests de co-intégration. Ainsi selon Rozeff (1984) et Shiller (1984), les rendements des dividendes (D/P) prévoient les rendements des actions à court terme. Fama et French (1988b) intègrent quant à eux le D/P dans la prévision des rendements des portefeuilles pondérés d'actions du NYSE pour des horizons d'1 mois à 5 ans. D'autres études comme celles de Campbell (1991), Cutler, Poterba et Summers (1991) et Bekaert et Hodrick (1992) rejoignent également l'idée selon laquelle les rentabilités sont prévisibles à partir des fondamentaux et plus particulièrement sur la base du ratio dividendes/cours et du taux d'intérêt à court terme.

A propos de l'auto-corrélation de long terme de Fama et French (1988a), le pouvoir de prévision de long terme de D/P et E/P est faible pendant la période après 1940. La variance des rendements de long terme mesurés par D/P est ainsi due, en grande partie, au lent retour à la moyenne des rendements attendus. Campbell et Shiller (1988b) constatent que le ratio (E/P), plus particulièrement quand les bénéfices passés (E) sont en moyenne de 10-30 ans, a un pouvoir puissant de prévision qui augmente avec l'horizon des rendements. Fama et French (1989) montrent, en outre, que le « taux de dividende » du portefeuille de marché du NYSE est un bon prédicateur des returns aussi bien des obligations de société que de celles des actions. En plus, deux variables macroéconomiques, à savoir : les variations de la prime de risque de défaut et le « spread » de la structure par terme des rendements d'obligations sont de bons prédicateurs des rendements aussi bien du portefeuille de marché des actions du NYSE que de portefeuille d'obligations de différents ratings. Keim et Stambaugh (1986) et Campbell (1987) constatent que les rendements des actions et des obligations sont prévisibles à partir de la même détermination des titres de marché et des structures à terme des variables. Chen (1991) confirme la conclusion majeure de Fama et French selon laquelle les rendements attendus des actions et des obligations sont élevés quand les taux de croissance de production ont été constamment bas. Du coup, Campbell et Shiller (1988) se sont alors intéressés au sens de la causalité entre les cours et les dividendes en appliquant les tests de co-intégration.

D'une façon générale, « les tests de co-intégration reposent sur l'idée selon laquelle il existe des relations stables entre certaines variables théoriquement liées et que ces dernières doivent évoluer ensemble à long terme, même si une divergence peut apparaître à long terme »<sup>35</sup>. Blanc (1994) énonce pour sa part la définition suivante : « soit deux variables (  $X_t$  ) et (  $Y_t$  ) intégrés d'ordre 1, c'est à dire stationnaire, après différenciation du premier ordre : (  $X_t$  ) et (  $Y_t$  ) sont dites cointégrées s'il existe une combinaison linéaire unique de la forme :  $X_t = A + B Y_t + z_t$  ou A et B sont des réels quelconques et  $z_t$  est une variable stationnaire de moyenne nulle » (Blanc,1994).

Les résultats des tests de co-intégration entre les cours et les dividendes peuvent être interprétés de deux façons opposées<sup>36</sup> :

---

<sup>35</sup> Sandrine Lardic, Valérie Mignon : « l'efficacité informationnelle des marchés financiers ».

<sup>36</sup> Sandrine Lardic, Valérie Mignon : « l'efficacité informationnelle des marchés financiers ».

- Une première interprétation qui valide la théorie de l'efficience selon laquelle la co-intégration indique l'absence de « mésalignement » durable entre le prix et sa valeur fondamentale.
- Une seconde explication qui va à l'encontre du concept d'efficience qui stipule que la Co-intégration induit la présence d'une prévisibilité des cours à partir des dividendes passés.

### 3.2. Les tests d'études événementielles

La méthode des études d'événements est cohérente avec l'hypothèse de l'efficience des marchés financiers selon laquelle le cours boursier est censé refléter « en temps réel » la valeur des entreprises. Pour reprendre les termes de Gillet (1998), les études d'événements constituent une des formes de recherche les plus classiques de la finance moderne. Initialement destinées à vérifier la théorie de l'efficience des marchés financiers, en particulier dans sa forme semi-forte, elles ont rapidement été utilisées à d'autres fins. Les études d'événements permettent de tester les réactions des marchés financiers à l'annonce ou à la réalisation d'un événement quelconque, endogène ou exogène, susceptible d'affecter l'activité ou les performances d'une entreprise. Elles mettent en évidence les effets de cet événement sur le cours de l'action de société et donc sur la richesse des actionnaires.

#### 3.2.1. Éléments théoriques

La méthodologie des études d'événements vise à valider l'hypothèse de l'efficience des marchés financiers au sens semi-fort car l'efficience réside dans la mesure de la vitesse d'ajustement des cours à une nouvelle information. Plus la vitesse de réaction du marché à une nouvelle information est importante plus le degré d'efficience du marché est élevé. Néanmoins, les chercheurs se sont intéressés à la réaction des marchés à l'annonce d'un événement spécifique lié à un titre ou à un actif et pas forcément à une information. On peut définir un événement comme : « *Une information qui est rendue publique sur le marché et qui est de nature à affecter la valeur d'une ou de plusieurs firmes en même temps* » (Adel Grar, 1997 ; p 462).

La méthodologie utilisée par Jacquillat et Solnik (1989) est la suivante :

$$\varepsilon_{it} = R_{it} - E(R_{it} / R_m, \beta_{it}) \quad (1.18)$$

$\varepsilon_{it}$  désigne la rentabilité résiduelle estimée du titre (i) pendant la période (t)

$R_{it}$  désigne La rentabilité observée de l'actif (i) pendant la période (t)

$E(R_{it}/R_m, \beta_{it})$  désigne l'espérance de la rentabilité du titre (i) à la période (t)

Le marché sera efficient au sens semi-fort si la rentabilité résiduelle estimée du titre (i) pendant la période (t) est significativement égale à zéro. D'après Jacquillat et Solnik, la méthodologie des études d'événements utilise les rentabilités des titres plutôt que les prix des actifs. La rentabilité d'un actif financier se définit de la manière suivante :

$$E(R_{it}) = 1/n(\sum_{t=1}^n P_{it} - P_{it-1} + D_{it}) / \sum_{t=1}^n P_{it-1} \quad (1.19)$$

$P_{it}$ : Prix du titre i à la fin de la période t

$P_{it-1}$ : Prix du titre i à la fin de la période (t - 1)

$D_{it}$  : Dividende détaché du titre i durant la période t

$N$ : nombre des périodes utilisées pour le calcul

Fama, Fisher, Jensen et Roll (1969) ont essayé d'examiner si le prix d'une action réagissait rapidement à l'annonce d'un split<sup>37</sup> de cette action en se basant sur une méthodologie fondée sur le modèle de marché. Ils ont examiné dans leur étude le comportement des rentabilités autour des dates de distributions gratuites. La méthodologie élaborée par les auteurs pour analyser le comportement des résidus de la régression d'une version logarithmique du modèle de marché s'écrit de la forme suivante :

$$\log R_{i,t} = \alpha_i + \beta_i \log R_{M,t} + U_{i,t} \quad (1.20)$$

L'utilisation de la forme logarithmique vise à homogénéiser les données. La rentabilité anormale de l'actif peut être définie comme suit :  $RA_{it} = R_{it} - R_{Théorique}$ . Après le calcul des rentabilités anormales, on procède au calcul des rentabilités anormales cumulées défini comme suit :

$$CAR_i = \sum RA_{it} \quad (1.21)$$

Avec CAR= Cumulative Abnormal Return.

---

<sup>37</sup> Split : annonce de distribution d'actions gratuites : considérée généralement comme une bonne nouvelle.

Si les marchés sont efficaces on doit alors observer une forte rentabilité le jour de l'annonce, puis le cours doit retrouver une évolution conforme à ce que la théorie est susceptible de prévoir. Lorsque les marchés ne sont pas efficaces le prix du titre s'ajuste petit à petit à la nouvelle information.

### **3.2.2. Mise en œuvre de la méthodologie**

Les études d'événements permettent de mesurer la pertinence informative d'un événement, notamment l'analyse du comportement des cours boursiers à l'arrivée d'une nouvelle information. Elles sont basées sur l'idée selon laquelle les marchés financiers réagissent immédiatement à de nouvelles informations susceptibles d'affecter la profitabilité future de la société (Hubler et Meschi, 2000).

Mackinlay (1997) identifie sept étapes pour la mise en œuvre de cette méthodologie.

#### 1<sup>ère</sup> étape : Définition de l'événement

La première étape, dans la méthodologie des études d'événements, consiste à définir l'événement et à identifier la période pendant laquelle cet événement va être étudié, période appelée « fenêtre d'événement » ou « période de test ». En ce qui concerne la fenêtre d'événement, une période de test de longueur 40 jours centrée autour de la date d'événement est fréquemment utilisée, ce choix est récurrent dans les travaux portant sur des annonces de fusion acquisition ou de bénéfices (Hubler et Meschi, 2000).

#### 2<sup>ème</sup> étape : Critère de sélection

Une fois l'événement défini, il convient de déterminer un critère de sélection, c'est-à-dire un critère sur lequel va être basée l'étude d'événement. Le critère<sup>38</sup> le plus choisi est celui des rendements anormaux, à savoir la différence entre les rendements théoriques et les rendements observés.

#### 3<sup>ème</sup> étape : Rendement normal – Rendement anormal

Pour apprécier l'impact d'un événement il est indispensable de calculer un rendement anormal ou encore l'excès de rendement dû à l'événement. Le rendement anormal est la différence entre le rendement observé moins le rendement normal ou théorique, c'est-à-dire celui qui aurait été observé en l'absence d'événement. Ce rendement normal est modélisé sur

---

<sup>38</sup> Certains auteurs choisissent le critère du volume anormal.

une période précédant la période de test appelée « période d'estimation » ou « fenêtre hors événement ». C'est l'objet de l'étape suivante.

#### 4<sup>ème</sup> étape : Fenêtre d'estimation

La fenêtre d'estimation ou fenêtre hors événement précède la fenêtre d'événement. Elle doit être plus longue que la période de test et elle est généralement d'une longueur supérieure à trois fois la fenêtre d'événement afin de disposer d'un nombre important d'observations pour l'estimation et augmenter la significativité du modèle.

#### 5<sup>ème</sup> étape : Test d'hypothèses

Après avoir identifié la fenêtre d'estimation, le rendement anormal peut être calculé. À ce stade, il convient de mettre en place un test d'hypothèse, c'est-à-dire une hypothèse nulle  $H_0$  contre une hypothèse alternative  $H_1$ .

#### 6<sup>ème</sup> étape : Résultats empiriques

C'est l'étape d'analyse des rendements anormaux en mettant en œuvre les tests statistiques appropriés.

#### 7<sup>ème</sup> étape : Interprétations et conclusions

À ce niveau, on conclut si les événements choisis ont un impact ou non sur la rentabilité des sociétés retenues.

### **3.2.3. Revue de la littérature**

La méthode des études d'événements est issue des techniques financières mais son champ d'application n'est pas limité à la finance. Les événements de nature financière tels que les opérations de fusions acquisitions, l'annonce de résultat, la variation des taux d'intérêt et le changement des dirigeants sont à l'origine des premiers travaux en la matière. Un bon exemple de cette utilisation classique de la méthode est l'étude de Chatterjee (1992) qui a étudié l'impact des offres publiques d'achat sur les entreprises américaines.

L'étude de Fama, Fisher, Jensen et Roll (1969) porte sur 940 distributions d'actions gratuites concernant 622 actions cotées au NYSE entre 1927- 1959. Les résultats obtenus par les auteurs sont conformes à l'hypothèse d'efficience du marché au sens où le prix reflète toute l'information publiquement disponible et où le marché a parfaitement anticipé le

message continu dans l'annonce du split. Grinblatt, Masulis et Titman (1984) étudient les réactions des marchés financiers à l'annonce d'une division d'actions et ils ont montré une réaction positive des marchés aux annonces des divisions de titres. Ce qui laisse penser que la vitesse de réaction du marché est insuffisante pour pouvoir considérer celui-ci comme efficient. Parmi les études qui ont mis en cause l'hypothèse d'efficience, celle de Charest (1978) dans laquelle il étudie les effets de l'annonce des dividendes des entreprises cotés au NYSE entre 1947 et 1967, montre que le marché a eu une réaction étalée dans le temps.

De même, Asquith (1983) montre que le cours de l'action de l'entreprise absorbant une autre entreprise (cible) ne répond que lentement à l'annonce de cette absorption. Aussi Bernard et Thomas (1990) en étudiant les annonces de bénéfices de 2 649 entreprises sur une période de 1974 à 1986 (données trimestrielles) constatent qu'il est possible de générer des rentabilités anormales. Cette méthode a été également utilisée dans d'autres disciplines comme les sciences de gestion. Nous pouvons citer l'étude du marché français par Hubler et Schmidt (1998) qui mesurent l'impact des décisions en matière des ressources humaines sur les cours boursiers des entreprises françaises entre 1992 et 1996.

De manière plus générale, Mc Williams et Siegel (1997) mentionnent des événements endogènes à l'entreprise comme le désinvestissement d'Afrique du sud, des changements dans le contrôle de l'entreprise, le remplacement des dirigeants, des licenciements ou des fermetures d'usine, des actions illégales de l'entreprise, l'abandon de certains produits, des décisions d'investissements stratégiques et la formation d'alliance inter-entreprises. Ils ont aussi mené différentes recherches concernant des événements exogènes à l'entreprise : la mise en place d'une nouvelle législation, la nomination de dirigeants à des postes ministériels, le changement des taux d'intérêt directeurs de la banque centrale ou encore le décès de dirigeants emblématiques des sociétés.

Si on s'intéresse aux études d'événements exogènes à l'entreprise, on peut citer l'étude menée par Jacobson (1994) qui teste la réaction des investisseurs à deux tentatives législatives du congrès américain de contrôler les coûts des dépenses de santé en se basant sur dix dates clés relatives à chacune des lois. Cette étude est consacrée aux entreprises américaines appartenant à ce secteur (la santé). L'auteur a conclu que les investisseurs avaient anticipé l'inefficience de ces deux lois.

De même, on note l'existence d'études portant sur les conséquences de décisions d'une cours suprême en matière d'OPA hostile (Ryngaert, 1989) ou de fusions (Mc Williams,

Turk et Zardkoohi, 1993). Quant à Bhagat et Romano, ils ont étudié l'impact des nouvelles lois sur les entreprises américaines.

La littérature a étudié aussi la relation qui lie les décisions de la politique monétaire et les marchés financiers dans les deux sens : une première vague d'études s'est consacrée à l'examen de l'effet de la prise en compte des cours boursiers dans la règle de politique monétaire (Rigobon et Sack, 2001 ; Berdot et Leonard, 2002 ; Rigobon et Sack, 2003). À l'inverse, une seconde vague s'est consacrée à l'étude de l'impact des décisions de politique monétaire sur les marchés des actions (Rigobon et Sack, 2002 ; Gurkaynack, Sack et Swanson, 2004 ; Rigobon et Sack, 2004 ; Craine et Martin, 2003 ; Bernanke et Kuttner, 2005).

Enfin, Davidson et Worrel (1994) étudient l'annonce des comportements illégaux des entreprises sur leurs performances boursières pour conclure que les comportements de corruption avaient des impacts négatifs sur la rentabilité des entreprises étudiées.

### **3.3. Les tests sur l'information privée**

Ces tests visent à vérifier la troisième forme de l'efficience à savoir l'efficience au sens fort. Cette forme porte sur le traitement de l'information privée. Ils répondent à deux questions : premièrement existe-il des investisseurs détenant une information privée qui n'est pas incluse dans les prix et deuxièmement ces investisseurs peuvent-ils espérer des rentabilités supérieures à celles des agents ne disposant pas de cette information ? On peut classer ces études en deux grandes familles. La première regroupe l'ensemble des études portant sur les délits d'initié<sup>39</sup>. La seconde famille regroupe les mesures des performances des portefeuilles gérés par les professionnels.

#### **3.3.1. L'étude des délits d'initiés (insiders trading)**

Dès qu'une opération d'initié devient répréhensible un délit d'initié est constitué. Ces études s'intéressent généralement à la possibilité de réaliser des gains anormaux par des opérateurs qui ont le privilège d'accéder à des informations pas encore dévoilées sur les marchés. Aussi nous notons que ces études vérifient si les ordres d'achat ou de vente de ces mêmes opérateurs contribuent à informer le marché.

---

<sup>39</sup> On désigne par les initiés toutes les personnes qui ont la possibilité d'accéder à des informations privilégiées (les insiders, les courtiers spécialisées, les dirigeants des sociétés, les analystes financiers, etc...).

Les premières études concernant la détention d'information privée dans le cadre des délits d'initié sont dues à Niederhoffer et Osborne (1966), Scholes (1972) et Jaffe (1974). Les deux premières études mettent l'accent sur la réalisation de rendements anormaux par certains investisseurs, à savoir les insiders<sup>40</sup>. Jaffe (1974) est à l'origine de la première étude relative à la spéculation des insiders en appliquant la méthode des résidus (méthode CAR) sur un échantillon de 861 observations ne contenant que des titres fortement transigés durant l'année 1960. Il conclut que le marché n'est pas efficient dans la mesure où les initiés réalisent un rendement en excès qui varie de 3 à 5% ; cet excès s'avérant plus important que les coûts de transaction est statistiquement significatif au seuil de 5%. La seconde conclusion remettant en cause l'efficience au sens semi-fort tirée par Jaffe est que les marchés ne réagissent que très lentement à l'annonce d'opérations d'insiders et que les outsiders ont la possibilité de tirer profit de l'information publique concernant les opérations d'insiders au-delà de huit mois après la déclaration officielle de ces transactions.

Seyhun (1986) se basant sur l'étude de Jaffe confirme la première conclusion de son prédécesseur quant à la possibilité de réaliser des profits anormaux par les insiders en possession d'informations privées mais dément la seconde suggestion de Jaffe concernant la possibilité d'outsiders de tirer profit de l'information publique dont l'origine est l'annonce d'opérations des insiders. Seyhun (1986) confirme que les « *insiders buying* » sont relativement plus importants pour les petites firmes tandis que les "*insiders selling*" sont plus importants pour les grandes firmes. Ceci signifie que le résultat obtenu par Jaffe (1974) est faussé par l'absence de prise en compte de l'effet taille. Cette anomalie est définie par Banz (1981) lorsqu'il constate que les actions des firmes de petites tailles (entreprise à faible capitalisation boursière) ont tendance à avoir un rendement moyen supérieur à celles des firmes de grande taille (entreprise à forte capitalisation boursière). Par conséquent, les rendements anormaux constatés par Jaffe (1974) semblent être le résultat de l'effet taille. Ces premières études remettent en cause l'hypothèse de l'efficience des marchés financiers au sens fort dans la mesure où les investisseurs détenteurs d'informations privilégiées réalisent des gains certains.

---

<sup>40</sup> Les insiders sont principalement des dirigeants de société spéculant sur leurs propres titres.

Plus récemment, Meulbroeck (1992) étudie l'impact des opérations d'initiés sur le marché américain (NYSE). Il utilise 64 cas de délits d'initiés relevés par la SEC<sup>41</sup> entre 1980 et 1989. Après l'observation de la réaction des cours lors d'une opération d'initié, Meulbroeck montre la réalisation d'une rentabilité anormale le jour même de l'opération. Cette rentabilité anormale est égale à la moitié de la rentabilité observée le jour de l'annonce d'évènement. Guivarch (1996) applique la même méthode au marché français en utilisant 32 cas de délits d'initiés publiés par la Commission des opérations de bourse (COB) dans son rapport annuel de 1986 à 1994 en prenant comme rentabilité théorique la moyenne de 140 jours précédant l'évènement. Il conclut qu'il existe des rentabilités anormales correspondant aux jours de réalisation des opérations liées à des délits d'initiés. Enfin selon Malkiel (2003), les tests visant à étudier la capacité des investisseurs professionnels à battre le marché sont les tests les plus directs et les plus convaincants de l'hypothèse d'efficience.

Nous pouvons conclure que d'après les tests réalisés, les initiés, à travers les opérations d'achat et de vente influençant les marchés, vont se réorganiser en prenant en considération ces nouvelles informations, d'où l'apparition de rentabilités anormales induites par le comportement mimétique des opérateurs qui vont agir dans le même sens que les initiés.

### **3.3.2. La mesure des performances des portefeuilles**

Sur les marchés financiers il existe deux types d'opérateurs, à savoir les investisseurs amateurs et les spécialistes qui bénéficient d'un avantage informationnel important venant des fonds mutuels, des compagnies d'assurance et des fonds de pension. La théorie de l'efficience est vérifiée si et seulement si la performance moyenne des gérants de portefeuilles n'excède pas celle de l'ensemble des agents économiques censés être beaucoup moins informés.

Jensen (1968, 1969), dans une étude portant sur les gestionnaires de fonds commun, essaie de déterminer si ces gestionnaires ont accès à une information spécifique qui leur permet de réaliser des excès de rentabilité. L'étude montre que sur 115 fonds communs américains, sur la période 1955-1964, deux battent le marché et quatre enregistrent une performance inférieure à celle du marché. La relation estimée par Jensen est la suivante :

$$R_{j,t+1} = \alpha_j + (1 - \beta_j) R_{f,t+1} + \beta_j R_{m,t+1} + \varepsilon_{t+1} \quad (1.22)$$

---

<sup>41</sup> La Securities and Exchange Commission (SEC) est l'organisme fédéral américain de réglementation et de contrôle des marchés financiers. C'est en quelque sorte le « gendarme de la Bourse » américain dont les fonctions généralement similaires à celles de l'AMF français.

Où

$R_{j,t+1}$  = La rentabilité du titre ( $j$ ) entre ( $t$ ) et ( $t+1$ )

$R_{f,t+1}$  = La mesure des performances des portefeuilles

$R_{m,t+1}$  = La rentabilité du portefeuille du marché ( $m$ ) entre ( $t$ ) et ( $t + 1$ )

Par conséquent, Jensen conclut qu'en moyenne il est impossible de battre le marché et de réaliser des rendements anormaux, ce qui valide par conséquent l'hypothèse de l'efficience au sens fort.

Dans le même ordre d'idées, Henrikson (1984) étudie les performances de 116 fonds entre février 1968 et juin 1980. Il conclut que les performances des fonds, après déduction de la rémunération des gérants et frais de gestion, sont assez comparables aux performances réalisées par le marché (la différence est de 0,02 %). L'étude d'Ippolite (1989) portant sur les performances de 143 fonds pendant une période de 20 ans (1965 – 1984) montre que les performances des fonds sont inférieures de 0,83% par rapport à celles du marché. Cela dit et d'après cette étude, bien que les fonds mutuels parviennent à réaliser des performances comparables à celles du marché les frais de gestion et la rémunération des gérants diminuent cette performance et la rendent inférieure à celle du marché. Parmi les critiques adressées à l'étude d'Ippolite certaines affirment qu'elle ne rend pas compte des rendements de portefeuilles passifs composés d'actions ne figurant pas au SP500, c'est-à-dire ceux à plus faible capitalisation.

## **Conclusion**

Depuis les années 60 une littérature empirique abondante a été consacrée à l'efficience des marchés financiers dans la mesure où cette représentation théorique est considérée comme une hypothèse de base à la théorie financière. Nous avons, dans ce chapitre, pu exposer et commenter les bases de la théorie de l'efficience informationnelle des marchés financiers. Pour ce faire, nous avons présenté les trois formes théoriques élaborées par Fama, l'initiateur de cette approche théorique. Nous avons essayé de mettre en évidence le débat relatif à sa validité dans la mesure où chaque résultat peut être interprété de deux façons contradictoires selon que l'on est partisan ou non de l'efficience.

La problématique majeure liée à cette théorie trouve son origine dans la définition même de l'efficience car en l'hypothèse nulle testée n'est pas nécessairement une hypothèse jointe comprenant la validité de l'efficience et du modèle de formation des cours. Par ailleurs, comme le souligne Mignon, le problème fondamental d'interprétation des résultats des tests appliqués pour vérifier cette hypothèse ne semble pas uniquement provenir des outils économétriques utilisés mais aussi des contradictions issues de la définition même de l'efficience.

Ce constat conjugué aux dysfonctionnements des marchés financiers (réurrence des crises financières, existence des anomalies boursières) nous amène à nous poser des questions sur la robustesse des fondements théoriques et empiriques de cette théorie. Force est de constater que les crises financières qui ne cessent de toucher l'économie mondiale sont à l'origine d'une absence de conclusion définitive quant à la validité de la théorie d'efficience et confortent l'idée d'existence d'anomalies sur les marchés financiers. On peut noter que les niveaux de volatilités atteints suite au krach boursier d'octobre 1987 ou suite à la crise dite des « subprimes » d'août 2007 se sont avérés très élevés.

Par ailleurs, les travaux qui se sont intéressés à cette théorie peuvent être divisés en deux catégories. La première tient aux travaux qui défendent l'hypothèse d'efficience des marchés, en affirmant que le cours est gouverné par ses fondamentaux et qu'il a tendance à fluctuer au voisinage de sa valeur fondamentale : le prix est donc une estimation non biaisée de sa valeur fondamentale et tout écart durable entre le cours et sa valeur d'équilibre est exclu (Fama, 1965 et Samuelson, 1965). La seconde catégorie rejette cette hypothèse en affirmant que les hypothèses sous-jacentes trop restrictives de cette théorie (marchés parfaits, absences de coûts de transaction, gratuité de l'information, ect...) sont à l'origine de l'existence de phénomènes de « mésalignement » durable des cours (Mignon, 1998).

Aussi, dans le chapitre suivant nous serons amenés à nous intéresser à la validité empirique de l'hypothèse de l'efficience des marchés financiers à travers l'application d'une panoplie de tests sur les actions du marché boursier français (le CAC 40). Les résultats obtenus ont conditionné la suite de notre travail.

---

# Chapitre 2

## Tests de validation de la théorie de l'efficience : cas du marché boursier français

---

### Introduction

Pendant le demi-siècle qui vient de s'écouler, la théorie financière s'est construite autour de trois piliers : la maximisation et l'espérance de l'utilité, l'absence d'opportunité d'arbitrage et surtout l'hypothèse d'efficience des marchés financiers. Comme l'ont souligné Fankfurter et Mcgoun (2002): « *Cette hypothèse a révolutionné les croyances sur l'évaluation des titres et le fonctionnement du marché des capitaux car elle était en accord avec une idéologie qui considère le marché, non seulement celui des capitaux, mais l'ensemble des marchés comme un mécanisme quasi parfait d'allocations (des ressources).* » En effet, ces trois piliers sur lesquels se base la théorie financière ont conduit à un renouvellement de la représentation théorique du fonctionnement des marchés, de l'évolution des prix et celle des actifs financiers.

La théorie des marchés efficients aboutit à la conclusion que tous les prix des actifs financiers reflètent avec précision l'information disponible à chaque instant. En d'autres termes, la fixation des prix des actifs financiers est déterminée simplement en fonction des informations livrées au public. Les cours boursiers, d'après cette théorie, décrivent à tout moment ce qu'on peut appeler « une marche aléatoire » et le mécanisme de formation des prix se base sur les réponses des marchés à des informations nouvelles.

Le premier à lier le concept d'efficience informationnelle à celui de la marche au hasard fut Fama (1970). Ainsi il définira que : « Les marchés financiers sont dits « efficients » si les cours cotés « reflètent pleinement » toute l'information disponible. » Partant de ce constat, la possibilité d'arbitrage sur les marchés financiers est nulle dans la mesure où toute l'information sera immédiatement prise en compte par le marché et sera donc obsolète. En conséquence de ce constat, il serait plus efficace d'investir sur un indice de marché plutôt que

d'essayer de trouver une combinaison de titres qui permettrait de battre ce dernier (Malkiel, 2003).

Les marchés financiers connaissent des variations plus ou moins brusques de leurs rendements dont l'évolution est caractérisée par une forte volatilité. Les cours suivent tantôt un mouvement de hausse tantôt un mouvement de baisse qui, par ailleurs, qui peut affecter la sphère réelle de l'économie en la rendant plus instable et plus dépendante de la situation sur les marchés d'actifs. Comment peuvent être expliqués ces fluctuations et ces mouvements du marché ?

Une des principales causes peut être l'annonce de vraies ou fausses nouvelles, le lancement et la propagation d'une information. Celles-ci peuvent amener les investisseurs et les opérateurs de marché à réagir de différentes manières selon la crédibilité de l'information et son impact sur le comportement des différents acteurs ; lequel peut ne plus être rationnel.

Il est important de rappeler que, même dans le cas général, les décisions prises par les investisseurs ne sont pas totalement rationnelles. L'annonce d'une information peut mener les investisseurs vers une prise de risque et une situation d'incertitude. Leurs décisions peuvent donc montrer une certaine incohérence et peuvent être en proie des aléas.

Il a été montré dans beaucoup de cas que le marché évoluait avec beaucoup plus de secousses que les sociétés qu'il cotait. Suite à une annonce, le titre d'une entreprise peut subir une chute libre ou s'apprécier fortement tandis que l'entreprise n'endure aucun changement aussi spectaculaire dans son activité réelle.

Pour comprendre au mieux ce phénomène, nous allons dans un premier temps définir le terme « rumeur » de manière générale, puis resituer ce terme dans le cadre de la finance en particulier. La rumeur étant la dispersion d'une information, le problème de l'hypothèse d'efficience des marchés se pose : le marché étant considéré comme suffisamment large et l'information se répandant instantanément, les opérateurs réagissent quasi instantanément et correctement aux informations. Les prix doivent donc constamment représenter la valeur réelle d'un actif financier. Or la rumeur, étant par définition la progression d'une information non vérifiée, cette notion s'avère essentielle dans le cadre de l'hypothèse d'efficience des marchés et conduit ainsi à une incohérence : de quelle façon le marché intègre-t-il l'information sachant que celle-ci peut être tout autant vraie que fausse ? Aussi par la suite, nous ferons une analyse du processus de développement de la rumeur. En particulier, on

s'intéressera au cycle de vie d'une rumeur, du début jusqu'à la fin. Nous identifierons les différents acteurs qui lancent les rumeurs ainsi que leurs intérêts et la réglementation qui permet d'y faire face.

Ensuite, dans une deuxième partie du travail nous nous pencherons sur la forte instabilité qui caractérise les marchés financiers dont la volatilité sera appréhendée par l'impact des annonces de scandales financiers sur le marché boursier. Notre étude se focalisera sur le marché français tout en essayant de voir l'impact de l'annonce d'un scandale boursier sur les cours des actions françaises d'une part et l'impact d'un scandale lié à une société sur l'ensemble du marché d'autre part. La première partie du travail sera consacrée à l'étude de l'effet d'annonce de quatre scandales financiers sur la rentabilité des actions cotées sur le CAC40 à travers la méthodologie d'étude d'événements, puis dans la deuxième partie, on s'intéressera à l'impact sur la volatilité des actions du CAC40 à travers l'utilisation d'un modèle GARCH.

Enfin dans la dernière partie de ce chapitre nous nous intéressons à la forme faible de l'efficience. Nous mettrons l'accent sur l'existence des dépendances dans les séries de rendements des actions du CAC40 qui sont calculées à partir des valeurs passées des prix des titres. L'hypothèse de marche aléatoire des cours boursiers est souvent assimilée à la forme faible de l'efficience, afin de pouvoir analyser le caractère aléatoire de nos séries nous utiliserons des tests économétriques. Le test ARCH d'Engle (1982) sera appliqué afin de montrer la présence ou non d'hétéroscédasticité conditionnelle dans nos séries de rentabilité. Par la suite nous utiliserons le test de run (Cromwell, Labys et Terraza, 1994). Enfin le test du rapport de variances introduit par Cochrane (1988) et Lo et Mc Kinlay (1988) sera appliqué. L'idée de ce test est que, si une variable suit une marche aléatoire, la variance de la variable en différence première doit être une fonction linéaire de la période d'observations. C'est-à-dire que la variance des différences premières est égale à une fois la variance des différences premières.

Par la suite on étudiera les dépendances non linéaires existant dans les séries de rendements des actions du CAC40 à travers l'utilisation, dans un premier temps, de l'analyse du rang rééchelonné de Hurst(1951) qui permet de détecter la présence de phénomènes de mémoire longue afin de classifier les séries temporelles en fonction de la nature de leur mémoire et du test BDS dans un second temps de Brock-Dechert-Sheinkman(1996). La statistique BDS teste l'hypothèse nulle d'une série indépendamment et identiquement

distribuée (*iid*) contre une alternative non spécifiée et peut être utilisée –sous certaines conditions- en tant que test de non linéarité.

## **1. La rumeur boursière**

### **1.1. Quelques citations**

*« Dans un monde où l'information est une arme et où elle constitue même le code de la vie, la rumeur agit comme un virus, le pire de tous car il détruit les défenses immunitaires de sa victime. » Jacques Attali extrait d'EUROPE(S).<sup>42</sup>*

*« Les Bourses ne traduisent pas l'état des économies, mais la psychologie des investisseurs. » Françoise Giroud écrivaine et journaliste.<sup>43</sup>*

*« En bourse il faut acheter la rumeur et vendre la nouvelle. » Dictionnaire populaire*

Cette revue rapide de quelques citations portant sur la rumeur est déjà assez révélatrice de la présence et des effets de celle-ci sur les marchés financiers. Elles permettent d'avoir une première approche et une première idée de ses caractéristiques. On retiendra les mots suivants : « arme », « virus », « détruit », « victime » et « psychologie des investisseurs ». Les premiers mots ont clairement une connotation négative, dure et destructrice, le dernier quant à lui donne des explications sur le mot, et donne un sens ou même une origine.

### **1.2. Définitions de la rumeur**

Dans une première partie nous définirons brièvement le mot « rumeur » de façon générale ; ensuite le restituerons dans le contexte de la finance. Nous chercherons ainsi à en dégager les principales caractéristiques, ainsi que les différentes typologies.

#### **1.2.1. Un peu d'histoire**

Le mot « rumeur » tient son origine du latin « rumor » signifiant le bruit qui court, la rumeur publique. Au XIII<sup>ème</sup> siècle le terme prend la définition suivante: « bruit confus que produisent un certain nombre de personnes disposées à la révolte, à la sédition, à la violence ou à la protestation ». Au XVI<sup>ème</sup> siècle le mot intègre la notion de nouvelle et d'information. Celles-ci se répandent dans le public et dans l'opinion. En terme journalistique contemporain, elle se définit par le mot « scoop » en incorporant le concept de diffusion et

---

<sup>42</sup> J. Attali, (1994), « Europe(s) », Librairie Arthème Fayard.

<sup>43</sup> F. Giroud (2000), « La rumeur du monde », Edition le livre de poche.

propagation. La notion de véracité et de fausseté n'entre pas en ligne de compte. Il y a des rumeurs fausses qui deviennent vraies et inversement. Cependant, notons que c'est au cours XIX<sup>ème</sup> siècle que la pratique de « bouche à oreille » apparut. C'est pendant la seconde guerre mondiale que le lien entre la rumeur, la politique et la propagande sera fait. La rumeur devient donc une fausse information diffusée sur des ondes ennemies. D'après Froissart (1995) : « la différenciation des locuteurs perdus dans une masse, dans le corps d'une foule anonyme ; ceux-ci sont bientôt les acteurs de la rumeur ». C'est ainsi que le concept de manipulation de la rumeur intervient.

Aujourd'hui, lorsque nous cherchons la signification du terme rumeur, nous obtenons des différentes définitions qui mettent en évidence son caractère nuisible :

« Bruit confus produit par la présence d'un certain nombre de personnes qui parlent, crient ou s'activent plus ou moins loin, la rumeur est aussi (et c'est son sens le plus connu) une nouvelle sans certitude qui se répand de bouche à oreille, un bruit inquiétant qui court. ».

*Conservatoire contemporain de Littératures orales*

Notons qu'aujourd'hui encore la notion de bruit perdure : dans la langue anglaise la distinction ne se fait pas pour exprimer le mot « rumeur » et « bruit ». Or, en règle générale, il prend plus la forme d'une information invérifiée dont on n'explique l'apparition et qui se répand au sein d'un groupe. En 1987, Kapferer qualifie la rumeur du « plus vieux média du monde » et la définit comme suit : « La rumeur est l'émergence et la circulation dans le corps social d'informations soit non encore confirmées publiquement par les sources officielles soit démenties par celles-ci »<sup>44</sup>.

La rumeur a été même personnifiée dans la mythologie romaine. Elle incarne une déesse du nom de « Fama » qui a vengé la mort de ses enfants en déclenchant une rumeur qui a provoqué une bataille interne entre les habitants de Lemnos (l'île de l'invincible Hercule). Pour venir à bout d'Hercule elle a lancé une rumeur à son sujet en utilisant sa fameuse trompette consacrée aux rumeurs.

---

<sup>44</sup> Kapferer J.N. (1987), « Rumeurs - le plus vieux média du monde », Revue Française du Marketing , 1987, n° 113, Pages : 72-78.

### **1.2.2. Caractéristiques**

Etant donné le caractère non vérifié de l'information, elle peut être source d'erreur et causer par la suite des effets négatifs. En effet, l'incertitude qui règne autour de la rumeur peut la rendre dangereuse et perverse. En outre plusieurs exemples en témoignent dans le monde financier comme celui de Morgan Stanley au cours du mois de juillet 2000 où une rumeur court concernant des pertes importantes subies sur le junk bonds desk. L'action Morgan Stanley a perdu quasi instantanément 10% de sa valeur et le responsable du desk a dû démissionner de son poste.

La rumeur apparaît comme substitut à une information réelle non disponible et est, souvent, quasi anonyme. Elle répond donc à un besoin, à un manque d'information. Aussi, les événements qui peuvent contribuer à la naissance d'une rumeur sont les peurs et les angoisses collectives. Pour répondre à des soucis collectifs et pour calmer ou alarmer un groupe, une information voit le jour. Celle-ci peut évoluer tout au long de sa vie ; elle est assez représentative de l'état d'esprit du public, de son anxiété, de ses peurs ainsi que de sa façon de voir les choses. Le message d'origine subit des transformations importantes pendant sa circulation.

### **1.3. Typologie des rumeurs**

Le phénomène de la rumeur, qui a suscité l'intérêt des sciences humaines, a été utilisé pendant la seconde Guerre mondiale. Celui-ci a depuis été examiné, étudié et expliqué sous de multiples angles. Selon les auteurs<sup>45</sup>, il a été étudié d'un point de vue sociologique (Reumaux, Morin), psychologique (Marc, Rouquette), marketing (Kapferer)... Klein a même réalisé une étude sur les effets et l'image de la rumeur dans la presse. C'est au XXème siècle que la rumeur est devenue un outil d'observation du moral des populations, et fait ainsi partie de l'objet d'étude des sciences sociales. Afin de faciliter l'analyse de la rumeur, le recours à une typologie permettra de définir un certain nombre de types de rumeurs. On peut ainsi les classer de la manière suivante :

- sources d'erreur.

---

<sup>45</sup> Voir bibliographie

- La légende urbaine : une rumeur qui devient une légende telle la rumeur dite d'Orléans<sup>46</sup>, elles ont souvent un caractère fantastique.
- Les préjugés portés sur une personne peuvent prendre la forme d'une rumeur.
- La propagande peut se nourrir et surtout se développer avec des rumeurs. Elle peut intervenir dans des applications militaires, civiles, économiques ou même géopolitiques.
- La rumeur dans le cadre de l'entreprise.

### **1.3.1. 1<sup>ère</sup> approche de la rumeur**

Bien que l'approche de la rumeur en entreprise semble très intéressante, elle reste un sujet secret. En effet, les entreprises ne sont pas étanches au transfert d'informations, quand bien même celles-ci seraient confidentielles. Ainsi les marchés financiers sont à l'affût de l'information (tout en faisant abstraction de sa fiabilité) susceptible de faire bouger le marché. Le problème qui se pose aux entreprises est le fait que ces rumeurs peuvent amplifier ou déclencher des situations de crise en entreprise.

Difonzo et Bordia mettent en évidence en 1997 que les rumeurs en entreprise surgissent des angoisses et des conflits collectifs : annonce d'OPA, fusion acquisition, délocalisation, restructuration... Ceux-ci ont ainsi distingué les rumeurs de :

- Hiérarchie : « Pecking-orders » et Rotation de personnel : « Turnover » qui concernent les départs (forcés ou non) des cadres dirigeants des entreprises.
- Erreurs coûteuses : « Costly-error », qui peut influencer directement les marchés financiers par une baisse immédiate du cours des actions de l'entreprise.
- Qualité et sécurité de travail : « Job-Security, Job-Quality ». Elles concernent l'ensemble des employés, une rumeur portant sur de mauvais résultats implique souvent une réduction d'effectifs.
- Inquiétude du consommateur : « Consumer concern ».

---

<sup>46</sup> Ouvrage sociologique d'Edgar Morin qui traite d'une rumeur réelle : disparition de plusieurs jeunes filles dans des cabines d'essayage d'Orléans.

Lorsque une entreprise est cotée, des répercussions peuvent apparaître à la fois sur son cours et sur les marchés financiers, ceci s'expliquant par le fait que la rumeur apporte une vague d'optimisme ou de pessimisme surtout en période de crise.

### **1.3.2. Approche financière**

Une étude réalisée en 2004 par Kimmel<sup>47</sup> dresse une typologie des rumeurs financières. Elle s'est basée sur les différentes chroniques, sites Internet et rubriques journalières pour mener son étude. Elle aboutit à la conclusion suivante. Il existe trois sortes de rumeurs liées à la finance : celles en rapport avec l'entreprise-même, celles liées directement aux individus et celles dépendantes de l'environnement extérieur, politique.

Nous l'avons vu précédemment, les rumeurs portant sur les entreprises ont généralement une mauvaise influence sur les marchés financiers. Elles peuvent prendre la forme d'une annonce d'OPA, une restructuration... et il s'ensuit que le cours de bourse de la société peut subir d'importantes fluctuations. Le second type de rumeur porte sur les individus. Il peut se traduire par l'annonce de démission ou de licenciement d'un dirigeant. Une telle annonce est considérée comme un signe d'instabilité, de changement et donc de situation angoissante et d'incertitude. Le dernier type présenté est lié aux décisions politiques. Il est clair qu'une décision de changer le taux directeur de la BCE peut influencer très fortement les marchés financiers. Une telle rumeur se traduira directement sur le marché par une hausse ou une baisse des taux.

Nous avons donc pu voir de quelle manière peut se présenter la rumeur dans le monde financier. Aujourd'hui nous sommes témoins de l'étonnant développement qu'ont connu les technologies de l'information. Il existe de nombreuses sources faciles d'accès mais de moins en moins contrôlables, ce qui pose le problème de la fiabilité de l'information. Force est de constater que les médias prennent au sérieux toutes les rumeurs qui se trouvent sur les marchés. Elles les divulguent et essaient ainsi d'expliquer des variations notables de la cotation boursière des compagnies sur lesquelles elles portent.

On sait qu'une quelconque rumeur peut provoquer instantanément de la spéculation sur la cotation boursière sous-jacente. Ceci s'explique par une sensation de crainte ou de perte de confiance des investisseurs qui se ruent sur les actions pour les vendre ou les acheter. Rappelons que, suite à la crise des subprimes, l'aversion au risque est plus importante, donc les effets de la rumeur en sont plus intenses, comme le prouve le contexte actuel.

---

<sup>47</sup> Professeur au sein de l'ESCP dont les recherches portent sur les rumeurs commerciales, l'éthique de la recherche...

## **1.4. Cycle de vie de la rumeur**

### **1.4.1. Naissance de la rumeur**

La première étude réalisée sur la naissance de la rumeur est celle de Prasad menée en 1935. Il fut le premier à mettre en évidence quatre éléments explicatifs de la naissance d'une rumeur : l'angoisse, l'incertitude, l'importance et la croyance.

#### ***L'incertitude***

À travers les différentes études réalisées dont l'incontournable étude menée par Allport et Postman, il apparaît que la rumeur voit le jour pour répondre à un manque d'informations, elle permet de combler un vide. Elle représente donc un substitut. On se trouve généralement dans une situation d'imprécision, on est dans l'attente d'une information et c'est ainsi que surgit la rumeur pour répondre à ce besoin.

#### ***L'angoisse***

Un autre élément propice à la naissance de la rumeur est l'angoisse. En effet, l'étude menée par Allport et Postman en 1947 met en évidence l'importance de l'angoisse lors de la naissance d'une rumeur. Si on se trouve dans un contexte de crise et de conflit, l'angoisse suscitée par cet environnement contribue fortement à la naissance des rumeurs.

#### ***L'importance***

La rumeur se propage plus facilement à l'intérieur d'un groupe de personnes qui se sentent concernées directement par celle-ci. Si le thème de la rumeur a beaucoup d'importance, les agents économiques se montreront plus attentifs et favoriseront sa transmission.

#### ***La croyance***

La croyance caractérise plus la propagation de la rumeur que sa naissance. Si personne ne croit en une rumeur, celle-ci ne pourra pas vivre et risque même de ne pas voir le jour. La psychologie des individus joue un rôle très important dans le processus de la naissance de la rumeur. Cela dit, une question vient alors à se poser: faut-il prendre en compte la psychologie d'un individu ou une psychologie d'un groupe d'individus ?

## **1.4.2. Transmission de la rumeur**

La rumeur se nourrit de l'angoisse des individus, de l'incertitude de l'information, de l'importance de l'information qu'elle véhicule et de la croyance des individus en celle-ci. Plus l'information intéresse des gens, plus ceux-ci vont y porter de l'intérêt, la transmettre en espérant la voir validée ou réfutée. Deux approches différentes de la transmission de la rumeur ont été étudiées : une première approche axée sur l'individu, l'autre sur le groupe.

### **1.4.2.1. Approche individuelle**

Une expérience portant sur le comportement individuel a été menée par Allport et Postman en 1947. Une simulation en laboratoire du processus de transmission d'un message a été réalisée. Une image portant sur une scène de la vie courante devait être visualisée par un premier individu et être ensuite décrite à une deuxième personne qui devait la décrire à son tour suivant ainsi un processus en chaîne. L'image de départ étant « ambiguë » (elle était différente des habitudes sociales des individus sélectionnés pour l'expérience), une nette altération du message a été constatée par Allport et Postman au fur et à mesure de sa transmission. C'est ainsi qu'ils ont établi trois niveaux dans la transmission de la rumeur :

- la réduction « leveling » consiste à éliminer de la rumeur la partie considérée comme superflue (bruits, détails) : le message devient ainsi de plus en plus clair et concis au fur et à mesure qu'il est transmis d'une personne à l'autre.
- l'accentuation « sharpening » est le fait qu'un individu retienne des mots et /ou les idées essentielles à ses yeux lors de la transmission. Nous pouvons noter encore une fois l'intervention de la psychologie de l'individu.
- enfin, l'« assimilation » est le résultat de l'introduction par cet individu de ses propres attentes et interprétations avant de faire passer le message.

Cette approche ne prend en considération que l'individu tout en faisant abstraction du groupe dans lequel il vit ; en conséquence, l'individu va transmettre d'une manière ou d'une autre la rumeur à sa façon et son interaction avec la rumeur réside uniquement dans le fait de la remodeler à sa manière.

Une étude de Buckner (1965) sur la transmission de la rumeur présente cette analyse comme un cas particulier d'une typologie des attitudes de transmission qu'un individu peut adopter face à la rumeur. Buckner avait établi trois types d'attitudes : une attitude critique,

une attitude acritique et une attitude de transmission. Lorsque le sujet de la rumeur touche de près ou de loin à l'individu de par son expérience passée, celui-ci peut avoir une attitude critique : « critical set ». À ce moment-là, il décidera de transmettre ou non une partie ou la totalité de la rumeur en fonction de ce qui lui semble concorder avec son expérience et s'approprier ainsi à son propre point de vue.

Contrairement à l'attitude critique, l'attitude acritique ou « uncritical set » sera adoptée lorsque l'individu est dans l'incapacité d'évaluer la véracité et la crédibilité de la rumeur ou lorsque celle-ci satisfait un besoin qu'il a d'y croire du fait de son importance, de sa concordance avec ses espérances ou de l'urgence de la situation. Dans ce cas, l'individu va prendre des risques et spéculer sur le sens de la rumeur afin de l'adapter à ses propres besoins psychologiques. C'est souvent le cas pour la majorité des acteurs sur le marché, l'information étant difficilement vérifiable, les investisseurs se doivent de réagir aux rumeurs dans l'urgence et ceci à cause de la vélocité et la haute sensibilité des marchés.

Enfin l'individu a une attitude de transmission, « transmission set » lorsqu'il n'accorde pas d'importance au sujet de la rumeur et qu'il ne se soucie que de la transmettre. L'individu va alors effectuer une série de transformations sur cette rumeur: réductions pour éliminer les détails, parties qui lui semblent obscures, et accentuations afin de ne retenir que l'idée essentielle. Il finit par l'assimiler en la reformulant à sa manière.

Enfin, notons que Kimmel a montré en 2004 que la répétition a pour effet de renforcer la croyance, c'est-à-dire qu'un individu qui entend toujours la même rumeur et qui n'a pas un esprit critique aura tendance à lui accorder encore plus de crédibilité.

#### **1.4.2.2. Approche collective**

A la suite de rumeurs qui ont circulé aux États-Unis concernant un crime de viol et de meurtre d'une baby-sitter dans un petit village, Peterson et Gist ont décidé de réaliser une étude portant sur ces faits. En l'absence de preuves et du fait de l'incapacité des autorités locales à livrer à « l'opinion publique » un coupable, les rumeurs se développèrent et se propagèrent accusant l'employeur de la victime d'homicide et la police de complicité. Il est apparu 71 rumeurs ainsi que plusieurs variantes. L'analyse de celles-ci par Peterson et Gist dégage un certain nombre de caractéristiques concernant la transmission de la rumeur :

- La ressemblance entre les rumeurs relevées, à quelques détails près : le cadre principal est toujours resté le même avec quelques variantes, l'idée générale est restée inchangée.
- L'accroissement des détails : Buckner (1965) souligne d'ailleurs que cet effet est en contradiction avec le phénomène de « réduction » constaté par Allport et Postman. En effet, chaque individu rajoute un détail qui lui est propre.
- L'absence d'information claire, le silence des autorités, a conduit le public à une sorte de traque aux rumeurs.

L'analyse de Kapfer en 1987 stipule que : « C'est la base de l'effet boule-de-neige : chacun apporte sa propre contribution à la thèse de la rumeur ».

Contrairement à l'approche d'Allport et Postman qui ne considère la rumeur qu'à travers des mécanismes linéaires, cette nouvelle approche met l'accent sur l'aspect social de la rumeur comme phénomène de groupe et de foule.

Adhérer à la rumeur, c'est manifester son allégeance à la voix du groupe, à l'opinion collective. La rumeur fournit une occasion de se compter, de s'exprimer : cela se fait en général sur le dos d'un autre groupe, de quelque bouc émissaire. Les individus ressentent le besoin de s'identifier au groupe et se doivent donc d'adhérer aux idées du groupe et de propager la rumeur.

Cette attitude est identifiable sur les marchés financiers où les phénomènes de groupe sont un élément très important dans l'explication du comportement des acteurs. L'investisseur étant soumis à des biais tels que « l'effet de troupeau » lors de l'apparition d'une rumeur sur le marché, celui-ci va vendre ou acheter parce que les autres investisseurs vendent ou achètent. Il participe ainsi à la transmission de cette rumeur aux autres investisseurs par le même effet de contagion et de mimétisme<sup>48</sup>. La variation du prix de l'action est considérée comme une information supplémentaire qui vient supporter la rumeur. Elle correspondrait dans le modèle de Peterson et Gist à l'accumulation des détails. La multiplication de ce processus aboutit alors à l'effet « boule-de-neige ». Ces variations confirment, d'une certaine façon, la rumeur. La rumeur, de sa naissance à sa transmission, est ainsi basée sur des phénomènes psychologiques<sup>49</sup> et sociologiques. Elle est le fruit de plusieurs acteurs et ses effets, quels qu'ils soient, sont le résultat de la réaction de chacun des individus formant l'ensemble du marché. Nous avons pu voir auparavant que cette rumeur pouvait avoir des

---

<sup>48</sup> Nous reviendrons sur le mimétisme dans la suite de la thèse.

<sup>49</sup> Voir chapitre 3.

effets dangereux. En effet, certains individus peuvent manipuler l'information dans le but d'en tirer un avantage.

Quelques conditions favorables au déclenchement du processus de répétition et de discussion de la rumeur sont que :

- Il faut que cette information réponde aux espoirs et aux craintes ainsi qu'aux pressentiments conscients ou inconscients des intervenants sur les marchés.
- Il faut qu'elle soit imprévue
- Il faut qu'elle ait de l'importance aux yeux des colporteurs et des conséquences immédiates et importantes pour le groupe.

### **1.4.3. Manipulation de la rumeur**

La plupart des rumeurs sont lancées par des personnes qui ont intérêt à ce que la rumeur se propage dans la mesure où elle peut avoir un effet important sur le cours boursier d'une action. En effet, la rumeur circule d'une personne à une autre sans qu'on puisse généralement identifier sa source ni la personne qui l'a émise. Malgré son caractère de non transparence, les acteurs du marché y réagissent comme si c'était de l'information vérifiée. L'exemple le plus simple est celui d'un investisseur qui prend une position courte sur une action, il lance une rumeur négative sur la société émettrice, attend tout simplement la chute du cours et puis dénoue sa position en percevant la plus-value. L'exemple ici est très simplificateur.

Plusieurs études ont été réalisées sur la manipulation de la rumeur dans le cadre du marketing, dont celle de Donovan, Mowen et Chakraborty en 1999. Ce travail s'intéresse aux facteurs qui conditionnent la diffusion d'informations négatives via le bouche à oreille. L'étude réalisée a porté sur la manipulation de trois caractéristiques d'une rumeur urbaine afin d'en dégager le bénéfice des effets secondaires. Les aspects manipulés sont : l'intention du caractère central (bonne ou mauvaise), le dénouement de l'histoire (heureux ou malheureux) et la présence ou non d'un nom de marque. Les résultats ont prouvé que les individus ont tendance à faire beaucoup plus circuler les rumeurs négatives, surtout si elles concernent des marques connues. Cette étude montre de façon générale que les rumeurs portant sur des sujets connus, et ayant un caractère négatif, connaissent un meilleur développement et une meilleure propagation. Il en est de même sur les marchés financiers ; la manipulation est d'autant plus efficace que la rumeur est négative et touche une société connue. Les individus sont plus

attentifs à une mauvaise nouvelle qu'à une bonne, ceci étant dû au fait qu'ils sont « averse au risque ». La rumeur repose bien sur des biais psychologiques.

#### **1.4.4. Contrer la rumeur**

Selon Allan J. Kimmel, professeur de marketing au groupe ESCP, il existe quatre possibilités pour contrer la rumeur :

- *Ne rien faire* : Dans ce cas de figure, la logique consiste à laisser faire dans l'espoir que la rumeur s'éteigne progressivement d'elle-même.
- *Ridiculiser la rumeur* : on joue sur le caractère absurde de celle-ci. C'est une façon détournée de la nier.
- *Confirmer la vraie rumeur* : cette mesure aura pour conséquence logique d'établir une certaine confiance à l'égard de l'entreprise (Transparence et Disponibilité de l'information).
- *Réfuter la fausse rumeur* : mais ceci peut induire un effet inverse et faire augmenter la croyance dans la rumeur.

L'une des principales causes d'apparition de la rumeur étant le manque d'informations, une communication suffisante en information permet de la neutraliser. En effet, une transparence totale des entreprises cotées permet de limiter la rumeur et permettre aux marchés de se stabiliser bien que le manque d'informations n'explique pas à lui tout seul le caractère volatile des marchés financiers.

Néanmoins, notons qu'il existe une réglementation pour protéger les marchés financiers des rumeurs. En France, l'autorité des marchés financiers (AMF) a pour mission de veiller à la protection des épargnants, à la régularité de l'information donnée aux acteurs des marchés financiers ainsi qu'à leur bon fonctionnement.

On retrouve ici l'article 632-1 qui porte sur la diffusion d'une fausse information : « Toute personne doit s'abstenir de communiquer, ou de diffuser sciemment, des informations, quel que soit le support utilisé, qui donnent ou sont susceptibles de donner des indications inexactes, imprécises ou trompeuses sur des instruments financiers émis par voie d'appel public à l'épargne au sens de l'article L. 411-1 du code monétaire et financier, y compris en répandant des rumeurs ou en diffusant des informations inexactes ou trompeuses, alors que

cette personne savait ou aurait dû savoir que les informations étaient inexactes ou trompeuses ». <sup>50</sup> Ainsi l'article L. 433-1 du code monétaire et financier prévoit des nouvelles dispositions sur la gestion des rumeurs sur les OPA : « toute personne, dont il y a des motifs raisonnables de penser qu'elle prépare une offre, peut être tenue de déclarer ses intentions à l'AMF dans les conditions et selon les modalités fixées par son règlement général, et le cas échéant de déposer un projet d'offre ».

Après avoir mis l'accent sur l'importance de la rumeur dans le cadre de la finance et plus particulièrement dans le cadre de l'hypothèse de l'efficacité des marchés financiers, nous proposons dans la section suivante d'étudier l'impact de l'annonce de quelques scandales financiers qui ont eu lieu en France sur la rentabilité et la volatilité des actions du CAC 40.

## **2. L'impact des scandales financiers sur la rentabilité et la volatilité des actions du CAC 40**

L'objectif de cette section est d'analyser la forte instabilité qui caractérise les marchés financiers dont la volatilité est appréhendée par l'impact des annonces de scandales financiers sur le marché boursier. Dans cette partie, on se focalisera sur le marché français tout en essayant de voir l'impact de l'annonce d'un scandale boursier sur les cours des actions françaises d'une part, et l'impact d'un scandale lié à une société sur l'ensemble du marché d'autre part.

### **2.1. Mise en œuvre de la méthodologie des études d'événement**

Comme nous l'avons indiqué dans le premier chapitre les études d'événements permettent de mesurer la pertinence informative d'un événement, notamment l'analyse du comportement des cours boursiers à l'arrivée d'une nouvelle information. Elles sont utilisées pour vérifier si les marchés financiers réagissent immédiatement à de nouvelles informations susceptibles d'affecter la profitabilité future de la société (Hubler et Meschi, 2000).

Mackinlay (1997) identifie sept étapes pour la mise en œuvre de cette méthodologie.

#### *1<sup>ère</sup> étape : Définition de l'événement*

La première étape dans la méthodologie des études d'événements consiste à définir l'événement et à identifier la période pendant laquelle cet événement va être étudié. Elle est alors appelée « fenêtre d'événement » ou « période de test ». Les événements étudiés sont les

---

<sup>50</sup> Site de l'AMF : [http://www.amf-fance.org/documents/general/7758\\_1.pdf](http://www.amf-fance.org/documents/general/7758_1.pdf)

scandales financiers. A propos de la fenêtre d'événement nous choisissons une période de test de longueur 40 jours centrée autour de la date d'événement. Ce choix est utilisé dans les travaux portant sur des annonces de fusion acquisition ou de bénéfices (Hubler et Meschi, 2000).

#### *2ème étape : Critère de sélection*

Une fois l'événement défini, il convient de déterminer un critère de sélection, c'est-à-dire un critère sur lequel l'étude d'événement sera basée. Ici le critère choisi est celui des rendements anormaux c'est-à-dire la différence entre les rendements théoriques et les rendements observés.

#### *3ème étape : Rendement normal – Rendement anormal*

Pour apprécier l'impact d'un événement, il est indispensable de calculer un rendement anormal ou encore l'excès de rendement dû à l'événement. Le rendement anormal est la différence entre le rendement observé et le rendement normal ou théorique, c'est-à-dire celui qui aurait été observé en l'absence d'événement. Ce rendement normal est modélisé sur une période précédant la période de test appelée « période d'estimation » ou « fenêtre hors événement ». C'est l'objet de l'étape suivante.

#### *4ème étape : Fenêtre d'estimation*

La fenêtre d'estimation ou fenêtre hors événement précède la fenêtre d'événement. Elle doit être plus longue que la période de test et elle est généralement d'une longueur supérieure à trois fois la fenêtre d'événement afin de disposer d'un nombre important d'observations pour l'estimation et augmenter la significativité du modèle. Nous avons retenu, pour notre propos, une fenêtre d'estimation de 400 observations.

#### *5ème étape : Test d'hypothèses*

Après avoir identifié la fenêtre d'estimation, le rendement anormal peut être calculé. À ce stade, il convient de mettre en place un test d'hypothèse, c'est-à-dire une hypothèse nulle  $H_0$  contre une hypothèse alternative  $H_1$  et ce afin de voir si les scandales financiers ont un impact sur les cours boursiers des sociétés du CAC40.

#### *6ème étape : Résultats empiriques*

Il s'agit de l'étape d'analyse des rendements anormaux que mettent en œuvre les tests statistiques appropriés.

*7ème étape : Interprétations et conclusions*

À ce stade, on conclut en déterminant si les scandales financiers ont un impact ou non sur la rentabilité des sociétés du CAC40.

## **2.2. Effet sur la rentabilité**

L'indice CAC 40 est retenu pour représenter le marché financier. Des données journalières qui s'étalent sur la période du 27/12/1999 jusqu'au 31/12/2008 sont retenues dans notre étude soit un total de 2354 cotations sur toute la période. Pour mener l'étude d'événements, les cours journaliers de l'indice du CAC40 comme indice de marché, ainsi que les cours journaliers des différentes actions composant cet indice, sont retenues. Ces données ont été extraites de la banque de données DATASTREAM. Nous avons retenu le cours de fermeture pour chaque journée de cotation des 35 actions parmi les 40<sup>51</sup> pour calculer les rentabilités journalières du CAC 40 et des différentes actions. Rappelons que nous définissons les rentabilités comme étant les variations logarithmiques des prix :

$$R_t = \ln \left( \frac{P_t}{P_{t-1}} \right) \quad (2.1)$$

Où  $R_t$ ,  $P_t$  et  $P_{t-1}$  désignent respectivement la rentabilité à l'instant  $t$

et les cours de fermeture des séances  $t$  et  $(t - 1)$ .

En ce qui concerne le choix des scandales financiers nous avons identifié les informations pertinentes dans la presse économique principalement en s'appuyant sur les archives du journal « Les Echos » tout en recensant à chaque fois les événements de nature financière susceptible d'avoir un impact sur le marché boursier français.

La date choisie est la date à laquelle a été publiée l'information dans le journal. Cependant le choix des scandales financiers a été fait en tenant compte des événements parasites c'est-à-dire des événements étant survenus sur le marché et qui sont susceptibles de biaiser les résultats.

---

<sup>51</sup> : Ce sont les 35 actions dont on a pu avoir les cours entre 27/09/1999 et 31/12/2009 ; néanmoins, ce chiffre varie selon la date d'entrée et de sortie de l'indice. Il faut noter que sur l'ensemble de la période, les prix proposés par la base de données DATASTREAM ne se réfèrent pas toujours à la même entreprise dans la mesure où lors de fusions entre deux entreprises, DATASTREAM procède à la pondération des prix passés.

L'imprévisibilité de l'information est un caractère primordial dans le choix des événements dans la mesure où les cours sont perturbés à cause de l'effet surprise, ce qui incite les intervenants sur le marché à réviser leurs stratégies et à revoir leurs positions. Ces révisions sont à l'origine des écarts entre les valeurs publiées et les valeurs prévues.

Notre choix a porté sur quatre scandales, à savoir :

- ✚ **22 octobre 2001** : l'affaire du « Sentier II » : le chef du service central de traitement et de compensation des chèques de la Société générale et le plus haut responsable de la lutte contre le blanchiment d'argent au sein de l'enseigne se voient reprocher par le juge d'instruction Isabelle Prévost-Desprez de graves défaillances dans les mécanismes de contrôle interne de la banque en liaison avec l'affaire du Sentier II dans laquelle plus de 120 personnes avaient participé à une importante cavalerie financière.
- ✚ **4 septembre 2007** : une procédure de sanction est ouverte par l'Autorité des marchés financiers (AMF) contre BNP Paribas et Société Générale dans l'affaire de la vente forcée de titres EDF. Des lettres de notification de griefs ont été adressées aux deux banques avant l'été 2007.
- ✚ **24 janvier 2008** : la Société Générale révèle la fraude de l'un de ses traders qui lui a fait perdre 4,9 milliards d'euros. A ceci s'ajoute de nouvelles pertes liées à la crise des crédits « subprimes » équivalentes à 2 milliards d'euros. Ces deux incidents constituent un coup dur pour le monde bancaire déjà ébranlé par la crise financière.
- ✚ **11 décembre 2008** : le scandale « Madoff » : le président fondateur d'une des principales sociétés d'investissement de Wall Street est à l'origine d'un montage financier frauduleux qui en fait la perte la plus importante de l'histoire de la bourse. Cette perte est causée par une fraude ou une erreur d'un opérateur de marché. Le groupe « BNP PARIBAS » est parmi les victimes.

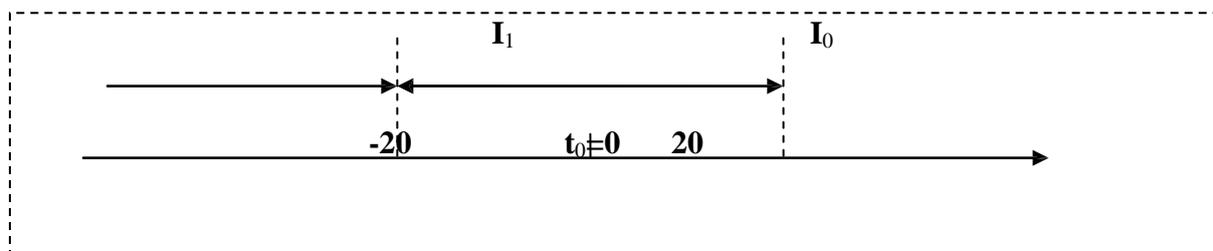
L'objectif de ce travail est de mener une étude d'événements autour de la date d'annonce de ces scandales parus dans la presse. Rappelons que la théorie d'efficience informationnelle des marchés financiers stipule que *« les prix des actifs cotés intègrent les informations les concernant de telle manière qu'un investisseur ne peut, en achetant ou en vendant cet actif, en tirer un profit supérieur aux coûts de transaction engendrés par cette transaction »*.

Avant de passer au calcul des rentabilités anormales, il faut construire des intervalles différents comme le montre la figure 1.

L'intervalle  $I_0$  représente la fenêtre d'événement centrée autour de la date de la publication du scandale financier dans le journal « les Echos ». Cette fenêtre s'étale sur 20 cotations avant et 20 cotations après la publication<sup>52</sup>.

Quant à l'intervalle  $I_1$ , il correspond à la fenêtre hors événement qui a servi au calcul des paramètres des modèles théoriques. Sa longueur est de 400 cotations avant la fenêtre événement. Le choix de ce nombre d'observations est motivé par deux raisons : d'une part, ce nombre augmente la significativité des modèles, et d'autre part, il nous permet d'éviter d'autres événements parasites qui risquent de biaiser nos estimations.

**Figure1 : Intervalles de temps**



La rentabilité anormale (RA) se définit comme étant la différence entre la rentabilité observée, c'est-à-dire la rentabilité calculée à partir des cours observés réellement sur le marché, et la rentabilité théorique estimée c'est-à-dire celle qui aurait dû avoir lieu en l'absence des événements étudiés.

Pour calculer la rentabilité théorique, nous nous sommes basés sur le modèle d'évaluation des actifs financiers (MEDAF) proposé par Sharpe (1964), en nous appuyant sur la relation suivante :  $R_{Théorique} = \alpha_i + \beta_i R_{mt}$

Avec  $R_{mt}$  nous avons la rentabilité de l'indice du marché à savoir le CAC40 et les coefficients  $\alpha_i$  et  $\beta_i$  sont estimés pour chaque titre et chaque événement par l'application de la méthode des moindres carrés ordinaires (MCO) pour le cas du MEDAF ; ces estimations sont faites sur la période hors événement.

<sup>52</sup>Le manque des données ne nous a permis de prendre que 35 cotations pour le cas du scandale Madoof (20 avant et 15 après).

Nous calculons par la suite les rentabilités anormales :  $RA_{it} = R_{it} - R_{Théorique}$  avant de passer aux rentabilités anormales cumulées sur la fenêtre événement c'est-à-dire la période de 40 jours autour de la date choisie :

$$RAC_{it} = \sum_{i=-20}^{20} RA_{it} \quad (2.2)$$

Suite au calcul de la rentabilité anormale, nous faisons ressortir la rentabilité anormale moyenne (RAM), qui est la moyenne de toutes les rentabilités anormales de notre échantillon, ainsi que la rentabilité moyenne cumulée (RAMC).

$$RAM_t = \frac{\sum_{i=1}^t RA_{it}}{n} \quad (2.3)$$

$$RAMC_t = \sum_{j=1}^t RAM_j \quad (2.4)$$

Avec t appartenant à l'intervalle [-20,20].

La construction de tests nécessite le calcul de l'écart type des RAM qui est déterminé sur la période d'estimation  $[t_0 - 400, t_0 - 21]$  et l'écart type des RAMC selon les formules suivantes :

$$\sigma(RAM) = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^T (RAM_t - \overline{RAM})^2}{T-1}} \quad (2.5)$$

$$\sigma(RAMC_t) = \sqrt{t} \sigma(RAM) \quad (2.6)$$

$$ST(X) = \frac{X}{\sigma(X)} \quad (2.7)$$

Sachant que X représente alternativement RAM et RAMC et St () la statistique de Student correspondante, les résultats des estimations sont présentés dans les tableaux et les graphiques qui figurent dans les annexes 2, 3, 4, 5 et 6.

Si on s'intéresse aux dates  $t_0$ , c'est-à-dire les dates d'éclatement des scandales financiers, on n'observe aucune variation significative des rentabilités des actions du CAC40 lors de la publication de ces scandales dans le journal « Les Echos ». A partir de là on peut dire que les prix des actions cotées sur le marché boursier français sont insensibles à la réalisation d'un événement non anticipé. Néanmoins, si on observe les rentabilités anormales cumulées, et on constate qu'elles sont significatives sur la fenêtre événement pour le premier scandale, une explication peut alors être proposée. Elle consiste à avancer que cette

significativité est expliquée par les attentats du 11 septembre 2001 survenus un mois avant le scandale de l'affaire du « Sentier II ». Cette explication nous semble être la plus logique dans la mesure où la significativité des rentabilités anormales cumulées est observée à la fois avant et après le 22 octobre 2001.

Ce même constat est vérifié pour le cas du scandale « Jérôme Kerviel » car on remarque que les rentabilités anormales cumulées sont significatives sur l'ensemble de la période à l'exception de deux dates. Ce résultat peut être expliqué par le contexte très difficile dans lequel étaient les marchés financiers internationaux en général et le CAC40 en particulier dans le contexte de la crise des subprimes.

Néanmoins, si nous nous intéressons à la théorie de l'efficacité des marchés financiers, les résultats sont contradictoires. Certes cette théorie est vérifiée pour deux dates, à savoir le 22 octobre 2001 et le 11 décembre 2008, dans la mesure où la nouvelle information survenue sur le marché est immédiatement incorporée dans les prix. Cela dit, l'hypothèse de l'efficacité n'est pas vérifiée pour les deux autres dates retenues dans la mesure où les prix des actifs de notre échantillon n'ont pas intégré instantanément l'ensemble des informations publiques.

Dans notre lecture des résultats, nous avons remarqué l'existence des rentabilités anormales cumulées significatives bien avant la date de la publication des scandales même si, pour les dates du 4 septembre 2007 et du 11 décembre 2008, ces rentabilités ne sont pas significatives.

Une recherche dans les archives du journal économique « Les Echos » a été réalisée pour détecter des événements qui seraient à l'origine de la rentabilité anormale et qui seraient susceptibles de créer un mouvement sur le marché des actions.

Pour le premier cas, et comme nous l'avons évoqué précédemment, nous pouvons citer la date des attentats du 11 septembre 2001 qui ont instauré un climat d'insécurité sur les marchés financiers mondiaux, d'autant plus qu'ils ont touché les tours jumelles du « World Trade Center ».

La deuxième date, à savoir l'ouverture de la procédure de sanction par l'AMF contre BNP Paribas et Société Générale, est précédée par trois dates clés :

- 17 Août 2007 : la ministre des Finances demande à Baudouin Prot, directeur général de la BNP, de lui expliquer les raisons qui l'ont conduit à décider le 9 août le gel des trois fonds d'investissement (Parvest Dynamic ABS, BNP Paribas ABS Euribor et BNP Paribas ABS Eonia).
- 23 Août 2007 : la banque estime que les conditions sont réunies pour reprendre le calcul de la valeur liquidative et rouvrir à la souscription et à la vente d'ici à la fin du mois les trois fonds d'investissement fermés le 9 août. Les deux premiers rouvriront le 29 août, le troisième le 30.
- 28 Août 2008 : les patrons des grandes banques françaises rassurent le Premier Ministre : elles ne restreindront pas l'accès au crédit des entreprises et des ménages.

Si nous nous intéressons au scandale « Kerviel », il faut noter que cette affaire coïncide avec un contexte financier international très difficile. Ainsi le 22 janvier 2008, le CAC 40 subit sa plus forte baisse depuis le 11 septembre 2001. L'indice de la Bourse de Paris plonge sous le seuil psychologique des 5.000 points pour s'inscrire en clôture en baisse de 6,83 %, à 4.744,45 points. La menace d'une récession aux Etats-Unis fait paniquer les investisseurs, les bourses de Tokyo et de Shanghai sont les premières touchées avec une baisse de 5,14 % pour Shanghai et de - 3,86 % pour le Nikkei.

Enfin, le scandale « Madoff » est un événement inattendu par les investisseurs, d'autant plus que dans les jours qui ont précédé cette date, les places boursières européennes ont eu un rebond spectaculaire après la décision des autorités américaines de venir au secours de Citigroup. En effet, à Paris, le CAC 40 s'est envolé de 10,09 %, à 3.172,11 points. Les Bourses de Francfort et de Londres ont affiché également un gain d'environ 10 %.

Nos élaborations avaient pour but d'étudier l'impact des scandales boursiers sur les rentabilités des actions françaises. Les résultats obtenus ne nous permettent pas de conclure précisément quant à la validité de l'hypothèse de l'efficience des marchés financiers. Nous proposons donc dans la suite du travail d'étudier l'impact de ces scandales sur la volatilité des actions cotées sur le marché français afin d'en approfondir l'analyse.

### 2.3. Effet sur la volatilité

Dans la pratique la spécification des ordres d'un processus GARCH(p,q) est un exercice difficile. Pour contourner ce problème, la plupart des applications de ce type de processus considère uniquement des modélisations basées sur le processus GARCH(1,1).

Un modèle GARCH (p,q) se compose de deux équations. La première, l'équation de la moyenne, est basée sur le modèle de marché. La seconde est l'équation de la variance conditionnelle.

On note  $R_{it} = \alpha_i + \beta_i * R_{mt} + \varepsilon_t$  (2.8); l'équation de la moyenne dont les résidus suivent une loi normale de moyenne 0 et de variance  $\sigma_t$ ;  $R_{it}$  et  $R_{mt}$  représentent respectivement la rentabilité de l'action et la rentabilité du marché à savoir le CAC40 dans ce travail.

La variance dépendante du temps s'écrit de la manière suivante :

$$GARCH(p,q): \sigma_t^2 = \alpha_0 + \sum_{i=0}^q \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^p \beta_j \sigma_{t-j}^2 \quad (2.9)$$

Néanmoins, pour capter l'impact des scandales financiers sur la volatilité des actions du CAC40, nous avons choisi de rajouter une variable muette à notre modèle :

$$\sigma_{it}^2 = \alpha_{0i} + \alpha_{1i} \varepsilon_{it-1}^2 + \beta_j \sigma_{it-1}^2 + \gamma_i D_{it} \quad (2.10)$$

$D_{it}$  désigne la variable muette qui prend la valeur 0 avant l'annonce et 1 après.

Les résultats des estimations sont présentés dans les annexes 7, 8,9 et 10.

Pour la plupart des actions, les paramètres du modèle GARCH(1,1) sont significatifs au seuil de 5% à l'exception de la variable Dummy qui n'est significative que pour 13 sociétés de notre échantillon. Le modèle semble donc cohérent pour une bonne partie des titres retenus.

Si nous nous intéressons au cas de la Société Générale qui est la société impliquée dans ce premier scandale financier, on remarque que tous les paramètres du modèle sont significatifs y compris la variable Dummy qui est la seule variable ayant un signe négatif. Ce résultat n'était pas attendu dans la mesure où il suggère un effet réducteur de l'éclatement du scandale financier, et un effet stabilisateur de cette affaire. Ce même constat peut être dressé

pour le cas de BNP Paribas. Enfin pour l'ensemble de l'échantillon, la variable Dummy n'est à la fois positive et significative que pour trois sociétés (ALSTOM, ESR et PPR).

Les résultats des régressions relatives à la deuxième date retenue figurent dans l'annexe 8. La condition de non négativité est vérifiée pour la majorité des sociétés. De même, le modèle semble dans l'ensemble cohérent pour les titres de l'échantillon dans la mesure où la majorité des variables est significative au seuil de 5% sauf pour la variable Dummy.

Pour les cas de la « Société Générale » et de la « BNP PARIBAS », les résultats obtenus sont conformes aux attentes car le signe de la variable Dummy est positif pour les deux cas, néanmoins la variable n'est pas significative pour le cas de la BNP. Ce résultat conforme aux attentes montre que la publication dans la presse de l'ouverture de la procédure de sanction entamée par les autorités des marchés financiers contre les deux plus grosses banques françaises a été absorbée par le marché dans la mesure où on observe une hausse de la volatilité de ces deux titres.

Les annexes 9 et 10 correspondent respectivement aux résultats des régressions relatives au scandale « Kerviel » et au scandale « Madoff ». Dans l'ensemble, la majorité des variables est significative au seuil de 5% dans les deux cas. Mais dans le tableau qui figure dans l'annexe 9, la variable Dummy n'est pas significative pour le cas de la Société Générale, bien qu'elle soit impliquée dans cette affaire, toutefois et, comme prévu, cette variable est positive, ce qui prouve que cette annonce a augmenté la volatilité du cours de la banque.

Pour le cas du scandale « Madoff », les résultats relatifs à BNP Paribas et au Crédit Agricole méritent d'être analysés. En effet, lors de la publication de ce scandale dans le journal « Les Echos » figurait l'information selon laquelle le groupe BNP Paribas semble figurer parmi les victimes. Le terme « semble » fait allusion à une information non vérifiée c'est-à-dire une rumeur mais contrairement aux attentes, la variable Dummy n'a pas d'impact positif sur la volatilité de l'action bien qu'elle soit significative au seuil de 5%. Pour le cas du « Crédit Agricole », la variable Dummy est à la fois négative et significative avec un Z-STAT très grand (-330.7724).

Au vu de ces résultats, on ne pourrait juger sans ambiguïté l'effet des annonces des scandales financiers sur les cours boursiers, et plus particulièrement sur leurs volatilités.

Pour tirer plus de conclusions, une seconde estimation a été effectuée après compilation des observations relatives aux sociétés de notre échantillon. Nous avons pris des données journalières sur la période allant du premier janvier 2006 jusqu'au 31 décembre 2008. Une correction par la moyenne et l'écart type est effectuée afin d'assurer l'homogénéité de ces données. Les résultats de cette régression figurent dans le tableau suivant.

**Tableau 1 : Estimation de la variance de l'ensemble de l'échantillon sur la période du 01/01/2006 au 31/12/2008**

| Equation de la moyenne  |             |           |           |        |
|-------------------------|-------------|-----------|-----------|--------|
|                         | coefficient | Std.Error | Z-Sta     | Prob.  |
| $\alpha$                | 0.025779    | 7.36E-05  | 350.0497  | 0.0000 |
| $\beta$                 | -0.957237   | 0.005236  | -182.8238 | 0.0000 |
| Equation de la variance |             |           |           |        |
|                         | coefficient | Std.Error | Z-Sta     | Prob.  |
| $\alpha_0$              | 5.03E-06    | 1.33E-07  | 37.64309  | 0.0000 |
| $\alpha_1$              | 0.109095    | 0.001316  | 82.87449  | 0.0000 |
| $\beta$                 | 0.881964    | 0.001407  | 627.0108  | 0.0000 |
| $\gamma$                | 0.001951    | 3.51E-05  | 55.64186  | 0.0000 |

Source : estimations de l'auteur

Equation de la moyenne :

$$R_t = \alpha + \beta R_{mt} + \varepsilon_t \quad (2.11)$$

Equation de la variance conditionnelle :

$$\sigma_{it}^2 = \alpha_{0i} + \alpha_{1i} \varepsilon_{it-1}^2 + \beta_j \sigma_{it-1}^2 + \gamma_i D_{it} \quad (2.12)$$

Nous remarquons que tous les paramètres du modèle sont significatifs au seuil de 1%. La valeur positive de la variable Dummy est très significative. Ce résultat est conforme aux attentes dans la mesure où il existe un effet déstabilisateur de l'annonce de l'éclatement d'un scandale financier. D'après les calculs effectués, une annonce surprise fait augmenter la volatilité sur les marchés d'actions.

Au terme de cette section, nous pouvons conclure à l'effet déstabilisateur de l'éclatement d'un scandale financier sur le marché boursier français, résultat qui s'avère conforme aux attentes dans la mesure où les régressions effectuées montrent une hausse de la volatilité des titres choisis.

Afin d'approfondir notre analyse, nous proposons dans la section suivante de tester empiriquement la forme faible de l'efficacité des marchés financiers à travers l'étude des dépendances dans les séries de rendements des actions du CAC40.

### **3. Prévisibilité des rentabilités boursières des actions du CAC 40**

#### **3.1. Revue de la littérature**

La possibilité de prédire les rendements futurs à partir des rendements passés observés s'avère être une question cruciale en finance, tant d'un point de vue académique que d'un point de vue pratique.

Les premiers tests d'efficience au sens faible ont fait ressortir la présence d'auto-corrélations significativement différentes de zéro dans les rentabilités. Fama (1965) trouve que l'auto-corrélation du premier ordre dans les rentabilités quotidiennes est positive pour 23 des 30 titres composant l'indice Dow Jones sur la période 1957-1962 de même French et Roll (1986)] concluent que les rentabilités quotidiennes des actions des plus grandes entreprises cotées au New York Stock Exchange (NYSE) sont positives. Lo et MacKinlay (1988), en appliquant le test du rapport de variances, montrent que les rentabilités hebdomadaires des petits portefeuilles d'actions du NYSE sont prévisibles à partir des rentabilités passées. Fama et Blume (1965), en utilisant le test des filtres, ont montré qu'il était possible de battre la stratégie naïve du « buy and hold » uniquement à très court terme bien que cela engendre des coûts de transaction élevés. L'étude de Kryzanowski et Liu (1997), en travaillant sur des données intra-quotidiennes de l'indice canadien TSE35, a montré qu'il est possible de prévoir les rentabilités futures, ce qui remet en cause l'hypothèse d'efficience au sens faible. L'étude de Goh et Lian (2001) portant sur l'indice du marché Kuala Lumpur Stock Exchange (KLSE), vise à appréhender l'efficience au sens faible. Trois modèles sont testés pour étudier la prévisibilité de cet indice : une marche aléatoire, un GARH et un ARCH-M avec introduction de retards. Les auteurs montrent que la marche aléatoire est le modèle le moins performant. Autrement dit, l'indice ne suit pas une marche aléatoire, ce qui ne s'accorde pas avec l'hypothèse de l'efficience au sens faible. Enfin, De Brouvver et Smiles (2002) montrent que les pays les plus capitalisés, qui possèdent des marchés financiers très développés, intègrent plus rapidement l'information boursière.

De même, plusieurs outils statistiques destinés au développement de la théorie de chaos sur des données économiques et financières ont été utilisés.

L'étude de Hsieh (1991) sur le marché américain soulève de nombreux doutes quant au fait que l'indice S&P500 puisse être considéré comme suivant une marche aléatoire ; De la même manière Peters (1994) met en évidence les dépendances de long terme dans les

rendements de l'indice Dow Jones Industrial. Opong, Mulholland, Fox et Farahmand (1999) ont étudié les rendements des principaux indices du marché anglais et Jacobsen (1996) a étudié les dépendances à long terme des indices de sept pays industrialisés. Enfin, Golaka (2001) a essayé de tester la présence de la mémoire longue sur le marché indien en utilisant des indices quotidiens NIFTY pour la période de juin 1990 jusqu'à Novembre 2001 tout en appliquant l'analyse R/S et le test de non linéarité, à savoir le test de ratio de variance.

## 3.2. Données empiriques

### 3.2.1. Présentation de la base des données

Les données sont issues de la base de données DATASTREAM, il s'agit de données quotidiennes et couvrent la période allant du 3 janvier 2000 au 31 décembre 2008. L'ensemble des entreprises étudiées, les secteurs auxquels elles appartiennent et la date de leurs entrées au CAC40 sont répertoriés dans l'annexe 11. Les entreprises qui appartiennent au CAC 40 et qui ne figurent pas dans notre base de données sont : Michelin, Dexia, EDF, Essilor et Rhodia. Notons qu'avec 130 milliards de capitalisation boursière à mi-août 2006, c'est Total qui domine le CAC 40 dont elle représente environ 13 % de la capitalisation. Sanofi-Aventis arrive en seconde position mais ne dépasse pas la barre des 100 milliards d'euros. Juste derrière, on trouve EDF et BNP Paribas puis un peu plus loin Axa avec une capitalisation de 60 milliards d'euros.

Rappelons que nous définissons les rentabilités comme étant les variations logarithmiques des prix :

$$R_{i,t} = \ln\left(\frac{P_{i,t}}{P_{i,t-1}}\right) \quad (2.13)$$

Avec

$P_{i,t}$  et  $P_{i,t-1}$  sont respectivement le cours de transaction de l'action  $i$  à l'instant  $t$  et  $t - 1$ .

Il faut noter que sur l'ensemble de la période les prix proposés par la base de données DATASTREAM ne se réfèrent pas toujours à la même entreprise dans la mesure où lors de fusions entre deux entreprises DATASTREAM procède à la pondération des prix passés. Bien que des processus de fusion ne soient pas sans incidence sur l'évolution de la série des prix, ceci permet d'utiliser l'ensemble de la période de données comme s'il s'agissait d'un seul et même actif.

De même, les données relatives à cinq sociétés ne s'étalent pas sur l'ensemble de la période :

- Pour l'entreprise « Arcelormital », nous disposons de 2010 observations sur la période allant du 3 janvier 2000 au 14 septembre 2007.
- Pour le « Crédit Agricole », nous disposons de 1844 observations sur la période du 13 décembre 2001 au 31 décembre 2008.
- Pour « EADS », 2212 observations du 14 juillet 2000 au 31 décembre 2008.
- Pour « Suez », 2010 observations du 3 janvier 2000 au 14 septembre 2007.
- Pour la société « Veolia », 2206 observations du 19 juillet 2000 au 31 décembre 2008.

L'annexe 12 met en évidence l'évolution du ROE<sup>53</sup> de l'ensemble des entreprises du CAC de 2000 à 2007. En 2007, Arcelor détient le ROE le plus important avec 38,39%, néanmoins l'évolution la plus importante des sociétés du CAC entre 2000 et 2007 est à mettre au crédit de Vallourec dont le ROE est passé de -16,64% à 36,72%. En 2007, le ROE le plus faible est détenu par Alcatel-Lucent avec -34,79%, ce chiffre s'explique par les difficultés auxquelles est confrontée la société ces dernières années. Enfin, notons que l'exercice 2003 a été très difficile pour les sociétés du CAC 40 en termes de ROE car la moyenne des ROE des différentes entreprises de l'indice français était de -23,23% dont les principales causes sont les chiffres très négatifs affichés par Alstom et Saint Gobin avec respectivement -168,12% et -489,45%.

### 3.2.2. Statistiques descriptives

Les statistiques descriptives des séries de rentabilité sont récapitulées dans l'annexe 13. Rappelons que la rentabilité d'un titre est définie selon la formule suivante :

$$R_t = \ln \left( \frac{P_t}{P_{t-1}} \right) \quad (2.14)$$

Nous remarquons que les statistiques de skewness et de kurtosis sont respectivement différentes de 0 et 3 pour l'ensemble des sociétés retenues. Pour les valeurs des coefficients de skewness, nous constatons une alternance entre les valeurs négatives (18) et les valeurs positives (17) ce qui dénote un phénomène d'asymétrie indiquant qu'un choc négatif n'a pas le même effet qu'un choc positif. Cette asymétrie peut être aussi expliquée par la présence de

---

<sup>53</sup> Return on Equity = Résultat net/capitaux propres.

non linéarités dans le processus d'évaluation des rentabilités, ce qui est une caractéristique courante des séries financières. Pour une distribution de probabilité quelconque, le coefficient d'aplatissement (kurtosis) est compris entre 1 et  $+\infty$ . Pour une distribution de probabilité suivant une loi normale centrée et réduite, ce coefficient d'aplatissement vaut 3. Dans notre cas, le kurtosis est très largement supérieur à 3 ce qui dénote la forte probabilité des points extrêmes. Un coefficient d'aplatissement élevé indique souvent que la distribution est plutôt pointue en sa moyenne et les queues de distribution sont plutôt épaisses. Du fait de ces deux caractéristiques, et comme l'indique la statistique de Jarque-Bera, les séries ne suivent pas une loi normale ce qui laisse prédire une absence d'efficience des marchés comme nous allons le vérifier dans les sections suivantes.

### **3.3. Tests préliminaires**

#### **3.3.1. Tests de racine unitaire**

Pour tester le caractère stationnaire ou non des séries de rentabilités nous nous proposons d'appliquer le test de racine unitaire de Dickey-fuller augmenté (ADF)<sup>54</sup> et le test de Phillips-Perron. Rappelons que l'hypothèse nulle pour les deux tests est la non stationnarité de la série étudiée, c'est-à-dire l'existence d'au moins une racine unitaire.

Dans l'annexe 14 figure l'ensemble des résultats des tests ADF et Phillips-Perron.

Nous remarquons d'abord que les statistiques de Dickey-Fuller et Phillips-Perron sont toujours inférieures aux valeurs critiques. L'hypothèse nulle, à savoir la non stationnarité de la série étudiée, est rejetée. Ce qui amène à constater que les séries de rentabilités sont toutes stationnaires. Mais il faut noter que ces tests sont souvent critiqués et peuvent être remplacés par des tests de racine fractionnaire.

Si nous prenons comme hypothèse l'efficience des marchés financiers en accord avec cette définition, il est impossible de prévoir les rentabilités futures à partir des rentabilités passées dans la mesure où elle repose sur une marche aléatoire. Les tests les plus utilisés pour appréhender cette hypothèse sont ceux de marche aléatoire et d'auto-corrélation. La variance des séries financières est souvent variable dans le temps ce qui nous ramène à dire qu'elles sont hétéroscédastiques. Cependant les tests d'auto-corrélation sont fortement liés à la

---

<sup>54</sup> Pour choisir le modèle et le nombre de retards, nous avons procédé de manière descendante. Ainsi, nous commençons par le modèle avec constante et tendance et testons sa significativité. Le nombre de retards est donné par l'étude du corrélogramme des résidus.

présence d'hétéroscédasticité, ce qui nous oblige à appliquer des tests d'homoscédasticité avant de passer à l'application des différents tests.

### 3.3.2. Test ARCH

En raison de leur volatilité, les séries financières présentent très souvent de l'hétéroscédasticité conditionnelle. En 1982, Engle a introduit le test ARCH. Ce test consiste à tester l'hypothèse nulle d'homoscédasticité (l'absence d'effet ARCH<sup>55</sup>) contre l'hypothèse alternative d'hétéroscédasticité conditionnelle.

On considère la série  $Y_t$ ,  $t=1, \dots, T$ , supposons alors que l'équation de la moyenne soit décrite par un processus ARMA<sup>56</sup>. Cette série peut être modélisée sous la forme d'un processus ARCH(q) :

$$\Phi(L)Y_t = \theta(L)\varepsilon_t \quad (2.15)$$

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \sum_{i=1}^q \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2 \quad (2.16)$$

Avec  $\alpha_0 > 0$ ,  $\alpha_i \geq 0$  pour  $i=1, \dots, q$

L'équation (2.15) correspond à l'équation de la moyenne quant à la seconde équation (2.16) elle représente l'équation de la variance conditionnelle.

Sous l'hypothèse nulle, la statistique calculée  $TR^2$  suit une loi de khi-deux à  $q$  degrés de liberté où  $T$  est le nombre d'observations,  $R^2$  est le coefficient de détermination associé à la régression de la série des carrés des résidus sur une constante et sur ses  $q$  valeurs passées. Ainsi, le test peut être formulé de la manière suivante :

$$H_0 : \alpha_1 = \dots = \alpha_q = 0 \text{ est acceptée si } TR^2 < X_2(q)$$

$$H_1 : \alpha_i \neq 0 \text{ est acceptée si } TR^2 > X_2(q)$$

Ce test nous montre que toutes les séries de rentabilités présentent un effet de type ARCH (voir annexe 15). Donc, toutes nos séries de rentabilité ne sont pas *iid* dans la mesure où elles sont hétéroscédastiques. Ce résultat nous permet de passer au test des runs et au test de rapport de variance qui sont sensibles à la présence d'hétéroscédasticité dans la série étudiée.

<sup>55</sup> ARCH (autorégressif conditionnellement hétéroscédastique).

<sup>56</sup> ARMA (Auto Regressive Moving Average).

### 3.4. Test des Runs

D'après Cobbaut (1997) : « Un run peut être défini de la manière suivante « un run négatif (positif) de longueur  $i$  est constitué par une séquence de  $i$  changements de prix négatifs (positifs) successifs, précédés et suivis par un changement de prix nul ou positif (négatif), donc un run est une séquence d'observations successives de même signe». (Cobbaut (1997), p.309).

Si la série de rentabilités est aléatoire alors le nombre de runs positifs doit être égal au nombre de runs négatifs et que le nombre de runs suit une loi normale. Ces tests sont aussi appelés tests de changement de signe car ils s'intéressent à apprécier de manière probabiliste l'écart entre le nombre de runs espérés et le nombre de runs effectivement réalisés.

Un marché financier est considéré comme efficient si le nombre de runs positifs et le nombre de runs négatifs sont approximativement égaux. Cromwell et al (1994) ont défini la statistique de ce test qui suit une loi normale centrée, réduite sous l'hypothèse nulle d'indépendance des rentabilités.

Soit la série  $R_t^*$  définie de la manière suivante :

$$R_t^* = \begin{cases} 1 & \text{si } R_t > 0 \\ 0 & \text{si } R_t = 0 \\ -1 & \text{si } R_t \leq 0 \end{cases} \quad t=1 \dots T. \text{ où } R_t \text{ désigne la rentabilité à la date } t.$$

On note par :

$$\begin{cases} n_1 & \text{le nombre de fois où } R_t^* < R_{t+1}^* \\ n_2 & \text{le nombre de fois où } R_t^* = R_{t+1}^* \\ n_3 & \text{le nombre de fois où } R_t^* \geq R_{t+1}^* \end{cases}$$

Cromwell, Labys et Terraza (1994) définissent la statistique de test de la manière suivante :

$Stat = ((R+1)/2-m)/S$ ; sachant que sous l'hypothèse nulle d'indépendance des rentabilités la statistique du test suit une loi normale centrée réduite.

Où

$$R = n_1 + n_2 + 1 \quad (2.17)$$

$$S = X/y \quad (2.18)$$

Avec

$$X = \sum_{i=1}^3 n_i^2 (\sum_{i=1}^3 n_i^2 + \sum_{i=1}^3 n_i (\sum_{i=1}^3 n_i + 1)) - 2 \sum_{i=1}^3 n_i \sum_{i=1}^3 n_i^3 - (\sum_{i=1}^3 n_i)^3 \quad (2.18.1)$$

$$Y = (\sum_{i=1}^3 n_i)^2 (\sum_{i=1}^3 n_i - 1) \quad (2.18.2)$$

$$M = U/V \quad (2.19)$$

Avec

$$U = [(\sum_{i=1}^3 n_i) (\sum_{i=1}^3 n_i - 1)] - \sum_{i=1}^3 n_i^2 \quad (2.19.1)$$

$$V = \sum_{i=1}^3 n_i \quad (2.19.2)$$

Les calculs relatifs à ce test réalisés figurent dans l'annexe 16. Rappelons que l'hypothèse nulle de ce test est l'indépendance des rentabilités or la statistique de test est supérieure à 1,96 (au seuil de 5%) pour 10 titres à savoir : Alcatel, Arcelor, Bnp Paribas, Suez, Vinci, Crédit Agricole, L'oréal, LVMH, Pernod Ricard ET PPR. Ainsi pour ces titres, les rentabilités passées permettent de déterminer les rentabilités futures, ce qui est en désaccord avec la forme faible d'efficience des marchés financiers.

Pour le titre ESR, nous remarquons que le nombre des variations négatives (1563) est largement supérieur à celui des variations positives (783), or la logique du test stipule que pour un marché efficient le nombre des runs positifs est approximativement égal au nombre des runs négatifs ce qui nous amène à dire que la forme faible d'efficience n'est pas vérifiée pour ce titre.

En comparant N et M, nous pouvons souligner que ces deux valeurs sont du même ordre de grandeur pour le reste des titres étudiés, c'est-à-dire qu'il existe autant de variations positives et négatives entre deux rentabilités. Ainsi, la forme faible d'efficience des marchés financiers est vérifiée pour le reste des titres.

### 3.5. Le test du rapport de variances

Il s'agit d'un test de marche aléatoire introduit par Cochrane (1988) et Lo et McKinlay (1988). L'idée de ce test est que si une variable suit une marche aléatoire, la variance de la variable, en différence première, doit être une fonction linéaire de la période d'observations. C'est-à-dire que la variance des différences l<sup>èmes</sup> est égale à l fois la variance des différences premières. Lo et McKinlay ont construit une statistique de test sous l'hypothèse nulle

d'homoscédasticité des erreurs d'une part et sous l'hypothèse nulle d'hétéroscédasticité d'autre part.

Soit la série  $X_t$  à  $T$  observations qui suit un processus de marche aléatoire avec dérive :

$$X_t = \mu + X_{t-1} + \varepsilon_t \quad (2.20)$$

Où  $\varepsilon_t$  est un bruit blanc.

Les estimateurs  $\mu$  et  $\sigma_t^2$  qui sont les estimateurs respectifs du maximum de vraisemblance de la moyenne des différences premières de  $X_t$  et la variance des différences premières de  $X_t$  se présentent de la manière suivante :

$$\hat{\mu} = \frac{1}{T} \sum_{k=1}^T \Delta X_k \quad (2.20.1)$$

$$\hat{\sigma}_a^2 = \frac{1}{T} \sum_{k=1}^T (\Delta X_k - \hat{\mu})^2 \quad (2.20.2)$$

$$\text{Où } \Delta X_k = X_k - X_{k-1} \quad (2.20.3)$$

On définit ensuite la variance des différences  $l^{\text{ième}}$  de  $X_t$  sous l'hypothèse nulle de marche aléatoire, elle est égale à  $l$  fois la variance des différences premières. Autrement dit en divisant par  $l$  la variance des différences  $l^{\text{ième}}$  de  $X_t$  on obtient l'estimateur suivant :

$$\hat{\sigma}_b^2(l) = \left(\frac{1}{T^2}\right) \sum_{k=1}^T (X_k - X_{k-l} - l\hat{\mu})^2 \quad (2.21)$$

Les estimateurs  $\hat{\sigma}_a^2$  et  $\hat{\sigma}_b^2$  convergent asymptotiquement vers  $\sigma_t^2$ , sont alors asymptotiquement efficaces et tendent vers une loi normale. Lo et Mc Kinlay (1988) proposent d'effectuer un ajustement supplémentaire afin d'obtenir des estimateurs non biaisés, soit :

$$\hat{\sigma}_a^2 = \frac{1}{T-1} \sum_{k=1}^T (\Delta X_k - \hat{\mu})^2 \quad (2.22)$$

$$\hat{\sigma}_b^2(l) = \frac{1}{l(T-l+1) \left(1 - \frac{l}{T}\right)} \sum_{k=1}^T (X_k - X_{k-l} - l\hat{\mu})^2 \quad (2.23)$$

$\hat{\sigma}_a^2$  est l'estimateur centré non biaisé de la variance des différences premières de  $X_t$  et  $\hat{\sigma}_b^2(l)$  est l'estimateur centré non biaisé de la variance des différences  $l^{\text{ième}}$  de  $X_t$ . Ainsi, on construit

la statistique suivante :

$$M_\tau(l) = \left(\frac{\hat{\sigma}_b^2(l)}{\hat{\sigma}_a^2}\right) - 1 \quad (2.24)$$

Le test du rapport de variance est développé en fonction de deux conditions relatives aux résidus :

- Les résidus sont gaussiens, indépendamment et identiquement distribués (iid).
- Les résidus ne sont pas auto-corrélés mais ne suivent pas nécessairement une loi normale et leur variance peut varier au cours du temps.

a. *Cas où les résidus sont iid et suivent une loi normale (marche aléatoire « homoscédastique »)*

L'hypothèse nulle,  $H_{01}$ , est la suivante :  $H_{01} : \varepsilon_t$  i.i.d  $N(0, \sigma_0^2)$

La statistique du test de rapport de variances  $M_\tau(q)$  converge en probabilité vers 0 sous l'hypothèse de marche aléatoire. Cette statistique a la distribution asymptotique suivante :

$$\sqrt{T} M_\tau(l) \xrightarrow{d} N\left(0, \left[\frac{2(2l-1)(l-1)}{3l}\right]\right) \quad (2.25)$$

En réduisant on obtient la statistique  $Z_1(l)$  utilisée pour tester l'hypothèse de la marche aléatoire :

$$Z_1(l) = \sqrt{T} M_\tau(l) \left[\frac{2(2l-1)(l-1)}{3l}\right]^{-1/2} \xrightarrow{d} N(0,1) \quad (2.26)$$

b. *Cas où les résidus sont hétéroscedastiques mais non autocorrélés*

Dans ce cas de figure, sous l'hypothèse nulle  $H_{02}$ , la statistique du test est la suivante :

$$Z_2(l) = \sqrt{T} (\hat{V}(l))^{-1/2} M_\tau(l) \quad (2.27)$$

Avec

$$\hat{V}(l) = \sum_{j=1}^{l-1} \left[\frac{2(l-j)}{l}\right]^2 \hat{\delta}_j \quad (2.27.1)$$

$$\hat{\delta}_j = \frac{c}{d} \quad (2.27.2)$$

$$c = \sum_{k=j+1}^T (\Delta X_k - \hat{\mu})^2 (\Delta X_{k-j} - \hat{\mu})^2 \quad (2.27.3)$$

$$d = \left[\sum_{k=1}^T (\Delta X_k - \hat{\mu})^2\right]^2 \quad (2.27.4)$$

$\hat{V}(l)$  est une estimation de la variance de  $M_\tau(l)$ ,  $\hat{\delta}_j$  une estimation du coefficient d'autocorrélation d'ordre  $j$ .

La statistique  $Z_2(l)$ , définie ci-dessus, tend de manière asymptotique vers une loi normale centrée et réduite.

Le test de rapport de variances a été appliqué pour différentes valeurs du paramètre de troncature de 5 à 260 (voir annexe 17). Une valeur de 5 correspond à cinq jours de cotation (une semaine) pour les entreprises du CAC40, 23 retards représentent un mois de cotation, 66 retards correspondent à un trimestre, 126 pour 6 mois et enfin 260 correspondent à une année de cotation. Ce choix d'un paramètre de troncature relativement important vise à ne pas négliger la mémoire longue qui pourrait apparaître dans les séries, et qui serait dissimulée si l'on retenait une valeur trop faible pour le paramètre de troncature.

On constate que l'hypothèse nulle de marche aléatoire n'est jamais rejetée pour 32 sociétés sur un ensemble de 35 sociétés constituant notre échantillon. La marche aléatoire est ainsi rejetée dans trois cas de figure :

- La société « Air France » pour un retard égal à 5.
- La société « Renault » pour un retard égal à 66 c'est-à-dire pour 3 mois de cotation.
- La société « Vallourec » pour des retards de 66 et 260.

Néanmoins, pour les deux premiers cas, le rejet de la marche aléatoire semble trop ponctuel pour être retenu comme significatif contrairement à la société « Vallourec » où on peut déceler la présence d'une mémoire longue dans la mesure où même pour un retard égal à 132 ( $Z=1.86018$ ) la marche aléatoire est rejetée pour un seuil de 10%.

Globalement l'utilisation du test de rapport de variances met en avant l'impossibilité de prévoir les rentabilités futures à partir des cotations antérieures, ce qui est en accord avec l'hypothèse d'efficience au sens faible.

### **3.6. L'analyse de rang rééchélonné**

La statistique du rang rééchélonné a été développée par Hurst en 1951 en hydrologie afin de pouvoir modéliser le comportement des remplissages de réservoirs d'eau naturels. Cette statistique permet de détecter la présence de phénomènes de mémoire longue afin de classer les séries temporelles en fonction de la nature de leur mémoire. Mandelbrot et MacKinlay (1969) ont proposé une technique graphique pour estimer la constante de Hurst. Par la suite, Peters (1994) a popularisé l'analyse R/S comme moyen de détection d'éventuelles dépendances à long terme dans des données économiques et financières.

La statistique R/S se définit comme l'étendue des sommes partielles des écarts d'une série temporelle à sa moyenne divisée par son écart type. Dans un premier temps, la série temporelle est divisée en K sous-périodes contigües de longueur n. Le rendement moyen  $\hat{r}_n$  d'un actif pendant une période n est défini par :

$$\hat{r}_n = \left(\frac{1}{n}\right) \sum_{i=1}^n r_i \quad (2.28)$$

Sachant que  $r_i$  est le rendement de l'actif au cours de l'unité de temps i.

Pour la  $k^{ème}$  sous-période de longueur, le rang  $R_k$  est défini comme étant la différence entre les déviations maximale et minimale du rendement cumulé autour de la moyenne cumulée :

$$R_k = \max (X_j) - \min (X_j) \quad (2.29)$$

Où

$$X_j = \sum_{i=1}^j (r_i - \bar{r}_n), j=1,2,\dots,n \quad (2.29.1)$$

Chaque rang  $R_k$  est redimensionné dans le but de rendre la mesure de la dispersion indépendante de la longueur n des périodes, en divisant la valeur  $R_k$  par l'écart-type des rendements au cours de la période, défini par :

$$S_k = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (r_i - \bar{r}_n)^2} \quad (2.30)$$

Pour une valeur de n, définissant K sous-périodes de longueur n, la valeur moyenne  $\left(\frac{R}{S}\right)_n$  appelé rang ré-échelonné (rescaled range) est donnée par la formule suivante :

$$\left(\frac{R}{S}\right)_n = \left(\frac{1}{K}\right) \sum_{k=1}^K (R_k / S_k) \quad (2.31)$$

Enfin, la dernière étape de l'analyse consiste à déterminer la relation linéaire entre  $\ln\left(\frac{R}{S}\right)_n$  et  $\ln(n)$  en réalisant des régressions avec  $\ln(n)$  comme variable indépendante et  $\ln\left(\frac{R}{S}\right)_n$  comme variable dépendante. La pente ainsi obtenue suite à la régression permet d'obtenir une estimation de la constante H de Hurst. Une valeur de 0.5 pour H indique que le comportement de la série est consistant avec une hypothèse de marche aléatoire et une valeur

plus grande que 0.5 indique l'existence de persistance dans la série. Peters (1994) trouve pour de nombreux indices économiques que la valeur  $H$  estimée n'est pas constante.

Une procédure graphique est généralement utilisée afin de comprendre le comportement du coefficient de Hurst dans la mesure où les dépendances ont tendance à disparaître si l'on considère une période de temps plus longue.

La significativité de la différence entre la pente obtenue  $H$  et la valeur de référence 0.5 peut être testée selon le test statistique classique de significativité pour les régressions.

Il s'ensuit :

$$t = (b - 0.5)/s \quad (2.32)$$

Où  $b$  est le coefficient obtenu par régression, et  $s$  l'erreur standard définie par :

$$s = 1/\sqrt{n} (S_y/S_x) \sqrt{1 - r^2} \quad (2.32.1)$$

Où  $r$  la corrélation entre  $y$  et la variable dépendante  $x$ ,  $n$  est le nombre de points de la régression, et  $s_x$  et  $s_y$  sont respectivement les écarts-types de  $x$  et  $y$ .

Enfin la statistique  $V_n$  permettant de déterminer les ruptures dans les séries est donné par :

$$V_n = 1/\sqrt{n} \left(\frac{R}{S}\right)_n \quad (2.33)$$

Quand aucune dépendance n'existe, la valeur  $V_n$  ne doit pas être significativement différente de zéro.

Les résultats de l'analyse des exposants de Hurst figurent dans l'annexe 18. Pour toutes les actions, les valeurs  $R/S$  ont été calculées pour  $n$  compris entre 2 et 200, 200 correspondant environ à un peu plus de 10 mois de données quotidiennes. Les coefficients de Hurst ont été calculés pour des valeurs de  $n$  inférieures à 20, entre 20 et 40, 40 et 60, 60 et 125 et finalement entre 125 et 200.

On remarque que pour toutes les actions, il existe une dépendance entre les rendements pour des valeurs de  $n$  inférieures à 20 jours c'est-à-dire environ un mois calendaire avec des coefficients de Hurst largement supérieurs à 0.6 et significativement différents de 0.5. Néanmoins, les résultats obtenus ne semblent pas donner une idée très

précise pour l'ensemble des sociétés retenues dans la mesure où lorsque  $n$  augmente, les résultats diffèrent d'une entreprise à une autre. Cela dit, les valeurs de  $H$  obtenues pour  $n=20$  sont supérieures aux valeurs de  $H$  obtenues pour  $n>20$ .

Bien que les dépendances semblent disparaître pour quelques actions lorsque  $n$  devient plus grand, des sociétés comme AXA, Arcelor où encore le Crédit Agricole ont des coefficients de Hurst nettement supérieurs à 0.6 pour  $n=60$ .

Il est cependant difficile d'interpréter les coefficients de Hurst dans la mesure où ces valeurs dépendent de la qualité de la régression et des bornes inférieures et supérieures de  $n$  pour lesquelles la régression est menée.

Les figures (voir annexe 21) présentent les représentations classiques des valeurs de  $\ln(R/S)$  en fonction de  $\ln(n)$ . Le logarithme décimal est utilisé plutôt que le logarithme népérien dans la mesure où ces graphiques sont généralement présentés de cette manière. Six sociétés parmi les plus grosses capitalisations du CAC40 sont représentées. Deux remarques s'imposent :

- Pour des valeurs de  $\ln(n)$  inférieures à 1.3 c'est-à-dire  $n=20$ , les représentations graphiques mettent en évidence des dépendances.
- Pour des valeurs de  $\ln(n)$  supérieures à 2 ( $n=100$ ), les rendements ne sont plus prévisibles et la marche aléatoire est vérifiée.

### 3.7. Test BDS

Afin de caractériser le comportement non linéaire des rendements, Brock, Dechert, and Scheinkman (1996) ont proposé le test BDS.

La statistique BDS mesure la signification statistique des intégrales de corrélations. En définissant une longueur  $e$ , une intégrale de corrélation est la probabilité que deux points quelconques sont séparés d'une longueur  $e$  dans l'espace de phase.

Les intégrales de corrélation  $C_m$  pour une dimension  $m$  sont calculées suivant l'équation suivante :

$$C_m(e) = \frac{1}{T^2} \sum_{i,j=1}^T Z(e - |X_i^{(m)} - X_j^{(m)}|), \quad i \neq j \quad (2.34)$$

Avec  $T$  est le nombre d'observations moins  $m$  et  $e$  la distance choisie. La fonction  $Z$  est définie comme suit :

- $Z=1$  si  $e - |X_i^{(m)} - X_j^{(m)}| > 0$
- $Z=0$  si  $e - |X_i^{(m)} - X_j^{(m)}| < 0$

La fonction  $C_m(e)$  est une mesure du nombre de points séparés par une distance inférieure à  $e$ . Les  $X_i^{(m)}, X_j^{(m)}$  sont des points dans l'espace  $M_m$  de dimension  $m$ , définis par :

$$\begin{aligned} M_1: X_i^{(1)} &= r_i \\ M_2: X_i^{(2)} &= (r_i, r_{i+1}) \\ &\dots \\ M_m: X_i^{(m)} &= (r_i, r_{i+1}, \dots, r_{i+m}) \end{aligned}$$

Où  $r_i$  est le rendement de l'actif au temps  $i$ .

Brock, Dechert et Scheinkman (1996) démontrent que pour une dimension  $m$  :

$$\sqrt{T} |C_n(e, T) - C_1(e, T)^T|$$

est normalement distribuée et de moyenne zéro. La statistique  $W$  pour une dimension  $m$  est donnée par :

$$W_n(e, T) = |C_n(e, T) - C_1(e, T)^T| \sqrt{\frac{T}{S_T(e, T)}}$$

Où  $S_T(e, T)$  est l'écart-type des intégrales de corrélation.

La statistique BDS teste l'hypothèse nulle d'une série indépendamment et identiquement distribuée (*iid*) contre une alternative non spécifiée et peut être utilisée –sous certaines conditions- en tant que test de non linéarité. Un rejet de l'hypothèse nulle peut alors provenir :

- Soit d'une structure de dépendance issue d'un processus stochastique linéaire,
- Soit d'une non stationnarité de la série étudiée
- Soit d'une structure de dépendance issue d'un processus stochastique non linéaire,
- Soit d'une structure de dépendance issue d'un processus déterministe non linéaire.

Brock, Dechert et Scheinkman (1996) montrent qu'une convergence satisfaisante est obtenue quand les séries de données sont constituées d'au moins 500 observations. Cependant Hsieh (1991) remarque que des changements de structure dans les données peuvent causer un rejet de l'hypothèse nulle des rendements. Ainsi, il est préférable de diviser la période totale en sous-périodes afin d'effectuer des analyses BDS séparées.

Un second problème relatif à cette analyse concerne le choix de la distance  $e$  dans la mesure où une valeur trop grande de  $e$  tendra à retenir toutes les paires  $(X_i, X_j)$  et les valeurs des intégrales de corrélation seront toujours égales à un, de même une valeur trop petite risque de conduire à des intégrales de corrélation nulles.

Dans ce qui suit, la valeur de  $e$  sera fixée comme étant l'écart-type des rendements  $\sigma$ . Dans d'autres études la valeur de  $e$  est égale à  $0.5 \sigma$ ,  $\sigma$ ,  $1.5 \sigma$  et  $2 \sigma$ . Néanmoins, le choix de la valeur  $e$  ne change pas fondamentalement les résultats obtenus (voir Opong, Mulholland, Fox, et Farahmand (1999)) ce qui nous ramène à nous contenter d'un choix de  $e$  égal à  $\sigma$ .

Rappelons que le test BDS est un test puissant pour permettre de distinguer ce qui ressort d'un système de variables aléatoires identiquement distribuées d'un système de chaos déterministe ou d'un système stochastique non linéaire.

L'annexe 19 comporte les calculs de la statistique BDS pour les différentes séries de rendements pour une dimension  $m=5$ . L'acceptation de l'hypothèse nulle des rendements IID par le test BDS indiquerait que le comportement d'une série ne permet pas de distinguer des caractéristiques non linéaires exploitables. Si la statistique  $W$  est positive alors les points de  $m$ -dimensions sont plus proches les uns des autres que dans le cas où la série serait aléatoire. De même, des valeurs significativement négatives de BDS indiqueraient que certaines configurations sont trop peu fréquentes. Pour une dimension  $m=5$ , toutes les valeurs de la statistique BDS sont positives et significatives à un niveau de confiance de 99%. Cela dit, une période relativement longue de 9 ans comme c'est le cas dans notre étude peut expliquer le rejet de l'hypothèse nulle de rendement IID (Hsieh 1991). Pour mieux interpréter les résultats du test BDS, la période totale a été divisée en quatre sous-périodes. Ce choix s'explique par la nécessité de pouvoir disposer d'un nombre d'observations égal à 500 pour chacune des sous-périodes<sup>57</sup>. Les calculs de la statistique du test BDS pour les différentes sous-périodes figurent dans l'annexe 20, une dimension  $m=2$  est retenue. Nous remarquons

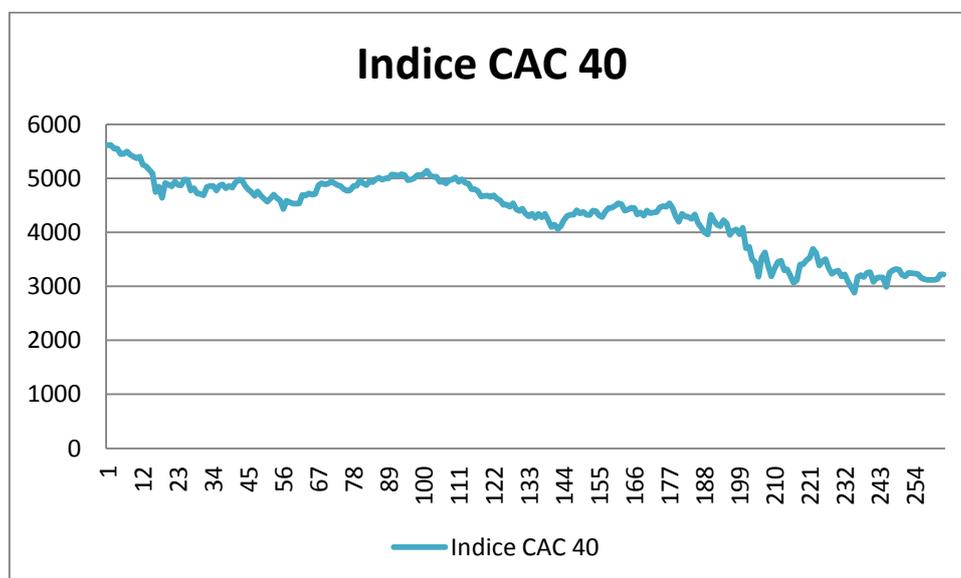
---

<sup>57</sup>La pertinence du test BDS pour les sociétés Arcelor, Crédit Agricole, EADS, Suez, Veolia est mise en cause dans la mesure où le nombre d'observations pour la quatrième sous-période est inférieur à 500.

alors que toutes les valeurs restent significativement différentes de zéro, ce qui confirme les résultats trouvés précédemment à savoir l'existence de dépendances dans les séries de rendements des différents actifs retenus du CAC40.

On remarque aussi que pour les différentes actions, les valeurs du test BDS les plus importantes sont celles de la quatrième sous-période. Cette tendance peut être expliquée par le fait que la quatrième sous-période qui s'étale sur l'intervalle octobre 2006-décembre 2008 est une période de crise durant laquelle les actions françaises du CAC40 étaient dans une spirale baissière. En effet, l'indice du CAC 40 a perdu 42 % de sa valeur sur l'année 2008 passant de 5614,08 points au début de l'année à 3217,97 à la fin de l'année comme le montre le graphique suivant.

**Figure 2 : Evolution de l'indice CAC 40 sur l'année 2008**



Par ailleurs, une deuxième explication de l'importance des valeurs du test pour cette période réside dans les fluctuations très importantes de l'indice du CAC 40. Il est à noter que, le lundi 13 octobre 2008, cet indice progressait de 11,18 % à 3 531,50 points, sa plus forte progression quotidienne depuis sa création au 31 décembre 1987. Cette progression survenait peu après la plus forte chute de son histoire : le lundi 6 octobre 2008, le CAC 40 clôturait en baisse de 9,04 % à 3 711,98 points. De même, le 24 novembre 2008, l'indice phare français enregistre la deuxième meilleure progression de son histoire (+ 10,09 %) à 3 172,11 points.

## Conclusion

La rumeur financière est un phénomène qui occupe une place importante dans le quotidien des acteurs des marchés financiers. Celle-ci peut amplifier ou déclencher des situations de crise par son caractère alarmiste et incontrôlable. Les investisseurs se doivent donc d'y prêter une certaine attention pour anticiper au mieux les événements futurs. Depuis plusieurs années, de multiples études ont été réalisées pour appréhender ce phénomène. L'impact de l'information sur la formation des prix a été présenté à travers l'hypothèse d'efficience des marchés. Il en a résulté que, dans la théorie classique de l'efficience, les rumeurs n'étaient pas prises en compte par les intervenants de marché.

La finance comportementale a permis de pallier ce problème. La rumeur apparaît comme substitut d'une information réelle non disponible et répond ainsi à un besoin. Elle apparaît à la suite d'une situation d'incertitude et d'angoisse. Notons qu'il y'a deux autres facteurs importants qui contribuent à sa naissance : « l'importance et la croyance ». Plus le sujet sur lequel porte la rumeur suscite de l'intérêt, plus le nombre d'individus qui s'y intéresse sera grand. En outre, la crédibilité des individus joue un rôle important car, lorsqu'un individu croit en la véracité d'une rumeur, il sera plus enclin à la transmettre et à contribuer à sa survie. Pour exposer le problème de transmission de la rumeur, deux approches différentes se présentent : la première portant sur le comportement individuel, la seconde sur le comportement collectif (mimétisme). Le comportement individuel a tendance à réduire les informations qui entourent la rumeur, à accentuer les parties considérées essentielles et à assimiler ou incorporer des informations qui proviennent de son expérience. La partie portant sur les phénomènes de groupe met en évidence l'effet de mimétisme. Il apparaît que la psychologie et la sociologie des individus occupent une place importante dans la naissance et la propagation de la rumeur. L'étude de la rumeur permet donc une identification des risques.

La rumeur financière est une conséquence naturelle sur les marchés financiers dans la mesure où les financiers agissant sur ces marchés cherchent à toujours prévoir avant les autres, les évolutions des cours et pouvoir par la suite spéculer. Toutefois, il faut noter que ces personnes travaillent tout le temps dans un stress permanent qui ne leur permet pas de vérifier l'exactitude ni la pertinence des informations dont ils disposent. Aussi, de nos jours la rumeur est devenue un atout stratégique, ce qui explique en quelque sorte sa conceptualisation.

Dans la deuxième section de ce chapitre, nous avons étudié l'impact de l'éclatement des scandales financiers sur les cours de 35 actions cotées sur le marché français. Nous avons choisi le CAC 40 comme indice de marché.

Dans la première partie du travail, nous avons vu que les résultats sont mitigés, ce qui nous empêche de reformuler une conclusion quant à la fiabilité de l'hypothèse de l'efficience des marchés financiers. Lors de notre application de la méthode de l'étude des événements, nous n'avons pas trouvé des rentabilités anormales autour de la date d'annonce. Néanmoins, nous observons des rentabilités anormales significatives quelques jours avant et après l'annonce. Une explication possible peut être reformulée : le marché financier prend en considération quelques informations et fait l'impasse sur d'autres, alors que l'hypothèse de l'efficience des marchés financiers stipule que les prix des actifs sont censés refléter à chaque instant toutes les informations publiques et privées sur le marché.

Dans la deuxième partie du travail, nous avons étudié l'impact des scandales financiers sur la volatilité des actions du CAC 40 et nous avons pu conclure quant à l'effet déstabilisateur de ces informations. Ce résultat est conforme à nos attentes dans la mesure où les résultats obtenus montrent une hausse de la volatilité des titres choisis.

Enfin dans la dernière section de ce chapitre, nous avons testé dans un premier temps l'existence de dépendances dans les séries de rentabilités quotidiennes des actions du CAC40. Pour cela, plusieurs tests économétriques ont été appliqués après avoir effectué différentes étapes nécessaires à la constitution des séries de rentabilités. Bien que le test des runs ne donne pas une idée précise sur l'ensemble du marché français dans la mesure où le rejet de la marche aléatoire est vérifié pour onze sociétés de notre échantillon, le test du rapport de variances montre l'impossibilité de prédire les rentabilités futures à partir des rentabilités passées pour l'ensemble des entreprises retenues, ce qui confirme l'hypothèse d'efficience au sens faible.

La deuxième série des tests a mis en évidence l'existence des dépendances non linéaires dans les séries de rentabilités. En effet, la statistique du rang rééchelonné  $R/S$  semble montrer l'existence de dépendances pour une durée de vingt jours calendaires alors que la marche aléatoire est vérifiée au-delà de cent jours calendaires. De même, la statistique BDS confirme que cette dépendance non linéaire existe. Mais ces deux tests ne permettent pas de distinguer les dépendances à court terme des dépendances à long terme.

L'étude de la dynamique des marchés boursiers en vue de la vérification de l'hypothèse d'efficience des marchés financiers dépend du cadre d'analyse choisi. Le passage à une analyse non linéaire a mis en évidence l'existence de dépendances dans les séries de rentabilités remettant en cause cette hypothèse.

Cependant, les résultats obtenus ici montrent qu'il n'est pas possible de statuer sur la vérification ou non de cette hypothèse qui semble devenir de plus en plus fragile, et des affirmations comme celle de Michael Jensen<sup>58</sup> sont de plus en plus contredites.

Enfin d'un point de vue politique : suite à la crise qui a secoué l'économie mondiale dont l'origine est le développement des marchés financiers, le débat reste ouvert entre l'opinion des partisans d'une libéralisation plus accrue des marchés financiers ou l'opinion de ceux qui militent pour un encadrement plus strict de ces marchés.

---

<sup>58</sup> « Aucune autre proposition en économie n'a plus de solides fondements empiriques que l'hypothèse d'efficience des marchés ». (1978).

---

# Chapitre 3

## Approches alternatives de l'efficience des marchés financiers

---

### Introduction

La théorie financière la plus répandue qui conçoit les cours boursiers comme un reflet des valeurs économiques fondamentales éprouve des difficultés à expliquer les évolutions financières récentes. La réalité nous oblige à reconnaître que les niveaux de volatilités atteints suite au krach boursier d'octobre 1987 ou suite à la crise dite des « subprimes » de 2007 sont très élevés. Ainsi, l'indice CAC40 a perdu 42% en 2008 et le Dow Jones a connu une hausse de 70% entre 1996 et 1998 passant de 6400 à plus de 11000 points, ce qui reflète à la fois un climat d'insécurité sur les marchés et une exubérance irrationnelle pour reprendre les propos d'Alan Greenspan dans un discours donné devant l'American Enterprise Institute lors de la bulle internet des années 1990.

Le concept central sur lequel s'est construite la théorie financière néoclassique est la notion d'arbitrage. Au sens strict on dit qu'*un marché présente une opportunité d'arbitrage si, aux prix donnés, il est possible d'exhiber une stratégie d'investissement qui, sur la base d'un capital initial nul, garantit un revenu positif ou nul pour tous les états du monde et strictement positif pour au moins un état*<sup>59</sup>. Aux yeux de la finance néoclassique, l'équilibre du marché est incompatible avec l'existence de telles opportunités d'arbitrage. Toutefois l'hypothèse d'absence d'arbitrage repose sur des principes assez forts comme la perfection du marché c'est-à-dire un marché où il n'existe aucun frein aux transactions tel que les restrictions sur les ventes à découvert et les coûts de transaction.

Cependant, un certain nombre d'études empiriques ont montré que le mécanisme d'arbitrage n'est pas suffisant pour éliminer certaines anomalies. En effet, les travaux des économistes et des psychologues sur les décisions des individus en univers risqué dans les

---

<sup>59</sup> Orléan (2007).

années 1970 ont incité quelques chercheurs à initier un courant de recherche écartant certaines hypothèses du modèle théorique de l'efficacité des marchés financiers.

Afin de mieux appréhender les marchés financiers et d'expliquer les différentes anomalies constatées, les économistes, suivant le conseil de M.Clark, ont récemment forgé une théorie liant la psychologie à la finance et l'ont baptisée « behavioral finance » dont la traduction française est « finance comportementale ».

Cette approche a obtenu sa consécration en 2002 avec le prix Nobel d'économie reçu par Daniel Kahneman, dont la théorie des perspectives, développée conjointement avec Amos Tversky (décédé en 1996), tient compte dans la modélisation des choix individuels de nombreux « biais » psychologiques affectant les agents économiques placés face à des choix risqués. Ces travaux constituent la pierre angulaire de la théorie comportementale de l'investissement dans des actifs risqués.

La finance comportementale, qui fut dans un premier temps négligée par les partisans de l'approche standard<sup>60</sup>, s'est imposée grâce à une méthodologie qui lui permet de faire le lien entre la psychologie individuelle et les comportements agrégés des marchés.

A l'encontre de la théorie moderne de la finance fondée sur la rationalité des individus (qui sont supposés connaître et pouvoir traiter parfaitement toute l'information disponible) et considérée comme une condition nécessaire à la formulation des modèles, la finance comportementale n'impose aucune condition aux individus. Ils sont dits « normaux » (Statman, 2004).

Henrich et al. (2001) ont constaté que les individus ne sont pas guidés par la seule idée d'optimisation de leurs propres intérêts : ils peuvent être altruistes (Rabin, (2002)) et chercher à instaurer certains préceptes tels que l'équité et la justice. Dans la même logique, Mullainathan et Thaler (2000) ont, en se référant à la critique adressée par Herbert Simon (1955) au comportement standard des agents économiques, révisé les traits caractéristiques du comportement humain et ont ajouté à la rationalité limitée mise en valeur par Simon (1955), une volonté et un égoïsme limités (« unbounded rationality, unbounded willpower and unbounded selfishness »). Ainsi sont apparus les investisseurs irrationnels qui exhibent un comportement non standard et qui sont appelés « noise traders », « quasi's » (Thaler, 1999), bruiteurs ou encore parasites (Aktas, 2004).

---

<sup>60</sup> Fama (1998) à titre d'exemple.

Une autre approche théorique alternative à l'efficacité des marchés financiers est étudiée dans ce chapitre, qui « conçoit les prix comme des croyances partagées (ce qu'on peut appeler des « conventions »<sup>61</sup>). L'incertitude, d'après les postkeynésiens et les économistes conventionnalistes, est au cœur du dispositif théorique de Keynes. Dans la théorie néoclassique les prix régissent à eux seuls la mise en cohérence des plans de décision individuels. Keynes introduit au contraire un mode de coordination hors prix, nécessité par la prise en compte de l'incertitude. Pour lutter contre l'incertitude, l'auteur de la *Théorie générale* introduit le concept de la liquidité du marché financier pour permettre à l'échelle individuelle de rendre révoquant un investissement. Les partisans de l'école des conventions précisent que l'introduction d'un mode de coordination hors prix, que Keynes nomme convention, est nécessaire pour faire face au caractère incertain de l'avenir. La convention keynésienne, « *adjuvant au marche* » (Favereau, (1985)), serait alors un élément de coordination complémentaire au mécanisme de prix.

Dans une première partie de ce chapitre nous reviendrons sur le concept d'arbitrage et ses limites comme étant des éléments de réponse aux anomalies observées sur les marchés boursiers. Ensuite nous nous intéresserons à l'approche comportementale qui peut être une alternative à la théorie classique dominante tout en essayant de cerner l'apport de la finance comportementale à l'explication de la volatilité excessive des cours boursiers. Enfin, dans la dernière partie du travail nous mettrons l'accent sur l'approche keynésienne pour expliquer le fonctionnement des marchés financiers.

## **1. Les limites de l'arbitrage**

### **1.1. Définition et mise en évidence**

L'arbitrage<sup>62</sup> a conduit à des avancées considérables en finance. La puissance de l'arbitrage associée aux évolutions technologiques et aux techniques mathématiques a permis de faciliter le mécanisme d'évaluation des actifs. Il constitue donc le mécanisme fondamental qui a servi pendant longtemps à expliquer pourquoi l'équilibre et l'efficacité doivent toujours se vérifier sur le marché.

Les premiers chercheurs à s'intéresser à ce concept étaient Modigliani et Miller en 1958. Néanmoins les modèles de Black et Scholes (1973) et de Merton (1973) ont constitué le

---

<sup>61</sup> Orléan A. (1999), « Le pouvoir de la finance », Odile Jacob

<sup>62</sup> Dans sa forme la plus pure, l'arbitrage est une opération sans risque qui ne nécessite aucune mise (Dybvig et Roos (1992)).

point de départ d'un courant de recherche qui n'a cessé de se développer depuis, du fait qu'il a facilité la gestion de portefeuille d'actifs.

L'hypothèse d'absence d'arbitrage repose sur le fait que deux portefeuilles générant un même flux à une date future  $T$  (date à laquelle les comptes sont faits et les bénéfices d'arbitrage, s'ils en existent, sont réalisés) doivent avoir le même prix à toute date antérieure à  $T$  tout en sachant que les flux intermédiaires sont exceptés.

L'existence d'une opportunité d'arbitrage doit être temporaire voir instantanée puisque des investisseurs professionnels bien informés, et dotés des nouvelles techniques d'information et de communication, peuvent se saisir d'une opportunité et réaliser des gains au dépens des amateurs qui eux ne peuvent que subir des pertes d'une façon continue et par là-même être voués à disparaître.

La théorie financière, reposant sur le concept d'efficience des marchés financiers, considère que les investisseurs irrationnels sont condamnés à être « éjectés » du marché du fait des actions correctrices des investisseurs rationnels.

Dans la suite du travail, nous commençons par présenter une synthèse de la littérature consacrée au phénomène de l'arbitrage limité et à son rôle dans le processus de formation des prix.

## **1.2. Synthèse de la littérature consacrée à l'arbitrage**

L'existence de noise traders sur les marchés, c'est-à-dire des investisseurs dont les prises de position ne sont pas expliquées par des raisons économiquement « rationnelles », peut conduire dans certaines conditions à des anomalies de valorisation importantes qui ne sont pas réduites par les arbitragistes. « La loi du prix unique » qui stipule qu'un actif ne peut avoir qu'un seul prix égal à sa valeur fondamentale est violée et l'hypothèse d'efficience des marchés financiers est remise en cause.

Les limites d'arbitrage ont fait l'objet de nombreux travaux : Delong, Shleifer et Waldmon (1990) ; Shleifer et Vishny (1997) et Abreu et Brunnermeier (2002). L'hypothèse qui stipule que, étant donné les fondamentaux, les prix peuvent être inefficients pour une longue période, est empiriquement soutenue par Froot et Deborah (1999), Flynn (2003) et Scruggs (2007).

Une des études qui met en évidence les risques inhérents aux opérations d'arbitrage, et son revers de la médaille lié à la violation de la loi du prix unique, est celle de Froot et Deborah (1999) qui se sont basés sur les mouvements des prix des titres de la Royal Dutch/Shell. Bien évidemment, il existe le problème des actions jumelles pour ce cas. On appelle actions jumelles (*twin shares ou siamese-twin companies*)<sup>63</sup> deux actions de deux sociétés différentes donnant droit aux mêmes dividendes futurs. Cette situation résulte de fusions dans lesquelles les deux sociétés décident de regrouper leurs intérêts, et donc leurs bénéfices futurs, tout en conservant des structures différenciées et des cotations différentes. Le cas analysé remonte à 1907. En effet, la Royal Dutch et la Shell Transport ont décidé de partager tous les bénéfices futurs dans une proportion de 60-40, tout en restant des entités séparées.

Les limites d'arbitrage ont été mises en évidence par les pratiques du fonds « Long Terme capital Management » (LTCM) qui, entre 1994 et 1997, avait réalisé des bénéfices pour le moins spectaculaires en investissant des capitaux importants dans les deux sociétés formant le groupe Royal Dutch/Shell à savoir la « Shell Transport and Trading » détentrice de 40% du capital de la société mère et la « Royal Dutch Petroleum » qui détient les 60% restants.

Normalement, les titres de la « Royal Dutch » devraient être évalués à une fois et demie la valeur des titres de « Shell » puisque leurs cash-flows sont fixés à cette parité. En effet, si on se réfère à la théorie financière et au raisonnement d'arbitrage, dans le cas où la « Royal Dutch » est sous-évaluée par rapport à « Shell », il suffit d'acheter un nombre donné de titres « RD » et de vendre à découvert 1,5 fois ce nombre de titres « SC ». Le portefeuille ainsi fondé crée des flux nuls par construction mais il permet d'encaisser immédiatement la différence entre les prix des deux titres.

Néanmoins, aussi bien Rosenthal et Young (1990) que Froot et Dabora (1999) ont mis en évidence des écarts importants et persistants entre les prix des deux titres. En effet, Froot et Dabora (1999) trouvent que les titres de la « Royal Dutch » sont parfois négociés à 40% inférieurs à ceux de « Shell », et parfois à 10% supérieurs, tout en sachant que « Shell Transport and Trading » est traditionnellement cotée avec une décote de 18% par rapport à la seconde.

---

<sup>63</sup> Bedi et al (2003) dressent une liste d'exemples d'actions jumelles.

En 1998, le fonds LTCM acheta du « Shell Transport » et vendit du « Royal Dutch », pensant réaliser un bénéfice lorsque la décote reviendrait à un niveau normal. Cependant, les lois du marché en ont décidé autrement, engendrant une perte de trois milliards de dollars. En effet, LTCM a commis la même erreur de jugement que les lecteurs ayant répondu 0 ou 1 à la question du Financial Times<sup>64</sup>. Il a en effet anticipé l'idée que les investisseurs rationnels finiraient par ramener le marché à la raison.

Dans la même logique, un autre exemple illustré par Shleifer (2000) et Flynn (2003) de la persistance à long terme de l'écart entre valeur de marché et valeur théorique est relatif à l'action d'un fonds fermé. Un fonds fermé (closed-end fund) est un fonds dont le nombre de parts reste constant à l'inverse d'un fonds ouvert (ou on autorise la création de nouvelles parts). Théoriquement, la valeur d'un fonds fermé est égale à la valeur de portefeuille géré par ce fonds. Néanmoins, on a constaté que les valeurs des parts de ces fonds présentent des écarts importants par rapport à leur valeur théorique.

Les deux auteurs mentionnés précédemment qui ont analysé l'action d'un fonds fermé appelé « tricontinental corporations » ont remarqué que la valeur des parts de ce fonds était négociée avec une décote de 10 à 25 % sur la période 1960-1985. Néanmoins, il aura fallu attendre 25 ans pour pouvoir observer la parité entre la valeur des parts de ce fonds et la valeur du portefeuille géré. Cela signifie qu'un investisseur qui aurait tenté de profiter de l'opportunité en 1960 aurait dû attendre 25 ans avant d'encaisser son profit. Ceci s'explique par le fait qu'à l'émission des actions, les parts du fonds se vendent souvent avec une prime de 5 à 10%, prime qui est appliquée par les coûts de transaction et de « démarrage » du fonds.

---

<sup>64</sup> En avril 1997, le Financial Times, dans un concours que ce journal organisait, a emprunté l'allégorie de Keynes (1936) du concours de beauté. Il s'agissait d'un simple jeu de chiffres où les lecteurs devaient choisir un chiffre compris entre 0 et 100.

Le gagnant était celui dont le chiffre était aussi proche que possible des deux tiers des chiffres choisis. Un exemple : supposons que sept participants choisissent respectivement les chiffres 17, 19, 26, 39, 41, 50 et 60. En moyenne, le chiffre choisi serait 36, dont les deux tiers correspondent à 24. Le participant qui a choisi le chiffre 26 aurait gagné.

Abordons ce jeu de manière logique par degré de réflexion.

Degré zéro correspond au raisonnement simple selon lequel la moyenne de cent chiffres choisis au hasard entre 0 et 100, est 50 et que deux tiers de 50, c'est 33.

Au niveau du degré 1 de réflexion, le participant part du principe que les autres participants auront fait le même calcul et adopteront certainement le même chiffre 33. Le choix gagnant correspond donc à 22.

Pour le second degré de réflexion le participant, convaincu que les autres feront le même raisonnement et la même déduction, choisira la valeur 15.

A ce stade du raisonnement, il est clair que cette analyse pourrait très bien être sans fin. On peut raisonnablement croire que dans ce jeu le seul chiffre d'équilibre serait soit 0\* soit 1, du moins dans l'hypothèse où tout le monde raisonne de la même manière. Ce qui ne semble pas être le cas dans un groupe moyen (même s'il s'agit de lecteurs du Financial Times) : le chiffre gagnant s'avéra en effet être le 13!

Dans les mois suivants, on observe un discount c'est-à-dire une diminution de la prime qui disparaîtra lorsque le fonds fermé cessera d'exister ou se transformera en fonds ouvert. Néanmoins, cette explication avancée par Dimson et Minio- Kozerle (1999) n'est pas toujours valable. En effet, il peut arriver que le fonds s'échange avec une prime importante à certaines périodes, ce qui met en évidence la théorie comportementale pour expliquer la réalité des marchés.

Pour légitimer leur travail, ces deux auteurs ont pris l'exemple de deux fonds fermés ; le premier est le « First Israël » qui s'échangeait avec un discount important entre avril et août 1993, a vu sa valeur augmenter entre janvier et novembre 1994 pour atteindre une prime de 25%. Le second exemple est celui du fonds « Germany fund » qui est passé d'un discount de 10% à une prime de 100% pendant les mois qui ont suivi la chute du mur de Berlin.

Pour expliquer le phénomène des fonds fermés, les auteurs ont essayé d'évoquer différentes considérations qui sont loin de faire l'unanimité.

Assurément, la première considération est relative aux coûts d'agence. La deuxième explication tient de l'éventuelle difficulté à exploiter l'arbitrage si le fonds détient des actifs peu liquides. Enfin, la dernière explication est d'ordre fiscal et met en évidence le timing dans la réalisation des gains et des pertes à des fins fiscales. Malgré ces explications, l'argument comportemental semble être le plus adéquat pour expliquer ces dysfonctionnements du marché<sup>65</sup>. Selon Shleifer (2000) « *the key forces by which markets are supposed to attain efficiency, such as arbitrage, are likely to be much weaker and more limited than the efficient market theorists have supposed* »<sup>66</sup>.

Comme tous les investisseurs n'ont pas la même logique, les cours de bourse sont, en pratique, différents de ceux que produirait, en théorie, un processus décisionnel « exact ».

Un spéculateur achètera s'il anticipe une opinion haussière (bull market) et vendra s'il estime que l'opinion devient baissière (bear market). C'est ainsi que s'amorcent des mouvements qui n'ont rien à voir avec les données fondamentales de l'entreprise.

D'autres faits significatifs remettent en cause la capacité de l'arbitrage à éponger des mouvements systématiques et persistants des cours des titres, indépendamment des

---

<sup>65</sup> On traitera cet aspect dans la suite du travail.

<sup>66</sup> « Les forces principales par lesquelles les marchés sont censés atteindre l'efficacité, tels que l'arbitrage, sont susceptibles d'être beaucoup plus faibles et plus limités que les théoriciens des marchés efficients ont supposé ».

fondamentaux du marché. Il est indubitable que la récurrence des bulles spéculatives et des krachs boursiers<sup>67</sup> semble remettre en cause la notion des marchés efficients ainsi que l'effet positif de l'arbitrage. Des exemples très significatifs illustrent cette idée. L'indice du NASDAQ a évolué de 1000 en 1997 à plus de 4500 en mars 2000 avant de décliner à 1000 en mars 2003. En Allemagne, le nouvel indice de marché (Nemax 50) passe de plus de 9000 en mars 2000 à seulement 3100 à la fin du mois de mars 2003. Enfin en France, l'indice CAC40 a perdu 42% en 2008 suite à la crise des subprimes. Ces immenses variations des indices de marché sont difficiles à expliquer en utilisant la théorie de la finance standard. En plus, ces réalités soulèvent le problème de l'incapacité de l'arbitrage à absorber ou même à amortir des variations brutales qui, certainement, ne sont pas liées à la divulgation de nouvelles informations.

Un autre exemple illustrant la persistance de l'inefficience d'évaluation est celui lié à l'introduction d'un titre à l'indice. L'introduction d'un titre dans un indice tel que le S&P 500 est généralement suivie d'une hausse persistante du prix de 3,5% en moyenne bien que sa valeur fondamentale n'ait pas changé. En effet, l'inclusion dans un indice peut être interprétée comme le signal de cash-flows futurs plus élevés, ce qui implique une hausse des prix de l'action en question.

Fondamentalement, il convient de préciser que la littérature recense plusieurs mesures qui servent de base pour cerner l'ampleur des limites à l'arbitrage. Nous citons à titre d'exemple le degré de substituabilité du portefeuille objet d'arbitrage. Plusieurs auteurs suggèrent qu'il est possible également d'utiliser la mesure du risque idiosyncratique comme proxy des entraves à l'arbitrage : c'est la volatilité résiduelle qui n'a pas pu être éliminée par la diversification des arbitragistes (Wurgler et Zhuravskaya (2002), Ali, Hwang, et Trombley (2003), Mendenhall (2004), Pontiff (2005), Mushruwala, Rajgopal et Shevlin (2006), et Brav et Heaton (2006)). Elle augmente, chez l'arbitragiste, la probabilité de réaliser une performance médiocre et limite la possibilité de s'endetter pour élargir sa position contre les poches d'inefficience (Mordecai (2004)).

---

<sup>67</sup> Tvede (1999, p.264) présente une liste historique des principales crises financières pour la période 1557 – 1999.

## **2. La psychologie des acteurs du marché**

### **2.1. Mise en évidence**

*Le comportement d'un individu parfaitement rationnel suppose qu'il réalise en toutes circonstances des anticipations pertinentes sur la base de l'ensemble d'information disponible. Autrement dit, cet individu maîtrise parfaitement les lois de probabilité. La question qui se pose est la suivante : les individus sont-ils dotés de telles capacités ?*

La finance est caractérisée par une abstraction poussée à son paroxysme et une négligence totale de la psychologie des acteurs sur le marché. En effet, la théorie standard appuie ses prédictions sur la rationalité substantive des investisseurs qui sont censés disposer de toutes les informations disponibles. L'investisseur évalue alors objectivement tous les scénarios possibles et leur attribue des probabilités qui varient en fonction des informations nouvelles sur le marché, selon la règle des probabilités conditionnelles de Bayes. Il peut alors opter pour la meilleure allocation d'actifs après avoir étudié toutes les alternatives. La théorie standard exclut alors les émotions des investisseurs qui se résument à l'unique coefficient d'aversion au risque. En acceptant que les comportements des opérateurs soient pris en compte, la finance comportementale permet une meilleure explication des décisions financières individuelles et de leurs conséquences pour les équilibres de marché.

L'histoire de la finance comportementale débute à la fin des années 1960, lorsque Daniel Kahneman et Amos Tversky, psychologues à l'université hébraïque de Jérusalem, réfléchissent sur la meilleure façon de motiver les jeunes pilotes de l'armée israélienne à l'entraînement. La conclusion des instructeurs qui refusaient l'idée selon laquelle l'encouragement donnait des meilleurs résultats que la punition, a incité les chercheurs à s'intéresser aux « heuristiques de jugement » c'est-à-dire aux règles non écrites qui permettent aux individus de se faire un avis rapidement et de prendre une décision.

La finance comportementale permet d'éclairer ce qui motive les décisions des investisseurs ; elle explique comment les émotions influencent les opérateurs dans la prise des décisions. Aussi elle n'impose aucune condition sur les individus. Ils sont « normaux » (Statman, 2004). Autour de cet axe, plusieurs études se sont articulées et ont montré que les axiomes de la rationalité sont violés dans plusieurs cas (Miljkovic, 2005) et que de remarquables déviations par rapport à la représentation standard de l'*homo economicus* sont observées. A titre d'exemple, Henrich et al. (2001) ont constaté que les individus ne sont pas

obnubilés par la seule idée d'optimisation de leurs propres intérêts : ils sont altruistes (Rabin, 2002) et cherchent à instaurer certains préceptes tels que l'équité et la justice.

Dans la même logique, Mullainathan et Thaler (2000) ont, en se référant à la critique adressée par Herbert Simon (1955) au comportement standard des agents économiques, révisé les traits caractéristiques du comportement humain et ont ajouté à la rationalité limitée mise en valeur par Simon (1955), une volonté et un égoïsme limités (« *unbounded rationality, unbounded willpower and unbounded selfishness* »). Ainsi sont apparus les investisseurs irrationnels qui exhibent un comportement non standard et qui sont appelés « *noise traders* », « *quasi's* » (Thaler, 1999), bruiteurs ou encore parasites (Aktas, 2004).

Nous essaierons dans les paragraphes suivants d'exposer les principaux biais psychologiques responsables de la déviation du comportement de l'individu par rapport à celui de l'homo economicus. En effet, un ensemble de travaux regroupés dans l'ouvrage de Campbell, Lo et MacKinlay (1996), a constitué les fondations de cette révolution sur la finance standard.

Campbell (2000) explique ce comportement non standard par les préférences des opérateurs et leurs anticipations irrationnelles. Barberis et Thaler (2003), quant à eux, ont classifié les biais selon qu'ils affectent les préférences ou les anticipations.

## **2.2. Les biais de prévision**

### **2.2.1. L'excès de confiance (« overconfidence »)**

Ce biais comportemental est sans doute celui qui a été le plus validé par les études empiriques ; il conduit à surévaluer les capacités propres de l'individu et fait naître une illusion de contrôle des événements. Le cas d'école est la perception qu'ont les conducteurs de leurs facultés. En effet, si on pose la question : « êtes-vous meilleur ou moins bon conducteur que la moyenne ? », il n'est pas rare que la quasi totalité des sondés s'estiment au dessus de la moyenne, ce qui est en contradiction totale avec la notion même de la moyenne. A titre d'exemple, 90% des suédois ont répondu dans ce sens en 1981, 95% des britanniques en 1992, etc... Pour De Bondt et Thaler (1995), c'est l'élément le plus robuste de la psychologie des jugements.

Une procédure générique<sup>68</sup> pour déceler l'excès de confiance est de demander aux sondés de répondre à des questions et de donner simultanément un taux de confiance dans la réponse fournie. Cette méthode montre que systématiquement le pourcentage de certitude moyen excède le pourcentage de bonnes réponses, même quand les individus sont sûrs à 100% de leurs réponses. Il est à noter que ce biais est d'autant plus prononcé que les prévisions faites auparavant ont été justes (Gervais et Odean, 2001), et est la résultante de l'attribution personnelle ("self-attribution bias") décrivant les individus comme tendant à attribuer les succès à leurs propres talents et jugements alors que les échecs sont dus à la chance ou à des facteurs externes : « nature is against me », (Stracca, 2004 et Bénabou et Tirole, 2004) conformément aux citations de Langer (1975) : « heads I win, tails it's chance » et de Polifka (1970): « we are prone to attribute success to our own dispositions and failure to external forces » reprises respectivement par De Long et al. (1990) et Gervais et Odean (2001).

Les chercheurs se sont intéressés à dresser le profil de l'individu à confiance excessive ; à cet égard, Barber et Odean (2001) ont montré que les hommes célibataires manifestent la confiance la plus excessive. *L'excès de confiance fait que les investisseurs croient « comprendre » le marché et être capables d'anticiper ses fluctuations de court terme, y compris dans des circonstances extrêmes.*

Les éléments de réponse à cette affirmation ont été soulevés dans le questionnaire envoyé par Shiller à plusieurs centaines d'investisseurs individuels et institutionnels la semaine qui a suivi le krach du 19 octobre 1987. En effet, 29% des investisseurs ont répondu qu'ils pensaient, le jour du krach, savoir à quel niveau le marché rebondirait (et même 48% de ceux qui ont acheté ce jour de 19 octobre). Cette assurance n'était pas basée sur des éléments objectifs, mais plutôt sur l'intuition des opérateurs qui se basent sur quelques signaux personnels et non sur l'ensemble de l'information disponible sur le marché.

Le biais a aidé les chercheurs à expliquer maintes anomalies telles que la sur-réaction des cours boursiers aux nouvelles (Daniel et al., 2001) et les énormes volumes échangés (Odean, 1999, Barber et Odean (2001)). Le biais d'excès de confiance offre, également, des éléments d'explication de l'écart des prix à leur valeur fondamentale. Les recherches montrent clairement que la présence d'investisseurs sur-confiants s'accompagne souvent d'une

---

<sup>68</sup> Cette méthode est due à une expérience menée par Lichtenstein, Fischhoff et Philips (1977).

volatilité excessive des cours, sous forme de volume de transaction élevé et de phénomène de sur- et sous-réaction aux informations nouvelles (Ko et Huang, 2007).

### **2.2.2. L'optimisme**

Les psychologues indiquent que les individus ont généralement une prédisposition à afficher un optimisme exagéré pour ce qui concerne leur sort. Par exemple, ils pensent avoir moins de chance que leurs voisins d'être cambriolés ou renversés par une voiture. Faire preuve d'optimisme revient en fait à refuser de croire que la théorie des probabilités s'applique à son cas personnel.

L'optimisme aide par exemple à faire face avec un grand détachement à l'incertitude de la vie ; néanmoins, il peut avoir un effet néfaste sur les décisions d'investissement s'il alimente des anticipations irréalistes ou s'il fait ignorer les risques de perte. Germain et al. (2005) ont qualifié d'optimiste tout individu surestimant la valeur d'un actif et sous-estimant sa volatilité tout en ayant présent dans l'esprit que ses informations seront les plus précises. Cet optimisme se manifeste clairement au niveau des investisseurs croyant qu'ils sont tous au-dessus de la moyenne alors que 50% d'eux doivent être au dessous de la moyenne. Ainsi, les investisseurs optimistes amplifient perpétuellement leurs aptitudes à effectuer certaines tâches. En outre, ce biais affecte non seulement les investisseurs inexpérimentés mais également les analystes financiers (Abarbanell et Bernard, 1992).

### **2.2.3. L'heuristique de représentativité**

*Les différents biais de représentativité font référence à la tendance, lorsqu'il s'agit d'émettre un jugement, à généraliser ce qui est au départ n'est que particulier<sup>69</sup>. L'idée est que l'individu se sert d'exemple pour établir des lois générales. Par exemple, et sous réserve que les performances soient indépendantes d'une année à une autre et stationnaire sur une longue période, il n'y a pas de meilleure approximation de la performance future d'un marché que sa moyenne historique. Pour déterminer la probabilité d'occurrence d'un événement incertain, les investisseurs se basent sur sa similarité avec un autre événement (Fuller, 1998) et (Hirshleifer, 2001). De même, Barberis et Thaler (2003), se sont basés sur l'exemple fourni par Tversky, Slovic et Kahneman (1982) dans lequel la description suivante est proposée :*

*Linda est âgée de 31 ans, célibataire, franche et très brillante. Elle est diplômée en philosophie. En tant qu'étudiante, elle était très sensible aux questions de discrimination et de*

---

<sup>69</sup> Mangot M. (2005), « Psychologie de l'investisseur et des marchés financiers », Dunod, page 7.

*justice sociale et a également participé à des manifestations antinucléaires. Quelle est pour vous l'affirmation la plus probable ?*

1. *Linda est employée de banque*
2. *Linda est employée de banque et féministe*

90% des participants à cette expérience choisissent la réponse 2. Cette réponse montre un mode de raisonnement nommé erreur de conjonction expliqué par le fait que la probabilité d'un double événement (employée de banque et féministe) est plus faible que celle associée à l'événement simple (employée de banque). Au terme de cette étude, une violation de la loi de Bayes et une confirmation de la représentativité heuristique ont été détectées.

Ritter Jay R. (2003) a constaté que les agents tendent à s'écarter de la loi de Bayes (« Bayes' law ») et à se conformer à « la loi des petits nombres » (« Law of Small Numbers ») en surpondérant les observations récentes, les archétypes, les événements mémorables et sous-pondérant les informations considérés, à leurs yeux, archaïques.

#### **2.2.4. Les biais de conservatisme et de confirmation**

Le biais de conservatisme implique que face à de nouvelles informations, les opérateurs sur le marché semblent être réticents à changer leurs opinions. Néanmoins, ils acceptent d'ajuster leurs opinions timidement pour ne pas rester indifférents face à un tel flux d'informations. Ce biais a été introduit pour la première fois par Edwards (1968). En effet, le conservatisme *rend compte de la tendance à surévaluer les informations qui confirment son opinion et à minimiser les informations discordantes.*

Barberis et al. (1998) se sont efforcés de montrer que le conservatisme est à l'origine de la sous-réaction des cours boursiers aux nouvelles émises sur les marchés. Ils ont aussi passé en revue les déterminants de la représentativité heuristique et du conservatisme définis par Griffin et Tversky (1992) : il s'agit des deux caractéristiques de l'information à savoir sa force (« strength ») déterminée par son éminence et sa pertinence et son poids statistique (« weight ») liés à son aptitude à représenter la population mère. Ainsi, le conservatisme (la représentativité) est caractérisé(e) par un poids élevé (faible) et une faible (élevée) force.

Il est à remarquer que la persévérance (« Perseverance belief ») avancée par Barberis et Thaler (2003) est définie par le fait qu'une fois que les individus se sont ingéniés à former une opinion, ils s'attachent à cette première idée et la défendent avec acharnement. A ce

stade, il convient de signaler que le comportement des individus est affecté par le biais de confirmation qui se manifeste à travers l'aversion exacerbée qu'exhibe tout agent pour toute information venant s'opposer à leur opinion initiale : il s'agit de la dissonance cognitive (Bertrand et Mullainathan, 2001).

*Le biais de confirmation va plus loin en posant que les individus recherchent expressément des informations qui appuient leurs opinions et leurs actions et évitent scrupuleusement d'être confrontés à des informations contraires.* Par exemple, après avoir acheté une voiture, on ne prête pas attention aux publicités concernant les modèles concurrents pour ne pas remettre en cause notre choix.

Pour un individu, lorsqu'une information lui parvient et qu'elle est en dissonance avec une opinion (une croyance, un comportement, etc...), cela implique qu'il doit revoir son opinion. Afin de réduire la dissonance, il lui faut modifier une des deux positions contradictoires, ou les deux. L'individu est alors dans l'obligation de recherche délibérée d'informations qui confirment son opinion ou d'évitement des informations discordantes.

Goetzmann et Peles (1997) expliquent que l'argent rentre plus vite dans les caisses des fonds qui performant très bien qu'il ne sort des fonds qui performant très mal en utilisant la théorie de la dissonance cognitive. De même, ces deux auteurs ont trouvé une seconde illustration du biais de confirmation en demandant à deux groupes d'investisseurs de fonds ; des architectes et des membres de l'AII (l'association américaine des investisseurs indépendants), de donner d'une part la performance du fonds dans lequel ils ont investi, et d'autre part sa performance relativement à celle du marché. Au final, les deux groupes ont tous les deux surestimé leurs performances.

Le biais de confirmation peut être une explication possible pour des comportements tels que la moyenne à la baisse (racheter un titre qui a baissé pour diminuer son prix de revient moyen) ou le trading affectif (avoir confiance et s'aligner sur des titres performants par le passé et éviter ceux qui ont causé des pertes). Néanmoins, il faut noter que des travaux à partir de marchés expérimentaux<sup>70</sup> laissent supposer que les agents les plus capables de résister au biais de confirmation sont aussi les plus enclins à réaliser des profits : ce qui appuie la proposition du financier George Soros pour qui, un biais d'information est à la fois rationnel, rare et surtout profitable.

---

<sup>70</sup> Voir Forsythe, Nelson Neumann et Wright (1992).

## **2.2.5. Les biais de disponibilité (« Availability ou Accessibility biases »)**

L'heuristique de disponibilité, introduit par Tversky et Kahneman, reprend le principe par lequel les individus évaluent la probabilité associée à un événement en fonction de la facilité avec laquelle des exemples d'un tel événement leur viennent à l'esprit. Des exemples de ce biais peuvent être tirés de la vie courante ; en effet, un conducteur qui vient d'être témoin d'un accident de la route va, provisoirement, conduire plus prudemment bien qu'il sache que la probabilité réelle qu'il ait lui-même un accident de voiture n'a pas augmenté. Seule la probabilité subjective qu'il associe au risque d'accident a augmenté.

Sur les marchés financiers, l'heuristique de disponibilité peut intervenir lorsque, faute d'informations suffisantes, l'investisseur utilise un raisonnement plus analogique que logique pour émettre un jugement et prendre une décision. Selon Shiller, le biais de disponibilité tient une place importante dans l'explication de la formation des modes et des bulles spéculatives sur les marchés financiers.

Le biais de familiarité ou "familiarity bias" (Massa et Simonov, 2002) fait partie de cette catégorie qui incite les investisseurs à favoriser l'investissement de leurs fonds dans les actions des sociétés "close by" c'est-à-dire dans des sociétés placées à leur proximité (nationales ou locales). Hirshleifer (2001) explique le biais de familiarité en déclarant que « tout ce qui est familier, est mieux compris et est souvent moins risqué ».

Il est à noter que tous les biais de prévision, à l'exception de l'optimisme et de l'excès de confiance, sont des heuristiques de jugement (« rules of thumb »)<sup>71</sup> définies comme étant des idées préconçues servant à faciliter et à accélérer la prise de décisions.

## **2.3. Les préférences non standards**

### **2.3.1. L'aversion aux pertes**

Dans un article paru en 1979 dans *Econometrica*, Kahneman et Tversky ont découvert que la tendance à se comporter différemment lorsque l'on est en perte ou en gain est d'autant plus forte qu'il ressort des observations une aversion aux pertes qui fait considérer celles-ci comme deux fois plus fâcheuses que les gains ne sont pas agréables (pour un même montant). L'«aversion aux pertes» signifie alors que le décideur est plus sensible à un changement

---

<sup>71</sup> Lettau et Uhlig citent, à la page 159, un exemple de "rules of thumb": « si l'état de l'économie est  $S_1$ , l'action  $a_1$  est à choisir, si l'état de l'économie est  $S_2$ ,  $a_3$  est l'action à choisir ».

négatif par rapport à un état de référence qu'à un changement positif de la même ampleur. Autrement dit, le décideur est plus sensible à une perte qu'à un gain équivalent. Cette découverte est la base de la théorie des perspectives qui explique les règles de décisions en univers risqué.

L'aversion aux pertes incite les individus à conserver les titres perdants (losers)<sup>72</sup> dans la mesure où, si on décide de vendre un titre en perte pour en acheter un autre et que l'on rattrape la moins-value, on ne ressent que la moitié de la déception causée par la perte sur le premier titre. En termes de satisfaction, une moins value de 10 euros suivie d'une plus-value de 10 euros n'équivaut pas à une performance nulle mais à une perte de 5 euros. Cette forte sensibilité des individus aux pertes peut être illustrée par la fonction suivante :

$$\omega(X) = \begin{cases} X & \text{si } X \geq 0 \\ 2X & \text{si } X < 0 \end{cases} \quad (3.1)$$

Barberis et Huang (2001) se sont référés au papier de recherche « Gambling With The House Money and Trying to Break Even: The Effects of Prior Outcomes on Risky Choices » de Thaler et Johnson (1990) pour indiquer que le degré d'aversion aux pertes dépend des résultats antérieurs : suite à la réalisation d'un gain, les individus atténuent leur aversion au risque alors qu'ils l'accroissent suite à une perte : il s'agit là du « house money effect »<sup>73</sup>.

Un investisseur possédant des titres perdants fait le choix de les conserver dans la mesure où les pertes « en papier » sont plus acceptables. Néanmoins, cette stratégie est par nature plus risquée que la stratégie consistant à vendre les titres pour stabiliser les pertes. A l'inverse, les investisseurs vendent rapidement les titres gagnants pour sécuriser leurs gains. Cette dualité de comportement consistant à vendre les titres gagnants et à maintenir les perdants est appelée l'effet de disposition (disposition effect) découvert par Shefrin et Statman (1985). Cette règle a violé la première règle de « coupez vos pertes, montez vos gains » (Cut your losses, ride your gains). La seconde étant « acheter bas, vendre haut » (Buy low, sell high) (Locke et Mann, 2000).

L'effet de disposition a été validé par Odean (1998a) dans une étude de 6380 comptes titres de particulier sur la période 1987-1993, et cette étude a montré que les investisseurs vendent en moyenne une demi-fois plus facilement les titres gagnants que les titres perdants

<sup>72</sup> Il s'agit du « disposition effect » découvert par Shefrin et Statman (1985).

<sup>73</sup> On peut également se référer au papier de recherche « Prospect Theory and Asset Prices » rédigé par Barberis, Huang et Santos (2001).

(excepté en décembre, pour des raisons fiscales). L'auteur attribue une telle attitude au regret des investisseurs défini par Shiller (1997) comme étant le sentiment de manque ressenti par l'individu qui commet une erreur et subit une perte conséquente. L'effet de disposition est encore plus important pour d'autres pays et d'autres cultures, comme par exemple la multiplication de la propension à vendre des titres gagnants par rapport à la propension de vendre des titres perdants qui est de 1.5 pour les particuliers américains et qui atteint 2.5 pour les investisseurs individuels taiwanais (Shu, Yeh, Chiu et Chen (2004)).

L'existence de l'effet de disposition a été confirmée par les études de Weber et Camerer (2000), Shapira et Venezia (2001), Jordan et Diltz (2004) et Frazzini (2004) qui ont montré que l'effet de disposition entraîne la sous réaction des cours des actions aux mauvaises (bonnes) nouvelles si la majorité des investisseurs fait face à des pertes (des gains).

### **2.3.2. La comptabilité mentale (« Mental accounting ou Framing »)**

Au même titre que les entreprises tiennent une comptabilité de leurs transactions, les individus gérant un budget réparti en différents postes divisent le temps en exercices d'activité et réalisent un suivi individualisé de leurs opérations. Faute d'être capables de toujours prendre les meilleures décisions pour leur bien-être général, ils resserrent le cadre de leurs décisions avec l'ambition de tirer le meilleur d'eux-mêmes dans un environnement redimensionné à leur échelle.

L'un des axiomes fondamentaux de la rationalité est l'axiome d'invariance ; il est « malheureusement »<sup>74</sup> enfreint par le « framing » où le choix dépend largement de la description du problème (Kahneman, 2003)<sup>75</sup>. La manière dont l'investisseur évalue ses loteries ou transactions financières est appelée par Thaler (1980) « mental accounting » et par Barberis et Huang (2001, 2004) « framing ». Intéressés par cette notion, Barberis et Huang (2001) ont distingué entre le « narrow framing » et le « broad framing » : si l'individu procède à l'évaluation des pertes et gains éventuels d'un investissement ou d'une loterie tout en tenant compte de sa richesse totale, on dit alors que les résultats sont largement définis (« broad framing »). Inversement, si les résultats potentiels de la décision à prendre (investir ou non) sont évalués isolément, on dit alors qu'ils sont étroitement définis (« narrow framing »).

---

<sup>74</sup> La mention de l'adverbe « malheureusement » sert à mettre en évidence la déception que sentent les inconditionnels de la rationalité des individus.

<sup>75</sup> « ...*extensionally equivalent descriptions lead to different choices by altering the relative salience of different aspects of the problem.* ».

Barberis et Huang (2001) ont continué à approfondir la notion « mental accounting » pour extraire deux types du « narrow framing » à savoir : l' « individual stock accounting » et le « portfolio accounting ». La première notion prévaut lorsque l'utilité de l'investisseur provient non seulement de la consommation mais également des gains et des pertes que connaît la valeur de toute action. Le « portfolio accounting » est défini d'une manière identique à une seule différence quant à la valeur des gains et des pertes qui est mesurée cette fois-ci au niveau du portefeuille des actions tout entier. Associée à l'aversion aux pertes, la comptabilité mentale a permis d'expliquer le problème de la prime de risque (Barberis et Huang, 2004) qui a hanté certains chercheurs dont Mehra et Prescott (1985).

### **2.3.3. L'aversion à l'ambiguïté : « Ambiguity aversion »**

Savage (1964) a proposé une transformation non linéaire des probabilités objectives aboutissant à des probabilités subjectives dans la mesure où les probabilités objectives ne sont pas connues par les opérateurs du marché.

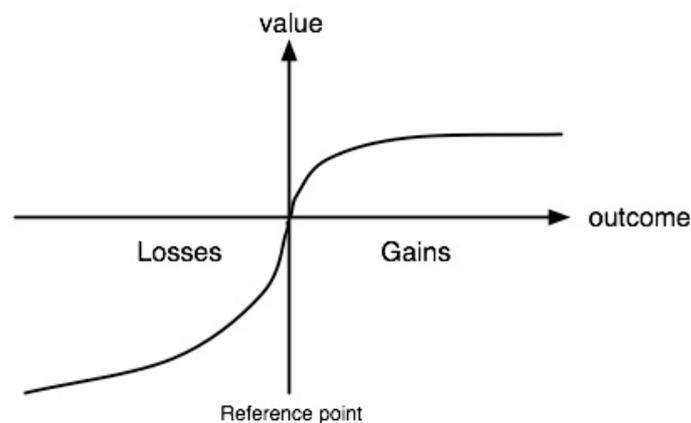
La théorie des perspectives est une alternative à la théorie de maximisation de l'utilité espérée. Celle-ci représente le comportement rationnel dans un environnement certain. A cet égard les investisseurs ont une aversion au risque dont la fonction d'utilité est concave et l'utilité marginale est décroissante, chaque unité de richesse supplémentaire doit procurer une utilité inférieure à celle qui la précède. Cette théorie présente des limites qui se résument dans l'imprévisibilité du comportement des investisseurs. Dès lors, Kahman et Tversky (1979) proposent une théorie des perspectives qui illustre la manière avec laquelle les investisseurs violent la théorie de l'utilité espérée.

Kahman et Tversky (1979) proposent le choix, entre une loterie offrant 25% de chance de gagner la somme de 3000 unités monétaires et une autre qui dégage 20% de chance de gagner 4000 à 65%. Les interrogés choisissent souvent le binôme (20%, 4000). Au contraire, lorsqu'ils proposent le choix entre la chance à 100% de gagner 3000 unités monétaires et de gagner 4000 à 80% de chance, les investisseurs choisissent (100%, 3000). La théorie de l'utilité espérée prévoit que ces deux choix sont indifférents, alors que la théorie des perspectives prouve que les individus préfèrent la première loterie puisqu'elle présente « l'effet certain ». Les individus croient que les événements aléatoires sont impossibles à réaliser alors que ceux probables sont certains.

Parmi les fondements de la théorie des perspectives on cite la fonction de valeur. Cette dernière diffère de la fonction d'utilité dans la mesure où le point de référence est déterminé à partir de l'appréciation subjective des individus. En se basant sur la théorie de l'utilité espérée, la courbe d'utilité est concave quelque soit le niveau de richesse. Au contraire, en se référant à la fonction de valeur, la fonction d'utilité croît avec la richesse au-dessous du point de référence et elle commence à décroître tout après. Le point de référence est déterminé, à partir de chaque individu, et est considéré comme point de comparaison.

Les investisseurs ont une aversion au risque lorsque le niveau de richesse est au-dessous du point de référence, ce point est déterminé afin que l'investisseur commence à parier et à connaître sa position. De même, pour un niveau de richesse au-dessus du point de référence la fonction de valeur est en déclin, et les investisseurs sont averses au risque. Kahneman et Tversky (1979) montrent que les individus aiment prendre le risque pour les pertes :

**Figure 3 : The Value Function**



Source: Kahneman et Tversky (1979) p 279.

On remarque que le point de référence de la fonction de valeur se déplace avec le niveau de richesse. Les investisseurs sont toujours averses au risque lorsqu'ils utilisent une faible proportion de leur revenu. Par conséquent les investisseurs préfèrent prendre le risque à partir du moment où ils confrontent une perte.

## **2.4. Explication de la volatilité des marchés financiers par la finance comportementale**

L'objet de cette partie est de cerner l'apport de la finance comportementale à l'explication de la volatilité excessive des cours boursiers. En effet, nous essayons d'identifier si la volatilité excessive des titres observée sur le marché boursier français résulte de l'excès d'échange des investisseurs sur-confiants.

### **2.4.1. Biais cognitifs et volatilité excessive**

La volatilité mesure la dispersion d'une variable aléatoire autour de sa moyenne, elle représente un indicateur adéquat pour apprécier le risque et l'instabilité d'une variable, un secteur ou un marché. Sur les marchés financiers, un faible niveau de volatilité indique des écarts de cours réduits, inversement, une volatilité forte ou « excessive » est synonyme d'écarts durables et importants.

Shiller (1981) a formulé la première constatation relative à l'excessive volatilité observée sur les marchés financiers. En effet, l'auteur effectue une comparaison entre l'historique du cours de l'indice Standard & Poors composite (S&P500) et celui de la valeur actualisée des dividendes attendus au taux d'intérêt constants pour une période comprise entre 1871-1979. Les résultats obtenus soulignent un excès de volatilité des cours par rapport à leur vraie valeur.

En finance comportementale, les biais cognitifs des investisseurs peuvent être une explication possible à la volatilité excessive des cours. Il est évident que les investisseurs peuvent croire que le taux de croissance moyen des dividendes a augmenté et qu'il est plus variable qu'il ne l'est réellement suite à une hausse des dividendes sur un marché. Leur exubérance tire les prix vers le haut vis-à-vis des dividendes, ce qui accentue la volatilité des cours.

L'heuristique de représentativité est ainsi mise en évidence à travers la loi des petits nombres où les opérateurs du marché surestiment la capacité des petits échantillons à refléter les propriétés de la population mère (Barberis et Thaler (2003)).

Les « mésalignements » observés entre les prix et leur valeur fondamentale sont aussi expliqués par le biais d'excès de confiance dans la mesure où la volatilité excessive des cours se manifeste sous forme de volume de transactions élevé et de phénomène de sur- et sous-réaction aux informations nouvelles (Ko et Huang (2007)).

Un agent qui est sur-confiant croit dans la précision de ses évaluations et néglige celles des autres opérateurs. De plus, le processus de recherche et d'acquisition des informations conduit les investisseurs en excès de confiance à sous-estimer les risques inhérents aux titres négociés les amenant à détenir des actifs risqués et des portefeuilles sous-diversifiés (Skata, 2008)<sup>76</sup>. Barber et Odean (2000) suggèrent que la volatilité des portefeuilles gérés par des investisseurs sur-confiants est une fonction croissante de leur niveau de confiance.

De même, Odean (1998), Benos (1998), Daniel, Hirshleifer et Subrahmanyam (2001), Hirshleifer et Luo (2001) et Odean et Gervais (2001) montrent que l'excès de confiance est un biais cognitif systématique dont la plupart des investisseurs souffrent, et dont les effets peuvent affecter sensiblement les mouvements des prix des titres et ainsi expliquer en partie la volatilité excessive observée. Wang (2001) arrive aux mêmes conclusions en montrant que la sur-confiance amène les agents à détenir des actifs risqués. Caballé et Sakovics (2003) tiennent le même raisonnement et considèrent que les agents en excès de confiance augmentent la volatilité et détiennent des portefeuilles sous-diversifiés et inutilement plus risqués que les opérateurs rationnels de même degré d'aversion au risque. Dans un marché où la volatilité est excessivement élevée, la présence d'investisseurs sur-confiants est parfois bénéfique pour les investisseurs rationnels (Dumas, Kurshev et Uppal, (2007)).

L'idée que la volatilité excessive est une conséquence directe du volume de transactions a été démontrée par de nombreux travaux<sup>77</sup>. Des auteurs comme Gervais et Odean (2001) et Aker et Duck (2008) montrent que les marchés où exercent des investisseurs sur-confiants exhibent souvent un niveau élevé de volume de transactions et une volatilité excessive des cours.

Benos (1998) propose un modèle dans lequel le comportement agressif des traders sur-confiants dans l'exploitation de leur information profitable en plus des stratégies d'échanges conservatrices des traders rationnels augmente les déviations des cours de manière excessive. L'auteur précise que c'est l'interaction entre les traders rationnels, les traders sur-confiants, les traders à besoin de liquidité et les teneurs de marché « market makers » qui justifie le niveau de transaction du marché.

---

<sup>76</sup> Kyle et Wang (1997), Benos (1998), Wang (1998), Hirshleifer et Luo (2001), Gervais et Odean (2001), Chuang et Lee (2006) montrent que la sur-confiance amènent les investisseurs à sous-diversifier leurs portefeuilles.

<sup>77</sup> Karpoff (1987), Lamoreux et Lastrapes (1990), Gallant, Rossi et Tauchen (1992), Jones, Kaul et Lipson (1994), Hiemsta et Jones (1994).

## 2.4.2. L'excès de confiance

### 2.4.2.1. Excès de confiance et volatilité non conditionnelle des rendements du marché

L'objectif de cette partie est de vérifier, moyennant un travail empirique, si les investisseurs sur le marché boursier français exhibent un comportement de sur-confiance. L'idée de base est qu'une confiance excessive incite les opérateurs à adopter un comportement agressif quant à leurs activités d'échanges futures. Toute chose égale par ailleurs, ce processus est inversé lorsque les rendements du marché sont négatifs.

En littérature on distingue deux mesures agrégées de l'activité sur les marchés boursiers.

- **Le volume** : il s'agit du nombre de titres échangés pour chacune des valeurs cotées sur le marché. L'information sur l'activité étant habituellement exprimée en nombre de titres échangés. Le volume est généralement utilisé par les intervenants comme indicateur de liquidité. Lo et Wang (2000) suggèrent une mesure pondérée du volume de transactions. Autrement dit, chaque transaction en termes de nombre de titres échangés, devrait être implicitement pondérée par sa taille (en termes de valeur).
- **Le taux de rotation** : une augmentation du volume de transaction défini par le nombre de titres échangés peut ne pas refléter l'intensification de l'activité sur le marché dans la mesure où le nombre de titres mis en circulation varie d'une année à l'autre. Ainsi la mesure généralement utilisée de l'activité d'échange est une mesure relative et non absolue (Lo et Wang (2000) et Statman, Thorley et Vorkink (2006)), qui correspond au taux de rotation défini par :

Taux de rotation de l'action  $i$  au cours de la date  $t$  :

$$V_{it} = \frac{n_{it}}{N_{it}} \quad (3.2)$$

Avec  $n_{it}$  = Nombre de titres échangés de l'action  $i$  au cours de la période  $t$ .

$N_{it}$  = Nombre de titres en circulation de l'action  $i$  au cours de la période  $t$ .

Notre base de données comprend le rendement boursier et le taux de rotation jour par jour de l'indice du marché CAC40 pour la période allant du 01/01/2005 au 31/12/2011. Les rendements sont obtenus comme première différence de la série logarithmique de l'indice. Le

taux de rotation pondéré  $V_t$  utilisé est obtenu de la manière suivante<sup>78</sup> :  $V_t = \frac{\text{volume total d'échange à la date } t}{\text{capitalisation boursière du marché à la date } t}$  (3.3)

Aucune série ne fait l'objet d'une correction des variations saisonnières.

Chuang et Lee (2006) utilisent un test de causalité bi-variée au sens de Granger entre les rendements du marché et le volume de transaction (représenté par le taux de rotation du marché), réalisé sur le New York Stock Exchange et L'American Stock Exchange. En s'inspirant de la méthode utilisée par les deux auteurs, nous estimons les équations représentatives d'un test de causalité au sens de Granger qui se présentent formellement de la façon suivante :

$$V_t = \alpha_{11} + \sum_{j=1}^P \beta_{11j} V_{t-j} + \sum_{j=1}^P \beta_{12j} R_{m,t-j} + \varepsilon_{1t} \quad (3.4)$$

$$R_{m,t} = \alpha_{21} + \sum_{j=1}^P \beta_{21j} V_{t-j} + \sum_{j=1}^P \beta_{22j} R_{m,t-j} + \varepsilon_{2t} \quad (3.5)$$

Avec

$V_t$

= le volume de transaction du marché à l'instant t calculé sur la base de taux de rotation

$V_{t-j}$  = le volume de transactions du marché retardé

$R_{m,t}$  = le rendement du marché à l'instant t

$R_{m,t-j}$  = le rendement du marché retardé

P = le nombre de retard

Le rejet de l'hypothèse nulle du test de causalité de Granger ( $H_0: \beta_{12j} = 0 \forall j$ ) met en évidence une confiance excessive dans le comportement des opérateurs sur le marché boursier français et une inefficience de ce dernier.

### **Tableau 5 : Test de causalité bi-variée entre volume de transaction et rendement du marché**

<sup>78</sup> Cette formulation n'est pas utilisée pour calculer le taux de rotation d'une action individuelle.

| <b>Variabiles dépendantes</b>   | <b><math>V_t</math></b> |             | <b><math>R_{m,t}</math></b> |             |
|---------------------------------|-------------------------|-------------|-----------------------------|-------------|
| <b>Variabiles indépendantes</b> | $V_{t-j}$               | $R_{m,t-j}$ | $V_{t-j}$                   | $R_{m,t-j}$ |
| $\chi_1^2(\text{prob})$         | 2.744178                | 27.89180    | 2961.447                    | 114.2810    |
| <b>Probabilité</b>              | 0.7394                  | 0.0000      | 0.0000                      | 0.0000      |
| $\overline{R^2}$                | 0.663793                |             | 0.012534                    |             |

A l'instar de Chuang et Lee, (2006) la méthode de régression appliquée est la Seemingly Unrelated Regression (SUR). Le nombre de retards est  $P=5$ . Les statistiques  $\chi_1^2$  permettant de tester les hypothèses nulles sont obtenues par le test de Wald.

Source : estimations de l'auteur

Au regard du tableau précédent, on remarque que l'hypothèse nulle de non-causalité, entre les rendements passés et le volume de transactions, n'est pas rejetée. Ce résultat met en évidence une absence de causalité entre les rendements passés et le volume de transaction futur ce qui n'est pas compatible avec l'hypothèse d'excès de confiance. Cependant on remarque aussi une absence de causalité entre le rendement du marché à l'instant  $t$  et les rentabilités passées. Dans le but d'avoir une idée plus précise sur la présence du biais d'excès de confiance sur le marché boursier français, nous étudierons dans la suite du travail l'effet de ce biais sur la volatilité des rentabilités du marché.

L'hypothèse de sur-confiance prévoit que le volume de transactions et la volatilité augmentent avec la sur-confiance des investisseurs, en effet plusieurs travaux ont montré l'existence d'une relation de causalité entre le volume de transactions et la volatilité, nous étudierons alors l'existence d'une éventuelle relation entre ces deux variables. La présence d'une relation positive entre les volumes de transactions des titres et leurs rentabilités boursières retardées met en évidence la présence de biais de sur-confiance sur un marché boursier. Le volume de transactions issu de cette relation sera ainsi utilisé comme proxy pour la mesure de sur-confiance des investisseurs. Notre hypothèse est que le volume intensif de transactions des investisseurs sur-confiants fait augmenter la volatilité des titres sur les marchés financiers.

En se basant sur l'étude de Chuang et Lee (2006), le volume de transactions est décomposé en deux éléments. La première composante est la partie « excès de confiance », elle représente la partie du volume de transactions due à l'activité d'échange excessive des investisseurs sur-confiants. Cette relation est mise en évidence par l'effet de mémoire projeté des rendements passés vers le volume de transactions. La seconde résulte de l'effet d'autres facteurs. La décomposition proposée se traduit à travers le modèle suivant :

$$V_t = \alpha + \sum_{j=1}^P b_j R_{t-j} + \varepsilon_t \quad (3.6)$$

$$V_t = (\sum_{j=1}^P b_j R_{t-j}) + (\alpha + \varepsilon_t) \quad (3.7)$$

$$V_t = \text{Excès de confiance}_t + \text{Non excès de confiance}_t \quad (3.8)$$

Le nombre de retards (P) à inclure sera déterminé à l'aide des critères d'Akaike (AIC) et de Schwartz (SC). La procédure de sélection de l'ordre de représentation consiste à estimer tous les modèles pour un ordre allant de 0 à L. Le retard p qui minimise les critères AIC ou SC sera retenu<sup>79</sup>. Nous prenons également en compte l'évolution de la valeur de log-vraisemblance.

L'idée est que l'activité d'échange des opérateurs sur-confiants devient de plus en plus agressive lorsqu'ils réalisent des gains élevés sur le marché dans la mesure où ils ont confiance dans la précision de leurs informations privées<sup>80</sup>. Néanmoins, d'autres explications possibles à la relation positive entre la rentabilité et le volume de transaction existent. Bayouh et al (2008) évoquent trois alternatives possibles :

- ✓ *L'effet de disposition décrit le comportement d'investisseurs plus prompts à concrétiser leurs bénéfices, mais peu enclins à céder des titres en baisse en raison de leur aversion pour la perte. La présence de ce biais trouve sa plus célèbre illustration dans la tendance des investisseurs à maintenir leurs titres perdants pour longtemps et à vendre leurs titres gagnants le plutôt possible.*
- ✓ *Le modèle de l'arrivée séquentielle de l'information de Copeland (1976) et Jennings, Starks et Fellingham (1981) suggère une relation de feedback positive entre rentabilités des titres et volume de transactions. En effet, dû au flux séquentiel de l'information, le volume passé de transactions pourrait avoir un pouvoir prévisionnel pour les rentabilités courantes des titres et les rentabilités passées des titres pourraient également avoir un pouvoir explicatif du volume courant des transactions.*
- ✓ *De Long et al (1990b) développent un modèle d'échange en boucle de rétroaction impliquant une relation causale positive et bidirectionnelle entre le volume de transactions et les rentabilités des titres.*

<sup>79</sup> Dans la mesure où nous travaillons sur des données journalières, le nombre de retards maximum est de 5 (une semaine de cotations).

<sup>80</sup> Odean (1998a) et Gervais et Odean (2001)

Nous proposons de régresser les quatre modèles qui suivent pour vérifier si la partie du volume de transactions liée à l'excès de confiance des opérateurs du marché possède un pouvoir explicatif de la volatilité des rentabilités boursières.

$$|R_t| = \alpha + \beta \text{Excès de confiance}_t + \varepsilon_t \quad (3.9)$$

$$R_t^2 = \alpha + \gamma \text{Excès de confiance}_t + \varepsilon_t \quad (3.10)$$

$$|R_t| = \alpha + \beta |\text{Excès de confiance}_t| + \varepsilon_t \quad (3.11)$$

$$R_t^2 = \alpha + \gamma \text{Excès de confiance}_t^2 + \varepsilon_t \quad (3.12)$$

Avec

$|R_t|$  = valeur absolue de la rentabilité de marché à la période t

$R_t^2$  = le carré de l'excès de confiance à la période t

Excès de confiance<sub>t</sub>

= partie d'échange motivée par un sentiment de surconfiance à la période t

Excès de confiance<sub>t</sub><sup>2</sup> = le carré de Excès de confiance<sub>t</sub> à la période t

**Tableau 6 : Effet de l'excès de confiance sur la volatilité des taux des rentabilités du marché**

$$V_t = \alpha + \sum_{j=1}^P b_j R_{t-j} + \varepsilon_t$$

|          | Coefficients | Ecart-Type | T-Statistique | Probabilité |
|----------|--------------|------------|---------------|-------------|
| $\alpha$ | 0.139168     | 0.001437   | 96.84791      | 0.0000      |
| $b_1$    | -0.712577    | 0.092273   | -7.722474     | 0.0000      |
| $b_2$    | -0.747988    | 0.092246   | -8.108609     | 0.0000      |
| $b_3$    | -0.597309    | 0.092167   | -6.480752     | 0.0000      |
| $b_4$    | -0.739142    | 0.092246   | -8.012718     | 0.0000      |
| $b_5$    | -0.538524    | 0.092308   | -5.834003     | 0.0000      |

Source : estimations de l'auteur

Il apparaît que les décalages les plus pertinents sont de 5 séances boursières pour l'indice CAC 40 sur la période d'analyse. On constate aussi que tous les paramètres estimés sont significatifs, c'est-à-dire que les rentabilités passées ont une influence sur l'activité du marché. Néanmoins, toutes les variables sont de signe négatif, ce qui est en contradiction avec les suggestions des études relatives à l'excès de confiance, qui suggèrent une relation positive retardée entre rentabilités et volume de transactions.

Malgré ce résultat contradictoire avec la littérature, nous étudierons l'effet de la composante due à l'excès de confiance sur la volatilité des rentabilités boursières. Les résultats des estimations figurent dans les tableaux qui suivent :

**Tableau 7 : estimation du modèle (3.9)**

$$|R_t| = \alpha + \beta \text{Excès de confiance}_t + \varepsilon_t$$

|          | Coefficients | Ecart-Type | T-Statistique | Probabilité |
|----------|--------------|------------|---------------|-------------|
| $\alpha$ | 0.015599     | 0.000340   | 45.81383      | 0.0000      |
| $\beta$  | 0.166645     | 0.015782   | 10.55917      | 0.0000      |

Source : estimations de l'auteur

**Tableau 8 : estimation du modèle (3.10)**

$$R_t^2 = \alpha + \gamma \text{Excès de confiance}_t + \varepsilon_t$$

|          | Coefficients | Ecart-Type | T-Statistique | Probabilité |
|----------|--------------|------------|---------------|-------------|
| $\alpha$ | 0.000459     | 2.51E-05   | 18.28515      | 0.0000      |
| $\gamma$ | 0.014964     | 0.001165   | 12.84903      | 0.0000      |

Source : estimations de l'auteur

**Tableau 9 : estimation du modèle (3.11)**

$$|R_t| = \alpha + \beta |\text{Excès de confiance}_t| + \varepsilon_t$$

|          | Coefficients | Ecart-Type | T-Statistique | Probabilité |
|----------|--------------|------------|---------------|-------------|
| $\alpha$ | -2.62E-18    | 1.35E-19   | -19.51332     | 0.0000      |
| $\beta$  | 1.000000     | 6.23E-18   | 1.60E+17      | 0.0000      |

Source : estimations de l'auteur

**Tableau 10 : estimation du modèle (3.12)**

$$R_t^2 = \alpha + \gamma \text{Excès de confiance}_t^2 + \varepsilon_t$$

|          | Coefficients | Ecart-Type | T-Statistique | Probabilité |
|----------|--------------|------------|---------------|-------------|
| $\alpha$ | 1.64E-19     | 5.64E-21   | 29.09235      | 0.0000      |
| $\gamma$ | 1.000000     | 4.69E-18   | 2.13E+17      | 0.0000      |

Source : estimations de l'auteur

Deux mesures de la volatilité non-conditionnelle de la rentabilité du marché sont utilisées : la valeur absolue de la variable et son carré. Le carré de la rentabilité représente la variance si son espérance est nulle. Cette hypothèse est vérifiée pour les données journalières.

A la suite de Bollerslev et Mikkelsen (1996)<sup>81</sup>, nous utilisons les variations absolues des séries de rendement comme une mesure de la volatilité qui peut être due aux effets liés aux échanges potentiels associés aux opérations d'ajustement de la composition des portefeuilles. Les coefficients de sensibilité obtenus liés à l'excès de confiance n'étant pas significatifs, il apparaît alors que le niveau de la confiance excessive des opérateurs du marché ainsi que sa variabilité ne jouent aucun rôle dans la formation de la volatilité non conditionnelle des rentabilités du marché. Cependant dans la mesure où la période d'étude s'étale de janvier 2005 à décembre 2011, il se peut que l'absence du biais d'excès de confiance sur le marché boursier français soit due aux différentes crises qui ont secoué le marché (crise des subprimes et crise de la dette publique de la zone euro). En effet, le mouvement de panique sur le marché français peut inciter les investisseurs à rester prudents pour limiter leurs pertes. Ensuite, nous appliquons la même méthodologie pour une période durant la quelle le marché est relativement calme, nous choisissons alors un intervalle de temps qui s'étale du premier janvier 2005 au premier juillet 2007. Les résultats des régressions des différentes équations sont exposés dans les tableaux qui suivent.

**Tableau 11 : estimation du modèle**

$$V_t = \alpha + \sum_{j=1}^P b_j R_{t-j} + \varepsilon_t$$

|          | Coefficients | Ecart-Type | T-Statistique | Probabilité |
|----------|--------------|------------|---------------|-------------|
| $\alpha$ | 0.105920     | 0.001340   | 79.04572      | 0.0000      |
| $b_1$    | -0.321639    | 0.155330   | -2.070675     | 0.0388      |

Source : estimations de l'auteur

<sup>81</sup> Bayouhd et al (2008) ont appliqué la même méthodologie sur le marché tunisien.

Le décalage retenu est d'une seule période, c'est-à-dire que le volume de transactions de l'indice CAC 40 à la date  $t$  est expliqué par la rentabilité boursière à la date  $t-1$ . Néanmoins, bien que le paramètre  $b_1$  soit significatif, il est de signe négatif, ce qui est en contradiction avec les travaux traitant le biais d'excès de confiance.

Les coefficients de sensibilité obtenus liés à l'excès de confiance sont significatifs. On constate alors que le niveau de la confiance excessive des investisseurs ainsi que sa variabilité jouent un rôle dans la formation de la volatilité non conditionnelle des rentabilités du marché français. Ce biais contribue positivement à la volatilité du marché boursier français bien que les coefficients ne soient pas très importants. Par ailleurs, la constante qui permet d'introduire toute information non prise en compte par les variables explicatives du modèle est à la fois significative et positive pour les quatre modèles. Ce constat nous amène à considérer que d'autres variables permettent d'expliquer la variation des rentabilités du marché.

**Tableau 12 : estimation du modèle (3.9)**

$$|R_t| = \alpha + \beta \text{Excès de confiance}_t + \varepsilon_t$$

|          | Coefficients | Ecart-Type | T-Statistique | Probabilité |
|----------|--------------|------------|---------------|-------------|
| $\alpha$ | 0.006586     | 0.000217   | 30.31990      | 0.0000      |
| $\beta$  | 0.303199     | 0.078288   | 3.872885      | 0.0001      |

Source : estimations de l'auteur

**Tableau 13 : estimation du modèle (3.10)**

$$R_t^2 = \alpha + \gamma \text{Excès de confiance}_t + \varepsilon_t$$

|          | Coefficients | Ecart-Type | T-Statistique | Probabilité |
|----------|--------------|------------|---------------|-------------|
| $\alpha$ | 7.58E-05     | 5.04E-06   | 15.05196      | 0.0000      |
| $\gamma$ | 0.006122     | 0.001815   | 3.372523      | 0.0008      |

Source : estimations de l'auteur

**Tableau 14 : estimation du modèle (3.11)**

$$|R_t| = \alpha + \beta |\text{Excès de confiance}_t| + \varepsilon_t$$

|          | Coefficients | Ecart-Type | T-Statistique | Probabilité |
|----------|--------------|------------|---------------|-------------|
| $\alpha$ | 0.005745     | 0.000332   | 17.28880      | 0.0000      |
| $\beta$  | 0.374798     | 0.119766   | 3.129431      | 0.0018      |

Source : estimations de l'auteur

**Tableau 15 : estimation du modèle (3.12)**

$$R_t^2 = \alpha + \gamma \text{Excès de confiance}_t^2 + \varepsilon_t$$

|          | Coefficients | Ecart-Type | T-Statistique | Probabilité |
|----------|--------------|------------|---------------|-------------|
| $\alpha$ | 6.15E-05     | 5.74E-06   | 10.71558      | 0.0000      |
| $\gamma$ | 1.712753     | 0.368989   | 4.641743      | 0.0000      |

Source : estimations de l'auteur

Les résultats que nous venons d'exposer nous permettent de formuler un premier constat quant à la non validité de l'hypothèse selon laquelle le biais de confiance amplifie la volatilité du marché. Cependant une analyse plus approfondie mérite d'être menée pour s'assurer de la pertinence des conclusions tirées.

#### **2.4.2.2. Modélisation de l'espérance conditionnelle des rendements du marché**

L'examen de la dynamique temporelle des séries des rendements du marché révèle, d'une part une distribution non conditionnelle leptokurtique et d'autre part la stationnarité des données<sup>82</sup>. Ces éléments justifient la prise en considération du caractère conditionnel de la moyenne et de la variance des rendements, et nous permettent d'appliquer directement le test de Box et Jenkins.

Un processus autorégressif moyenne mobile (p, q) ou ARMA (p, q), est défini par la formulation suivante :

$$R_t = \phi_0 + \sum_{i=1}^p \phi_i R_{t-i} + \varepsilon_t + \sum_{j=1}^q \theta_j \varepsilon_{t-j} \quad (3.14)$$

Avec

$\phi_0$  désigne le paramètre constant,  $\phi_i$  et  $\theta_j$  sont des paramètres réels et  $\varepsilon_t$  est un bruit blanc

Comme le suggère le test de Box et Jenkins, l'identification des retards p et q, nécessite l'analyse des corrélogrammes des coefficients d'auto-corrélation et des coefficients d'autocorrélation partielle. L'étape d'estimation des paramètres des modèles candidats ARMA, s'est faite par la méthode des moindres carrés ordinaires et la méthode de maximum de vraisemblance. Enfin, le choix de la spécification ARMA est réalisé à partir des critères

<sup>82</sup> Ce constat est vérifié pour les deux périodes d'analyse (calculs de l'auteur).

Akaike et Schwartz. Nous choisissons un modèle ARMA(1,5)<sup>83</sup> pour une première période (Janvier 2005- Juin 2008) et un processus moyen mobile d'ordre 1 MA(1) pour une seconde période (Juillet 2008- Décembre 2011).

### 2.4.2.3. Excès de confiance et volatilité conditionnelle des rendements du marché

A l'instar de Chuang et Lee (2006), la procédure du test suivie pour déterminer l'effet de la composante du volume de transaction, dû aux échanges des investisseurs sur-confiants sur la volatilité conditionnelle des rendements du marché, est issue d'un modèle ARMA-GARCH asymétrique. Cette modélisation permet de capter l'effet d'asymétrie des réponses de la volatilité aux perturbations positives ou négatives affectant les rendements du marché dans la mesure où un choc négatif sur le rendement fait accroître la volatilité plus que ne le fait un choc positif<sup>84</sup>.

En s'inspirant des travaux de Chuang et Lee (2006), nous appliquons le modèle asymétrique de Nelson (1991) (EGARCH(1,1)). Formellement, il s'agit d'estimer l'équation suivante :

$$R_t = \mu_t + \eta_t \quad (3.15)$$

$$\eta_t / (V_t, \eta_{t-1}, \eta_{t-2}, \dots, R_{t-1}, R_{t-2}, \dots) \rightarrow GED(0, h_t) \quad (3.15.1)$$

$$\ln h_t = w + f_1 \left( \frac{|\eta_{t-1}| + \kappa \eta_{t-1}}{\sqrt{h_{t-1}}} \right) + f_2 \ln h_{t-1} + f_3 EC_t + f_4 NEC_t \quad (3.15.2)$$

Sachant

$R_t$  = le rendement du marché à la date  $t$

$\mu_t$  = la moyenne conditionnelle aux informations passées de  $R_t$

$\eta_t$  = les résidus issus de l'équation de la moyenne conditionnelle à la date  $t$

$h_t$  = la volatilité conditionnelle à la date  $t$

$\kappa$  = Paramètre mesurant l'effet d'asymétrie dans le processus EGARCH

<sup>83</sup> Nous avons préféré nous baser sur le critère Schwarz alors que le critère Akaike indiquait un ARMA (5,5)

<sup>84</sup> La littérature financière explique cette asymétrie par deux phénomènes : l'effet de levier financier et le concept de « volatility feedback ».

$EC =$  La partie du volume de transaction motivée par un sentiment de sur  
– confiance

$NEC =$  La composante du volume de transaction non liée aux rendements passés

Si le paramètre  $\kappa$  est négatif<sup>85</sup> alors la volatilité conditionnelle augmente (respectivement diminue) en réponse à un choc négatif (respectivement positif) sur les rendements.

Les coefficients  $f_3$  et  $f_4$  captent l'effet du volume de transactions sur la variance conditionnelle des rendements du marché ;  $f_3$  est relatif à la composante de l'excès de confiance et traduit l'effet de ce dernier sur la volatilité.  $f_4$  exprime, pour sa part, l'effet d'autres facteurs.

La distribution des erreurs conditionnelles appliquée est la Generalized Error Distribution (GED) ou la distribution d'erreur généralisée. Nelson (1991) et Chuang et Lee (2006) justifient ce choix par la capacité d'une telle distribution de mieux capturer les queues de distribution épaisses des rendements.

**Tableau 16 : Effet de l'excès de confiance sur la volatilité conditionnelle des taux de rendement du marché (période 1, Janvier 2005-Juin 2008)**

| <i>Modèle: ARMA(1,5)-EGARCH(1,1)</i> |                      |            |               |             |
|--------------------------------------|----------------------|------------|---------------|-------------|
| Variables                            | Coefficients         | Ecart-Type | Z-Statistique | Probabilité |
| $w$                                  | -1.930950            | 0.221296   | -8.725659     | 0.0000      |
| $f_1$                                | 0.035972             | 0.036269   | 0.991798      | 0.3213      |
| $k$                                  | 0.253889             | 0.040262   | 6.305926      | 0.0000      |
| $f_2$                                | 0.837383             | 0.018749   | 44.66383      | 0.0000      |
| $f_3$                                | 1.554376             | 1.003730   | 1.548599      | 0.1215      |
| $f_4$                                | 2.444033             | 0.322315   | 7.582753      | 0.0000      |
| $F - stat$                           | 372.4910<br>0.000000 |            |               |             |
| <i>log vraisemblance</i>             | 6001.427             |            |               |             |

Source : estimations de l'auteur

Méthode d'estimation : ML-ARCH (Marquardt).  
Distribution des résidus : GED

<sup>85</sup> Ce paramètre capture l'effet d'asymétrie du processus EGARCH.

**Tableau 17 : Effet de l'excès de confiance sur la volatilité conditionnelle des taux de rendement du marché (période2, Juillet 2008-Décembre 2011)**

| <i>Modèle : MA(1)-EGARCH(1,1)</i> |                     |                   |                      |                    |
|-----------------------------------|---------------------|-------------------|----------------------|--------------------|
| <b>Variabes</b>                   | <b>Coefficients</b> | <b>Ecart-Type</b> | <b>Z-Statistique</b> | <b>Probabilité</b> |
| <i>w</i>                          | -8.150292           | 1.261079          | -6.462952            | 0.0000             |
| <i>f</i> <sub>1</sub>             | 0.120532            | 0.108280          | 1.113151             | 0.2656             |
| <i>k</i>                          | -0.395705           | 0.235659          | -1.679143            | 0.0931             |
| <i>f</i> <sub>2</sub>             | 0.282482            | 0.114835          | 2.459901             | 0.0139             |
| <i>f</i> <sub>3</sub>             | -49.90724           | 87.36549          | -0.571247            | 0.5678             |
| <i>f</i> <sub>4</sub>             | 10.45944            | 1.934407          | 5.407052             | 0.0000             |
| <i>log vraisemblance</i>          | 5883.660            |                   |                      |                    |

Source : estimations de l'auteur

*Méthode d'estimation : ML-ARCH (Marquardt).*

*Distribution des résidus : GED*

Au vu des résultats exposés dans les tableaux, on remarque que l'effet du biais d'excès de confiance n'existe pas sur le marché boursier français pour les deux périodes d'analyse. Nous devons remarquer que le coefficient  $f_3$  n'est pas statistiquement significatif dans les deux cas de figure. Ce constat nous amène à dire que le volume de transactions issu des échanges des investisseurs sur-confiants n'a pas d'impact sur la volatilité conditionnelle des rendements du marché. Le second constat est relatif à la significativité du coefficient  $f_4$  pour les deux périodes car d'autres facteurs différents de la composante liée à l'excès de confiance contribuent donc à la hausse de la volatilité de l'indice CAC 40.

Par ailleurs, l'hypothèse d'asymétrie selon laquelle l'effet d'un choc négatif sur les rendements fait augmenter la volatilité plus que ne le fait un choc positif est rejetée puisque le coefficient d'asymétrie  $k$  est significatif et positif ( $k=0.253889$ ). Cependant, cette hypothèse est vérifiée pour la deuxième période ( $k=-0.395705$ ).

Ces résultats ne confirment pas les hypothèses de départ car les régressions effectuées ont montré que la volatilité excessive des rendements observée sur le marché boursier français n'est pas due à l'excès de confiance qu'exhiberaient les intervenants sur ce marché. Néanmoins, on ne peut pas conclure catégoriquement que les opérateurs qui exercent sur le marché français ne sont pas animés d'un sentiment de sur-confiance puisque ce rejet peut être dû à la méthodologie utilisée dans ce travail.

### 3. L'approche Keynésienne

Elle est le résultat des travaux d'André Orléan qui part des intuitions que développe Keynes dans le chapitre 12 de sa *Théorie générale*. La suite sera donc très fortement inspirée de son livre « *le pouvoir de la finance* » et d'autres articles du même auteur<sup>86</sup>.

#### 3.1. Principe de l'évaluation boursière

##### 3.1.1. La dualité de l'évaluation boursière : entreprise et spéculation

###### 3.1.1.1. La valeur fondamentale

Du point de vue de sa rentabilité, posséder une action équivaut à détenir un flux à venir de dividendes. Aussi pour connaître ce que vaut une action il suffit en principe de faire la somme des dividendes qu'elle permettra de recevoir au cours des années futures. On appellera valeur fondamentale l'évaluation obtenue sur la base de ce principe.

$$V_f = \frac{d_1^{(a)}}{(1+r)} + \frac{d_2^{(a)}}{(1+r)^2} + \dots + \frac{d_n^{(a)}}{(1+r)^n} \quad (3.16)$$

$$V_f = \frac{d_1^{(a)}}{(1+r)} + \frac{d_2^{(a)}}{(1+r)^2} + \dots + \frac{d_n^{(a)}}{(1+r)^n} + \frac{V_n^{(a)}}{(1+r)^n} \quad (3.17)$$

Dans le premier cas, la  $V_f$  est égale à la valeur actuelle de la suite illimitée des dividendes escomptés actualisés<sup>87</sup>. Dans le second cas, il faut considérer la série des dividendes actualisés uniquement jusqu'à la fin de l'exploitation de la société puis lui ajouter une valeur résiduaire ( $V_n$ ) également actualisée. Les dividendes et la valeur résiduaire étant anticipés on ajoute un (a) entre parenthèses.

La théorie dominante retient comme hypothèse que le futur est objectivement donné sous une forme probabiliste. C'est-à-dire que le futur peut être représenté sous la forme d'une liste exhaustive d'événements exogènes ou états du monde censés décrire tout ce qu'il est pertinent de connaître pour un agent économique. A chaque état du monde est associée une valeur donnée du dividende distribué.

Toutefois ce calcul est difficile, voire impossible à réaliser dans la réalité. Même à court terme, il n'est pas facile de prévoir les dividendes. Ces derniers sont fonction de la politique de distribution du profit (taux de distribution des dividendes). Par ailleurs, la

---

<sup>86</sup> Voir bibliographie.

<sup>87</sup> On laisse de côté le problème de l'actualisation.

capacité d'une entreprise à générer des profits est le résultat d'un ensemble très large de variables (stratégie de ses concurrentes, innovations techniques, préférences des consommateurs, macroéconomie...). Autrement dit, l'incertitude qui pèse sur la valeur fondamentale est totale.

Mais il faut toutefois chercher à estimer la  $V_f$ , notamment pour allouer le mieux possible le capital. Et cette tâche d'évaluation revient aux marchés d'actions. Dans la théorie des marchés efficients ils sont pensés comme un acteur collectif qui centralise l'information, l'interprète et produit une estimation pertinente des  $V_f$ . La théorie des marchés efficients va même plus loin car selon elle les marchés fournissent la meilleure estimation possible de la  $V_f$  ( $P_t \approx V_f$ ). Selon cette théorie les investisseurs ont le regard tourné exclusivement vers la capacité de long terme des entreprises à faire du profit. Ils regardent ce qu'on appelle les « fondamentaux ». A partir de ces derniers, chaque investisseur, agissant de manière isolée, se forge une estimation personnelle de la  $V_f$  et agit :

- Si le prix coté est supérieur à la  $V_f$  qu'il a calculée, celui-ci vend<sup>88</sup>.
- Dans le cas contraire, il achète.

On appelle cette stratégie boursière « stratégie fondamentaliste » et les investisseurs qui la suivent sont dits « fundamentalistes »<sup>89</sup>.

Dans ce cadre, la dynamique du marché est claire : dès lors que le prix devient supérieur à la  $V_f$  cela déclenche des mouvements de ventes qui ramènent mécaniquement le prix à cette valeur (cela renvoie à la spéculation stabilisatrice de Friedman).

Ce qui compte pour ces intervenants sont les données fondamentales et non pas les comportements des autres intervenants. Leurs anticipations sont alors fixées sur une réalité extérieure au marché, à savoir la rentabilité réelle de leurs investissements. Elle est extravertie.

### **3.1.1.2. La valeur spéculative**

Pour Orléan, il existe une seconde forme d'évaluation qu'il appelle « évaluation spéculative ». Il s'agit ici de prendre en considération l'impact des évolutions de prix sur la rentabilité financière.

---

<sup>88</sup> Cette évaluation est subjective, mais elle cherche à mesurer une grandeur objective.

<sup>89</sup> Nous reviendrons sur ce concept dans le chapitre 4.

Supposons qu'à l'instant  $t$  un investisseur achète une action au prix  $p_t$ . Que lui rapportera en  $(t+1)$  cet investissement de  $p_t$  euros ? La rentabilité totale de son investissement va dépendre de deux variables :

- . Le dividende  $d_t$ ,
- . Le gain ou la perte en capital qu'aura provoqué le changement de prix.

Supposons qu'à l'instant  $t$  l'investisseur connaisse la valeur du dividende qui sera distribué mais qu'il ignore quel sera le prix futur, il peut alors calculer sa rentabilité financière anticipée, notée  $R_t^{(a)}$  conformément à l'équation suivante :

$$R_t^{(a)} = \frac{d_t}{p_t} + \frac{p_{t+1}^{(a)} - p_t}{p_t} \quad (3.18)$$

La rentabilité anticipée est formée par la somme de deux termes, le dividende distribué en  $t$  et la plus-value anticipée. Les deux termes sont rapportés à la somme investie, soit  $p_t$  euros.

Selon que le prix de l'action monte ou baisse l'investisseur fera une plus-value ou une moins-value. A court terme la contribution de ce gain ou de cette perte à la rentabilité totale l'emportera sur celle des dividendes. Les individus dont le but est la recherche d'une rentabilité financière maximale à court terme vont donc être extrêmement attentifs aux variations anticipées des cours, c'est à dire la partie droite de l'équation (3), qui dépend cruciallement de l'anticipation du prix de la prochaine période  $p_{t+1}^{(a)}$ .

On peut déduire de ce comportement une évaluation du titre. Cette fois-ci, il ne dépend plus uniquement des dividendes futurs comme, pour la  $V_t$ , mais essentiellement du prix anticipé pour la période future  $p_{t+1}^{(a)}$ . C'est ce que montre l'équation (3.19).

$$p_t = \frac{p_{t+1}^{(a)}}{(1+r)} + \frac{d_t}{(1+r)} \quad (3.19)$$

Cette évaluation est appelée valeur spéculative. Est appelé spéculateur l'investisseur qui a pour but d'obtenir la maximisation de la rentabilité financière.

### 3.1.1.3. L'opposition de Keynes entre entreprise et spéculation

À la section IV du chapitre 12, Keynes distingue deux activités anticipatrices à savoir l'activité d'entreprise et celle de spéculation. La première, qui « consiste à prévoir le

rendement escompté des actifs pendant leur existence entière », tend à s'effacer devant la seconde qui elle s'emploie à « prévoir la psychologie de marché » (Keynes, 1936 : 173). Dans son article de 1939, Nicholas Kaldor poursuit et complète la définition de Keynes :

*« La spéculation est un achat ou (une) vente de bien avec intention de revente (ou de rachat) à une date ultérieure, lorsque l'action est motivée par l'espoir d'une modification du prix en vigueur et non par un avantage lié à l'usage du bien, une transformation quelconque ou le transfert d'un marché à un autre. »*

On a ainsi deux approches opposées :

- L'attitude fondamentaliste scrute l'économie réelle et consiste à chercher à comprendre les fondamentaux.
- L'attitude spéculative est centrée sur le marché lui-même. Ce qui importe c'est la manière dont le prix évoluera demain. Ce sont les croyances du marché.

Cette dualité est au cœur du chapitre 12 de la théorie générale. Keynes y distingue deux types de comportements qu'il nomme « spéculateur » et « entreprise ». Est désignée par spéculation, l'activité qui consiste à prévoir la psychologie du marché (recherche  $p_{t+1}$ ) et par entreprise celle qui consiste à prévoir le rendement escompté des actifs pendant leur existence entière (recherche  $\sum div$ ). On retrouve ici les deux évaluations : la valeur spéculative et la valeur fondamentale. Keynes critique la spéculation qu'il qualifie de « passe-temps ». La bourse est comparée à un casino.

La spéculation chez Keynes peut être définie par une série d'oppositions :

- Entreprise vs spéculation.
- Extraversion vs introversion (observation des autres acteurs)
- Nature vs marché
- Immobilisation vs liquidité
- Vrai vs factice.

### **3.1.2. La liquidité du marché**

Ce que cherchent les investisseurs avant tout, c'est la liquidité. Pour Keynes la fonction première des marchés est de la produire.

### **3.1.2.1. Les déterminants de la liquidité**

Prenons un cas hypothétique pour comprendre la logique de la liquidité. Imaginons une situation très contraignante où les titres seraient immobiles. Si un investisseur a besoin de liquidité pour faire face à une difficulté imprévue, il peut faire faillite car il ne peut pas revendre ses titres. Face à ce risque les investisseurs dans l'ensemble seraient amenés à moins investir. L'épargne financière serait notablement découragée. Pour surmonter cette difficulté et faciliter l'investissement il convient alors de rendre les titres financiers liquides, c'est à dire négociables.

Nous sommes ici à un point crucial de l'analyse. La liquidité permet de transformer un pari personnel sur des dividendes futurs en une richesse immédiate. Mais pour que cela marche, les évaluations individuelles et subjectives de chaque investisseur doivent être transformées en un prix accepté par tous. C'est au marché financier de faire émerger cette référence commune à partir d'un ensemble d'opinions individuelles. Dans ce sens, le cours boursier a la nature d'un consensus à un moment donné. Il a valeur de norme : c'est le prix auquel le marché accepte de vendre et d'acheter le titre considéré à un moment donné. C'est ainsi que le titre est rendu liquide.

La liquidité est le produit d'une invention institutionnelle que sont les marchés financiers organisés. C'est un point important du raisonnement. Ce sont les marchés financiers, et eux seuls, qui rendent les titres liquides grâce aux nombreuses règles et codifications qu'ils fixent.

La liquidité est toutefois artificielle car individuellement, on peut se défaire d'un titre. Mais le marché dans son ensemble ne peut s'en débarrasser au même moment. Pour pouvoir vendre, il faut trouver un acheteur. C'est ce qu'Orléan appelle le paradoxe de la liquidité. Si elle est recherchée par tout le monde simultanément, la liquidité peut s'assécher totalement. Les cotations sont alors suspendues. C'est ce qu'on appelle un krach.

Aglietta parle de trois concepts permettant d'affiner la compréhension de la liquidité. Ils tiennent à l'organisation des marchés financiers :

- La largeur du marché : elle dépend du volume des titres échangeables, du nombre et de la diversité des acteurs : plus ils sont nombreux plus la probabilité de trouver une contrepartie est importante.

- La 2<sup>nd</sup>e caractéristique est la profondeur du marché. C'est le degré de variation du prix qui permet d'absorber un ordre de montant donné pour un intervenant. Plus cette variation est faible plus le marché est profond.
- Enfin la résilience désigne la vitesse d'ajustement du prix vers une nouvelle convention d'équilibre lorsqu'il est déstabilisé par un choc exogène.

### **3.1.2.2. Liquidité et spéculation**

Sans liquidité il n'y a pas de spéculation. Car si le titre une fois acquis n'était plus négociable (liquide), toute spéculation serait rendue impossible. La  $V_f$  s'imposerait à tous comme la seule valeur pertinente.

Ce lien entre liquidité et spéculation est très présent chez Keynes qui plaide en faveur de coûts de transaction élevés, y compris des taxes fiscales importantes, de façon à affaiblir le rôle joué par la spéculation. Keynes écrit ainsi : « *Devant le spectacle des marchés financiers modernes, nous avons parfois été tentés de croire que si, à l'instar du mariage, les opérations d'investissement étaient rendues définitives et irrévocables, hors le cas de mort ou d'autre raison grave, les maux de notre époque pourraient en être utilement soulagés ; car les détenteurs de fonds à placer se trouveraient obligés de porter leur attention sur les perspectives à long terme et sur celles-là seules.* »

En d'autres termes, moins le marché est liquide plus les anticipations portent sur le long terme (dividendes futurs et  $V_f$ ). Plus les marchés sont liquides plus les mouvements rapides d'achats et de ventes deviennent rentables et dominant le marché.

### **3.1.3. La domination de la spéculation sur l'entreprise**

Pour Keynes la spéculation est la forme de comportement adaptée à l'existence de marché organisé. Elle n'est donc pas une aberration mais la réponse rationnelle aux contraintes qu'imposent les marchés financiers.

Le fait d'introduire la liquidité des titres signifie que ces derniers ont un prix susceptible de varier sous l'influence des modifications du rapport de la demande à l'offre. Or de telles variations sont de nature à produire des plus ou des moins-values pour les investisseurs. Les variations du prix des titres générant un revenu à court terme deviennent alors plus importantes que la somme actualisée des dividendes futurs. Plus la liquidité du marché est élevée plus l'activité de spéculation prend le pas sur l'activité d'entreprise.

Deux types de considérations sont à prendre en compte :

D'une part, pour des contraintes de court terme. Prenons un exemple tiré de Keynes. Soit un investisseur qui connaît parfaitement la valeur fondamentale ( $V_f$ ) de l'action F. Elle vaut 30. Supposons que le cours à la date t soit de 25. La théorie fondamentaliste nous dit que l'agent doit être acheteur de sorte qu'il fera à terme un profit de 5. Telle est l'essence du comportement fondamentaliste. Cependant supposons que cet agent dispose d'informations fiables concernant la psychologie du marché et que cette connaissance lui indique que le titre F vaudra 20 dans trois mois, il est clair que dans cette situation la stratégie optimale consiste à vendre aujourd'hui pour acheter au moment où le cours sera tombé à 20 et conserver son titre jusqu'au moment où la vraie valeur se sera exprimée. Cette stratégie produit un profit de 15. Cet exemple montre très clairement qu'un investisseur même s'il connaît la  $V_f$  d'un titre ne peut faire abstraction des fluctuations momentanées du marché parce qu'elles sont source d'importants profits.

C'est là un premier argument. La liquidité impose sa logique en rendant l'attitude spéculative plus rentable. La spéculation apparaît comme l'attitude rationnelle.

D'autre part, la stratégie spéculative s'impose également car elle est moins risquée que la stratégie fondamentaliste : à rendement égal le risque est moindre. Dans cet exemple, si l'investisseur achète l'action sans prendre en compte les fluctuations de marché il peut se retrouver dans des situations risquées pour lui. La valeur de son portefeuille peut chuter de telle sorte que s'il avait besoin de liquidité, il ne pourrait liquider son portefeuille qu'en essayant de forte perte. Pour éviter de tels risques il convient d'adapter son portefeuille aux fluctuations momentanées des cours.

Cette distinction et cette hiérarchie apparaissent très clairement dans la citation ci-dessous. Elle est le fait d'un cambiste interrogé en septembre 2000 par *Libération* à un moment où l'euro, déjà considéré comme sous-évalué par la majorité des spécialistes, connaît encore un mouvement massif de vente conduisant à une sous-évaluation encore plus marquée. « *L'opérateur que je suis a beau croire à une appréciation de l'euro, il ne fait pas le poids lorsqu'il constate qu'un peu partout les positions des autres intervenants sur le marché des changes sont à la vente de l'euro. Du même coup, même si j'estime que l'euro mérite d'être plus cher par rapport au dollar, j'hésite toujours à acheter la devise européenne. En effet, si je suis le seul acheteur d'euros face à cinquante intervenants vendeurs, je suis sûr d'y laisser des plumes... Je ne fais pas forcément ce que je crois intimement, mais plutôt ce que je crois*

*que fera globalement le marché qui in fine l'emportera. Le travail de l'opérateur est de tenter d'évaluer au plus juste le sentiment du marché des devises ». Voila une belle illustration qui montre qu'un opérateur en dépit de ses convictions, préfère être rationnel et préfère moins risquer de jouer la spéculation.*

Cela conduit Keynes à un diagnostic très critique quant à la capacité des marchés financiers à fournir au reste de l'économie les bonnes informations et les bonnes prévisions. Contrairement à l'approche traditionnelle, Keynes dit : *« l'expérience ne prouve nullement que la politique de placement qui présente une utilité sociale coïncide avec celle qui rapporte le plus »*. Pour que de nouveau l'entreprise prime, Keynes préconise que soit affaiblie la liquidité : *« L'écart des « jobbers », les courtages onéreux des brokers, les lourdes taxes d'État sur les transferts, qui accompagnent les transactions à la Bourse de Londres, diminuent suffisamment la liquidité du marché (l'usage des règlements de quinzaine agissant d'ailleurs en sens inverse) pour en éliminer une grande partie des opérations qui caractérisent Wall Street. La création d'une lourde taxe d'État frappant toutes les transactions se révélerait peut-être la plus salutaire des mesures permettant d'atténuer aux États-Unis la prédominance de la spéculation sur l'entreprise »*.

### **3.2. La spéculation autoréférentielle**

*« Indiquons d'entrée de jeu que l'hypothèse autoréférentielle ne possède pas le même degré d'achèvement que les théories précédentes. Loin s'en faut ! À vrai dire, il serait proprement absurde de vouloir mettre sur le même plan des corps de doctrine qui, comme la théorie de l'efficience ou, à un degré moindre, la finance comportementale, ont bénéficié de l'apport constant d'un très grand nombre d'économistes travaillant cumulativement sur de longues périodes et la « théorie autoréférentielle » sur laquelle seule une poignée de chercheurs, tout au plus, réfléchit. »<sup>90</sup>*

Dans cette approche, le marché financier est perçu comme une organisation dont l'objet est de faire émerger une évaluation de référence à partir d'un ensemble d'opinions individuelles. Si le prix affiché est la norme, ce n'est pas en raison de son objectivité, mais parce qu'il exprime l'opinion majoritaire de la communauté financière quelque soit son contenu. Par conséquent, l'investisseur doit prendre en compte les courants d'opinion qui agite la bourse. C'est ce qu'on a appelé la spéculation. Le spéculateur est donc l'investisseur qui, ayant compris que les prix sont gouvernés par l'opinion du marché, cherche à faire des

---

<sup>90</sup> Orléan

profits en anticipant les mouvements de cette opinion. Il ne s'intéresse pas aux conséquences réelles d'un événement mais il cherche à comprendre ses conséquences sur les anticipations des autres participants.

La question est donc de savoir comment se comporte le marché où tous les agents se sont convertis à la rationalité spéculative. Tel est l'objet de cette partie.

### **3.2.1. Un modèle théorique de l'autoréférentialité**

#### **3.2.1.1. Le concours de beauté keynésien**

Soit un journal qui propose un concours dans lequel les participants doivent choisir la plus belle photographie parmi une centaine de photographies proposées. Le journal indique dans le règlement du jeu que la plus belle photographie a déjà été sélectionnée par un jury composé d'experts. Il s'agit ici d'un jeu hétéro-référentiel dans la mesure où le but à atteindre, la plus belle photographie, n'est pas dépendant du choix des participants. A l'instar d'Orléan, on notera ce jeu le jeu H. Dans ce jeu la stratégie est claire : il faut découvrir une vérité extérieure au groupe<sup>91</sup>.

Dans sa théorie générale, Keynes présente un jeu proche pour penser les logiques spéculatives. Il est connu sous le nom de « concours de beauté ». Il s'agit toujours de choisir la plus belle photographie mais cette fois-ci il y a absence de jury. Le prix est attribué à celui dont les préférences s'approchent le plus de la sélection moyenne opérée par l'ensemble des participants. Ce jeu, noté jeu A, est toutefois très différent du jeu H car le but à poursuivre dépend désormais de l'action des joueurs. La plus belle photo n'est plus déterminée antérieurement par un jury tout au contraire elle résulte du choix des participants. On parlera de processus autoréférentiel.

Pour comprendre, un peu de formalisation est nécessaire. Considérons déjà deux stratégies rencontrées dans le jeu H.

- $S_0$  : consiste à choisir (autant qu'on puisse juger) la plus belle photo.
- $S_1$  : consiste à découvrir l'opinion des autres, en l'occurrence celle du jury.

La stratégie  $S_0$  n'est pas adaptée au jeu A. Car dans cette structure ce qui compte ce n'est pas de déterminer l'opinion juste mais de trouver ce que sera le choix des autres.

---

<sup>91</sup> Concrètement, cela dépend si la composition du jury est connue ou non.

Est-ce que la stratégie  $S_1$  est mieux adaptée ? Appliquée au jeu A la stratégie  $S_1$  consiste à découvrir ce que les autres participants croient être l'opinion juste. Dit autrement, un joueur (a) s'intéresse à l'opinion majoritaire qui émerge lorsque les autres participants optent pour ce qui leur semble être l'opinion juste. C'est à dire lorsqu'ils suivent la stratégie  $S_0$ .

Cependant en adoptant cette stratégie, l'agent (a) fait implicitement l'hypothèse que les autres agents sont guidés dans leur choix par la seule recherche de la solution juste, soit une stratégie différente de la sienne, ce que rien ne justifie. Comme lui, les autres agents savent que pour gagner il ne faut pas retenir son opinion personnelle, il faut surtout découvrir celle des autres. La stratégie  $S_1$  n'est donc pas pertinente.

En résumé, il apparaît pour gagner le jeu A il ne faut ni adopter sa propre opinion ( $S_0$ ), ni l'opinion des autres ( $S_1$ ) mais s'approcher du choix des autres tel qu'il se forme lorsque chacun d'entre eux cherche à prévoir l'opinion majoritaire. Cette stratégie est appelée « autoréférentielle » ( $S_\infty$ ). Elle tourne le regard ni vers soi-même, ni vers les autres, mais vers le groupe en tant qu'entité collective dont on cherche à déterminer l'opinion majoritaire.

Il est fondamental de distinguer ces trois stratégies pour comprendre le fonctionnement des marchés financiers. Elles correspondent également à trois types de rationalité aux caractéristiques spécifiques : rationalité fondamentaliste, rationalité stratégique et rationalité autoréférentielle.

La rationalité fondamentaliste est celle à l'œuvre dans  $S_0$ . Elle se donne pour but l'élucidation de vérités objectives. C'est cette rationalité qui est à l'œuvre dans le calcul de la valeur fondamentale de l'entreprise.

La rationalité stratégique est la rationalité en œuvre dans  $S_1$ . Il s'agit de modéliser les croyances et les comportements des autres, de façon à anticiper leurs réactions pour en tirer profit.

La rationalité autoréférentielle est associée à la stratégie autoréférentielle ( $S_\infty$ ). Il s'agit toujours de deviner l'opinion des autres mais dans une situation particulière. L'opinion n'est pas l'expression de croyances mais le résultat d'une recherche qui vise elle-même à découvrir l'opinion majoritaire du groupe.

### 3.2.1.2. La rationalité autoréférentielle

On trouve chez Keynes une première analyse de cette rationalité lorsqu'il décrit le concours de beauté. « *Chaque concurrent doit donc choisir non les visages qu'il juge lui-même les plus jolis, 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 peut en juger, sont réellement les plus jolis ni même ceux que l'opinion moyenne considèrera 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 au cinquième degré ou plus loin encore* » (Keynes, 1936, chapitre 12).

On se trouve ici devant le rejet des stratégies  $S_0$  et  $S_1$ . Keynes introduit également une nouvelle idée l'existence d'opinion de degré croissant. C'est ce qu'Orléan appelle la logique « spéculaire ». Pour en comprendre la logique formalisons-la.

On désigne l'opinion personnelle par le terme de « croyance de degré 0 ». Elle porte sur un fait naturel comme la  $V_f$  d'une entreprise. Elle est obtenue à partir d'une analyse qui met en œuvre la rationalité fondamentaliste ( $S_0$ ). On écrira  $C_x(P_0)$  : « *l'individu X croit que la proposition  $P_0$  est vraie* » ou « *X croit  $P_0$*  ». La croyance de degré 1 de l'individu (y) est une croyance que cet individu porte sur une croyance de degré 0 d'un autre individu. On dira  $C_y C_x(P_1)$  : « *l'individu (y) croit que l'individu (x) croit  $P_1$*  ». Il ne faut pas confondre cette croyance avec  $P_0$ , la croyance de l'individu (x).  $P_1$  est ce que l'individu (y) croit que l'individu (x) pense. A partir des croyances de degré 1 sur tous les individus du groupe, l'individu (y) peut calculer ce qu'il croit être l'opinion majoritaire du groupe qui s'écrit  $C_y C_M(P_1)$  : « *l'individu (y) croit que la majorité du groupe (M) croit que la proposition  $P_1$  est vraie* ». On peut calculer par récurrence des croyances de degré supérieur. Par exemple,  $C_y C_M C_M(P_2)$  signifie que « *l'individu (y) croit que la majorité du groupe croit que la majorité du groupe croit  $P_2$*  ». Dit autrement, on dira que la croyance de degré 2 de l'individu (y) quant à l'opinion majoritaire du groupe.

Pourquoi Keynes introduit-il des degrés croissants d'opinion ? Face au jeu A, le 1<sup>er</sup> réflexe de l'individu (x) est de se laisser guider par son opinion. Mais cette stratégie n'est pas valable. Il doit alors se rapprocher de l'opinion des autres. Mais comment la calculer ? Une première modélisation consiste à réfléchir sur la croyance personnelle des membres. Il retient donc sa croyance de degré 1 concernant l'opinion majoritaire du groupe  $C_x C_M(P_1)$ . Mais

comme nous venons de le dire, en faisant cela, l'individu (x) fait l'hypothèse que les autres déterminent leurs choix conformément à leur opinion de degré 0 alors que lui se détermine à partir de sa croyance de degré 1. Ceci ne peut pas être validé. Il doit donc réviser son opinion et attribuer aux autres la même rationalité. Il suppose donc qu'ils se déterminent en fonction de leur croyance de degré 1. Mais quand il calcule le choix des autres à partir de la croyance de degré 1 il obtient une croyance de degré 2 de type  $C_x C_M C_M (P_2)$ . Cette construction tombe également sous le coup de la critique précédente : le choix de (x) se fait sur la base d'une croyance de degré 2 alors qu'il suppose que les autres se fondent sur leur croyance de degré 1. Il y a un décalage que rien ne justifie si tous les agents ont la même rationalité. Ce décalage va donner lieu à un processus de complexification des anticipations. C'est ce qu'on appelle « processus spéculaire ».

Pour Orléan, ce principe spéculaire (comme un jeu de miroirs) du questionnement croisé domine fondamentalement la logique financière. Sa portée est de première importance. Car face à une information nouvelle, les investisseurs ne s'intéressent pas à son contenu réel mais sur la manière dont le marché va l'interpréter.

A titre d'exemple, prenons le cas de l'exemple de « l'effet Reagan » pour illustrer le cas où les opérateurs savent que la valeur fondamentale vaut  $P_0$  mais chacun de ces opérateurs anticipe que les autres pensent qu'elle vaut  $P_1$  jusqu'à l'infini des anticipations croisées. La valeur  $P_1$  l'emportera dans ce cas de figure.

L'effet Reagan rapportée par le *New-York Times* du 12 Décembre 1987 met en évidence la réponse du président Reagan à une question posée par un journaliste. Reagan avait déclaré qu'il pensait que le dollar américain avait trop baissé. Suite à cette déclaration la monnaie américaine se raffermi bien que les opérateurs doutaient des compétences économiques du président. Le journal interroge alors un trader qui aurait acheté du dollar suite à cette déclaration. Il a alors expliqué qu'il avait acheté des dollars parce qu'il avait anticipé que les autres opérateurs, à l'annonce de cette déclaration, en achèteraient ce qui ferait monter son cours. Ainsi, en dépit de l'absence de pertinence des propos de Reagan, ils se trouvèrent réalisés, chacun des opérateurs ayant anticipé que les autres croyaient à leurs réalités. L'opinion moyenne était devenue alors la norme à suivre pour chacun des intervenants sur le marché. Dans cet exemple on voit que les individus peuvent partager une certaine croyance fondamentale et agir différemment parce qu'ils attribuent au marché une croyance différente.

Une telle logique implique alors qu'on tienne compte des rumeurs car elles peuvent avoir une influence sur l'opinion du marché. Orléan souligne que « *L'autoréférentialité s'interprète, de ce point de vue, comme un mécanisme prodigieux d'amplification des rumeurs.* » (Orléan, le pouvoir de la finance, page 74).

### **3.2.1.3. Jeu de pure coordination et saillances à la Schelling**

À ce stade de l'analyse une question se pose : comment font les acteurs pour se coordonner ? En effet, faute de croyances spécifiques le processus spéculaire d'anticipations croisées ne donne rien : il continue indéfiniment sans faire émerger de principe permettant de faire prévaloir un équilibre.

Les travaux de Schelling sont à ce stade très utiles. En théorie des jeux, cette situation est d'un jeu « coordination pure » où les participants *ne peuvent pas communiquer entre eux*.

**A ce stade : jouons le jeu suivant.**

SVP, jouez le jeu et ne communiquez pas entre vous. Sur un morceau de papier vous noterez sans montrer à vos voisins votre réponse.

Vous êtes tous à l'université et vous devez vous voir mardi à 13h00. Mais vous avez oublié de vous fixer un point de rendez-vous et vous ne pouvez pas communiquer entre vous (ex : SMS...). Où allez-vous à 13h00 dans l'espoir de retrouver les autres ?

Selon Schelling, dans ce type de situation spéculaire les joueurs réussissent à se coordonner parce qu'ils cherchent un équilibre saillant (ou point focal), c'est à dire un équilibre qui possède certaines propriétés qui le distingue radicalement des autres.

Cette recherche de choix qu'Orléan nomme « saillance à la Schelling » est différente de la stratégie spéculaire proposée par Keynes car, dans ce cadre, les joueurs cherchent directement à sélectionner une manière saillante de concevoir le problème. Ils auront tendance à se coordonner en adoptant la solution « évidente ».

Pour Schelling la rationalité autoréférentielle est tournée vers la recherche de saillances, c'est à dire des références communes au groupe.

## **3.2.2. Mimétisme et convention**

### **3.2.2.1. La stabilité des conventions**

Raisonnons maintenant en dynamique. Le jeu se répète et à chaque période avant de jouer les joueurs sont informés des résultats obtenus aux coups précédents. Si l'on confronte le groupe à une situation du type jeu A (où la récompense revient à celui ou ceux qui s'approchent le plus de la sélection majoritaire), il apparaît que très rapidement, une coordination parfaite est obtenue. Tous les joueurs reportent unanimement leur choix sur l'opinion qui a émergé au 1<sup>er</sup> coup. Dans ce tel cadre « imiter le choix majoritaire » apparaît comme la stratégie saillante au sens de Schelling. Elle produit très vite une opinion unanime.

L'imitation est ici autoréférentielle dans la mesure où elle permet d'anticiper ce que sera, au coup suivant, l'opinion majoritaire du groupe lorsque l'ensemble de ses membres se pose la même question. « Imiter le choix précédent » est ici un point focal qui polarise les jugements.

Une fois que l'opinion unanime émerge, toutes les anticipations sont polarisées vers elle. A chaque coup, les joueurs reproduisent le même résultat. Une situation d'équilibre est alors atteinte. Pour la désigner on parlera de convention. On dira que le groupe s'est doté d'une convention.

Une fois en place, la convention modifie en profondeur les conditions d'exercice de la rationalité autoréférentielle. Ce point est essentiel. Précédemment chaque joueur avait l'esprit directement tourné vers les autres dans le but de comprendre quelles seraient leurs réactions. Désormais il existe une référence qui polarise toutes les croyances et les stabilisent. Pour comprendre ce que les autres vont faire, il suffit alors de s'intéresser aux règles conventionnelles puisque ce sont elles qui ordonnent les anticipations privées. De cette manière le groupe accède à un fonctionnement hétéro-référentiel. Il s'ensuit un haut degré de continuité et de stabilité dans les affaires boursières.

Lorsque cette stabilité n'est pas remise en question et que la confiance domine, tout se passe comme si existait un modèle objectif d'évaluation auquel adhère l'ensemble des individus. A force d'être répétée, la convention devient comme une référence absolue. Chacun voit dans le modèle conventionnel d'interprétation le vrai modèle de la réalité sans remettre en cause sa fiabilité.

Pour être vraiment stable la convention doit être légitime aux yeux des membres du groupe. C'est pourquoi elle doit se justifier aux yeux de tous et donc reposer sur des éléments convaincants et argumentés. L'équilibre ne peut pas être absolument quelconque.

### **3.2.2.2. Volatilité des cours et fragilité des conventions**

Une convention présente une certaine fragilité dès lors qu'elle n'est pas ancrée dans des vérités incontestables. Dans ce cas deux catégories de spéculateurs stratégiques peuvent entrer en jeu : les « fondamentalistes sceptiques » et les *contrarians*<sup>92</sup>.

Les premiers se situent globalement dans le cadre de la convention mais jouent à la marge sur les fluctuations probables des interprétations et des prix qu'autorise cette convention. Ils jouent donc ponctuellement contre la convention.

#### **Exemple de stratégie fondamentaliste sceptique**

Il existe sur les marchés ce qu'on appelle le « consensus », c'est-à-dire l'opinion moyenne des analystes quant à la valeur d'une information qui va sortir.

Par exemple, imaginons que demain matin, à 9h00, le ministère de l'emploi doit annoncer les chiffres du chômage de février 2013. Le consensus quant à sa valeur est de 10%. Le fondamentaliste septique a un comportement stratégique car il s'intéresse aux attentes des autres investisseurs. Grâce au consensus, il peut s'en faire une idée.

Il interviendra s'il anticipe une erreur du consensus pour bénéficier de la surprise. Dans notre exemple, si le chômage est différent de 10%.

La seconde catégorie est beaucoup plus dangereuse pour la stabilité de la convention dans la mesure où la stratégie des *contrarians* consiste à prendre position contre l'opinion conventionnelle (exemple : Georges Soros). Leur réussite dépend de la capacité à convaincre le marché de les suivre. S'ils ne sont pas rejoints leurs attaques restent isolées et la convention demeure. Pour pouvoir l'emporter l'opinion contrariante doit pouvoir apparaître aux yeux de tous comme une nouvelle saillance. Cette stratégie n'est pas toujours gagnante mais elle définit l'âme de la spéculation.

Prenons un exemple d'échec de stratégie *contrarians* tiré d'Orléan (1998). Il souligne que l'âme de la spéculation consiste à jouer contre les conventions. Il donne un exemple d'échec spéculatif du fonds LTCM (Long Term Capital Managment). En Aout 1998, à la suite

---

<sup>92</sup> Orléan s'inspire de la typologie des acteurs financiers que propose Olivier Davanne dans son article « comment stabiliser les marchés financiers ? », *Commetaire*, n°74, été 1996, p. 37-38. Il distingue les fondamentalistes purs, les fondamentalistes sceptiques, les chartistes et les *contrarians*.

du choc russe, les opérateurs de ce fonds remarquent qu'il existe entre des obligations de même risque un écart très important de taux qui a pu être noté (le spread). Le spread bien trop élevé ne peut durer longtemps. L'idée est alors de faire face au marché et de prendre position contre lui. Théoriquement cette anomalie est aberrante. La stratégie du fonds spéculatif consiste à arbitrer deux titres : vendre le titre dont le cours est élevé et acheter celui dont le cours est bas et attendre que l'écart des taux se résorbe. Néanmoins durant cette période, les craintes des investisseurs ne faiblissent pas et l'écart de taux ne cesse d'augmenter contre toute attente. Cette situation a conduit le fonds LTCM à la quasi-faillite dans la mesure où d'une part l'argent placé est principalement emprunté aux banques et que d'autre part les demandes de remboursement des créanciers aggravent le problème. Orléan précise que la question du temps est ici primordiale : si ce contrarian échoue c'est parce que le temps de retour à l'équilibre normal a été beaucoup plus long que prévu. Toute spéculation ratée ou réussie est alors une question de timing.

Le comportement des contrarians donne naissance à des flux d'ordres qui perturbent la stabilité des croyances. La défiance stratégique provoque une « survolatilité » qui brouille les références conventionnelles. Un processus cumulatif peut alors s'enclencher. Au fur et à mesure que la volatilité des cours augmente, conséquence du comportement des « fondamentalistes sceptiques » et des *contrarians*, il apparaît que l'efficacité de la convention, à prévoir les évolutions futures de marché, décroît. Cette situation affecte tous les intervenants qui prenant conscience des faibles résultats de la convention vont également adopter une attitude stratégique. Ils s'intéressent maintenant directement aux évolutions de l'opinion moyenne. Cette généralisation de la défiance débouche de nouveau sur un fonctionnement purement autoréférentiel.

Cette période de crise est marquée par une très grande instabilité des cours. Il n'existe plus de référence claire qui puisse stabiliser les anticipations privées. Dans cette phase d'extrême incertitude le mimétisme est de règle. Faute de saillance les agents fondent leurs anticipations des mouvements futurs du marché sur l'imitation des tendances passées. Généralisée, cette situation débouche sur des évolutions de cours perdant toute relation avec les réalités économiques. C'est le cas des polarisations baissières. Faute de références les situations de panique y sont fréquentes.

Chocs + comportements déviants =>

Erosion convention =>

Équilibres multiples possible =>

Courant vendeur =>

Disparition liquidité (car absence de contrepartie) =>

Saut de prix = krach

Dans de telles phases le rôle des recours extérieurs au marché est central. C'est grâce à leurs actions que le marché peut sortir des déchainements mimétiques à la condition que cette action soit crédible. S'il elle l'est, elle fournit aux agents une saillance sur la base de laquelle ils peuvent reconstruire leurs représentations et stabiliser le processus d'évaluation (ex : intervention de la FED en 1987, du FMI en 1997, des Etats en 2008).

Le schéma général proposé par Orléan pense ainsi la dynamique des marchés en trois phases :

- **La stabilité conventionnelle** : durant cette phase la rationalité fondamentaliste domine. Pour calculer leurs évaluations, les agents se tournent vers le monde économique qu'ils interprètent à la lumière de la convention existante. Le risque est alors sous-estimé.
- **Le questionnement stratégique** : caractérisé par la montée en puissance de la rationalité stratégique. Les « fondamentalistes sceptiques » et les *contrarians* se détachent de la convention et cherchent à battre le marché. Ces comportements perturbent la stabilité des évaluations. Les attitudes déifiantes se propagent. Il y a alors une meilleure estimation du risque.
- **La crise autoréférentielle** : la défiance est généralisée. La perte de références communes est totale. Chaque investisseur fonde son interprétation sur la seule opinion moyenne qu'il cherche à anticiper. L'estimation du risque est excessive.

### **3.3. Mise en évidence du comportement mimétique sur le marché boursier français**

Une des explications possibles de la volatilité excessive observée sur les marchés financiers et plus particulièrement sur les marchés boursiers peut être rattachée à la présence d'opérateurs caractérisés par un comportement mimétique<sup>93</sup> (Keynes (1936), Orléan (2000)). En effet, l'incertitude sur les fondamentaux peut pousser les investisseurs à copier l'opinion

---

<sup>93</sup> Nous reviendrons sur le concept de mimétisme dans la suite du travail.

des autres, et cette situation peut créer une déconnexion des cours par rapport à leur valeur fondamentale pour ne refléter que l'opinion moyenne du marché. En adoptant alors des stratégies de suivisme les intervenants sur le marché peuvent contribuer à un excès de volatilité sur les marchés où ils opèrent (Cajueiro et Taback, (2009)). Tan et al (2008) concluent, dans leur analyse du marché boursier chinois, que le comportement suiviste des investisseurs amplifie la volatilité des rendements et les volumes de transaction. Cipriani et Guarino (2008) adhèrent aux conclusions de Lee (1998) et soulignent comment l'échec dans l'agrégation de l'information, sur un marché régi par des phénomènes mimétiques de cascades informationnelles et où les transactions se font de façon séquentielle, contribue à augmenter la volatilité des prix. Enfin, Naoui et Khaled (2010), mettent en évidence le rôle du mimétisme dans la hausse de la volatilité observée sur le marché boursier tunisien (BVMT).

L'objectif de cette partie est de tester, empiriquement, l'existence d'éventuels comportements grégaires sur le marché boursier français. De nombreuses méthodes ont été proposées par la littérature pour détecter les comportements suivistes sur les marchés financiers. Christie et Huang (1995) et Gleason et Lee (2003), étudient l'influence du mimétisme sur les rendements des titres pendant les périodes de fortes fluctuations du marché à travers l'écart-type en coupe transversale des rendements ou le Cross-Sectional Standard Deviation (CSSD) (Cajueiro et Tabak, 2009).

Chang, Cheng et Khorana (2000) mesurent la dispersion des rendements en utilisant l'écart-type transversal absolu des rendements (Cross-Sectional Absolute Standard Deviation, CSAD). L'idée sous-jacente à ce test est qu'en période de fortes fluctuations du marché les investisseurs suivent l'opinion générale du marché et ne se basent plus sur leurs propres informations privées.

Afin de détecter la présence d'éventuel comportement mimétique sur le marché français, nous utilisons la méthodologie de Tan et al (2008), qui se sont inspirés des travaux de Chang, Cheng et Khorana (2000).

Tout d'abord, il faut commencer par calculer les écarts type transversaux absolus des rendements (CSAD), obtenus de la façon suivante :

$$CSAD_t = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N |R_{it} - R_{mt}| \quad (3.20)$$

Avec

$CSAD_t$

= Mesure la dispersion des rendements des titres par rapport au rendement moyen du marché.

$R_{it}$  = le rendement du titre  $i$  à l'instant  $t$ .

$R_{mt}$  = la moyenne en coupe transversale des  $N$  rendements du portefeuille à l'instant  $t$ .

$N$  = nombre des firmes

Ensuite, il faut estimer la régression suivante :

$$CSAD_t = \alpha + \gamma_1 |R_{mt}| + \gamma_2 R_{mt}^2 + \varepsilon_t \quad (3.21)$$

L'idée sous-jacente de cette méthode est, qu'en période de forts mouvements du marché, l'accroissement des écarts type transversaux absolus des rendements (CSAD) devra être moins proportionnel aux valeurs extrêmes du rendement du marché  $R_{mt}$ . Ainsi, dans le cas de présence de comportements mimétiques sur le marché, le coefficient  $\gamma_2$  est significativement négatif.  $\gamma_2$  permet d'appréhender la non linéarité de la relation entre le CSAD et le rendement du marché.

L'échantillon utilisé est constitué d'observations journalières (cours de clôture) de 20 sociétés<sup>94</sup> cotées sur le marché du CAC 40 parmi les plus grosses capitalisations sur la période comprise entre Janvier 2004-Décembre 2010.

L'application du test d'ADF pour les deux séries, montre la stationnarité de ces dernières aux seuils usuels de 1%, 5% et 10%. Quant aux statistiques descriptives, elles renvoient à une distribution non normale des séries des écarts type et des rendements du marché<sup>95</sup>.

De même les deux séries présentent des coefficients d'asymétrie et une distribution de densité non conforme à ceux d'une distribution normale.

Les résultats d'estimation figurent dans le tableau suivant :

---

<sup>94</sup> Le Crédit Agricole, Air liquide, Arcelormital, Axa, BNP PARIBAS, Danone, EADS, Essilor, France Télécom, la Société Générale, l'Oréal, LVMH, Pernod Ricard, PPR, Sanofi Aventis, Shneider, Total, Unibail, Vinci et Vivendi.

<sup>95</sup> Calculs de l'auteur.

**Tableau 18 : Résultat de l'estimation du comportement mimétique (période janvier 2004-Décembre 2010)**

|                      | <b>Coefficients</b> | <b>Ecart-type</b> | <b>T-statistique</b> | <b>probabilité</b> |
|----------------------|---------------------|-------------------|----------------------|--------------------|
| $\alpha$             | 0.715519            | 0.019139          | 37.38531             | 0.0000             |
| $\gamma_1$           | 0.298008            | 0.022088          | 13.49180             | 0.0000             |
| $\gamma_2$           | 0.004627            | 0.003434          | 1.347538             | 0.1780             |
| $R^2$                | 0.358227            |                   |                      |                    |
| <b>F-stat</b>        | 436.5001            |                   |                      | 0.000000           |
| <b>Durbin-Watson</b> | 1.203468            |                   |                      |                    |

Source : estimations de l'auteur

Le premier constat est que le coefficient  $\gamma_2$  n'est pas significatif et ce contrairement aux deux premières variables. La significativité positive du coefficient de la valeur absolue du rendement du marché, aux seuils de 1%, 5% et 10%, indique que la dispersion des rendements s'accroît avec la valeur absolue du rendement du marché. Ce résultat confirme que les opérateurs suivent leurs propres informations privées et met en évidence l'absence d'un comportement suiviste sur le marché.

Afin d'avoir une idée plus précise dans la mesure où le coefficient  $\gamma_2$  n'est pas significatif, nous décomposons notre échantillon en deux sous-périodes (Janvier 2004-Juin 2007 pour la première et juillet 2007-décembre 2010 pour la seconde). Les deux tableaux qui suivent mettent en évidence les résultats des deux régressions.

**Tableau 19 : Résultat de l'estimation du comportement mimétique (période janvier 2004-juin 2007)**

|                      | <b>Coefficients</b> | <b>Ecart-type</b> | <b>T-statistique</b> | <b>probabilité</b> |
|----------------------|---------------------|-------------------|----------------------|--------------------|
| $\alpha$             | 0.725596            | 0.010050          | 72.19717             | 0.0000             |
| $\gamma_1$           | 0.019596            | 0.010541          | 1.859072             | 0.0634             |
| $\gamma_2$           | 0.060095            | 0.007316          | 8.214267             | 0.0000             |
| $R^2$                | 0.080027            |                   |                      |                    |
| <b>F-stat</b>        | 33.96892            |                   |                      | 0.000000           |
| <b>Durbin-Watson</b> | 1.421444            |                   |                      |                    |

Source : estimations de l'auteur

**Tableau 20 : Résultat de l'estimation du comportement mimétique (période juillet 2007-Décembre 2010)**

|                      | <b>Coefficients</b> | <b>Ecart-type</b> | <b>T-statistique</b> | <b>probabilité</b> |
|----------------------|---------------------|-------------------|----------------------|--------------------|
| $\alpha$             | 1.109119            | 0.022928          | 48.37496             | 0.0000             |
| $\gamma_1$           | 0.020433            | 0.011724          | 1.742865             | 0.0818             |
| $\gamma_2$           | 0.039236            | 0.002264          | 17.33127             | 0.0000             |
| $R^2$                | 0.281834            |                   |                      |                    |
| <b>F-stat</b>        | 153.0503            |                   |                      | 0.000000           |
| <b>Durbin-Watson</b> | 1.055420            |                   |                      |                    |

Source : estimations de l'auteur

Dans les deux cas de figure le coefficient  $\gamma_2$  est significativement différent de zéro, mais non négatif, par conséquent la dispersion des rendements des titres durant les mouvements extrêmes du marché semble accroître mais d'une façon relativement faible dans la mesure où les coefficients obtenus ne sont pas importants (0.060095 et 0.039236). La méthodologie utilisée montre que les investisseurs ne suivent pas l'opinion générale du marché pendant les périodes de fortes fluctuations et montre également l'absence de comportements suivistes sur le marché français.

Dans cette section, nous avons montré, à l'aide de la méthode de l'écart-type transversal absolu des rendements (Cross-Sectional Absolute Standard Deviation, CSAD), que les opérateurs qui exercent sur le marché boursier français ne peuvent pas être caractérisés par un comportement mimétique. Toutefois, nous verrons dans le chapitre suivant que le mimétisme est à l'origine d'une instabilité boursière et une hausse de la volatilité observée sur les marchés.

## **Conclusion**

L'hypothèse d'absence d'arbitrage qui constitue la base de nombreux modèles d'évaluation d'actifs financiers peut être remise en cause, voire « transgressée », dans de nombreux cas. Toutefois, lorsqu'un investisseur raisonne à court terme (quelques semaines ou quelques mois), cette hypothèse est généralement respectée dans la mesure où les déviations des cours sont rapidement exploitées par les arbitragistes. Lorsqu'une opportunité d'arbitrage se pose à un opérateur sur le marché si l'horizon est long, voire infini, il se peut que les autres investisseurs soient réticents à l'idée de la corriger ce qui les expose à des pertes considérables.

La violation de cette hypothèse, pilier de base de la théorie standard, a ouvert la voie à d'autres théories alternatives pour appréhender la dynamique des actifs financiers. Dès lors, la finance comportementale a été mise en avant comme étant l'une des théories explicatives des anomalies observées sur les marchés financiers.

Dans ce chapitre, on a exposé les principaux biais comportementaux susceptibles d'expliquer l'existence de dysfonctionnement sur les marchés. On peut donc constater que la

finance comportementale, dont la méthodologie se base sur la construction de passerelles entre la psychologie individuelle et les comportements agrégés des marchés, a obligé les universitaires, du moins partiellement, à renoncer à certaines hypothèses théoriques concernant la rationalité des individus. Les calculs réalisés dans ce chapitre n'ont pas permis de mettre en évidence l'existence de biais comportementaux tels que l'excès de confiance et les comportements suivistes sur le marché boursier français. On ne peut pas conclure quant à l'absence de ces biais sur le marché français. En effet, on constate d'une part une hausse de la volatilité de l'indice boursier du CAC 40, et que d'autre part ces résultats peuvent résulter des outils économétriques utilisés.

Enfin, dans la dernière section de ce chapitre<sup>96</sup> on s'est intéressé aux analyses de John Maynard Keynes comme un exemple de pensée hétérodoxe du fonctionnement des marchés financiers.

La théorie autoréférentielle des marchés qui stipule que chaque investisseur fonde son interprétation sur la seule opinion moyenne qu'il cherche à anticiper engendre des conventions transitoires qui ne *permettent pas une croissance soutenable à long terme*.

Par ailleurs, l'opinion moyenne du marché est à la fois le résultat de ce que chaque opérateur cherche à anticiper et l'agrégation des opinions individuelles dans leur recherche de l'opinion majoritaire. Orléan indique aussi que cette théorie conclut à l'incapacité de la finance à s'autoréguler et à l'incapacité de produire une évaluation collective susceptible de stabiliser les marchés.

Les estimations présentées dans ce chapitre ne permettent pas de valider nos hypothèses concernant la présence de comportements mimétiques. Nous poursuivons notre réflexion sur le concept du mimétisme dans la suite du travail avec une approche différente, ce qui nous permet d'expliquer certaines anomalies boursières telles que l'ajustement asymétrique des cours et les bulles spéculatives.

---

<sup>96</sup> En s'inspirant des travaux d'Orléan.

---

# Chapitre 4

## Hétérogénéité comportementale, mimétisme et dynamique des cours boursiers

---

### Introduction

Les marchés financiers connaissent des variations plus ou moins brusques de leurs rendements dont l'évolution est caractérisée par une forte volatilité. On peut constater que les cours suivent tantôt un mouvement de hausse tantôt un mouvement de baisse, qui par ailleurs, peut affecter la sphère réelle de l'économie en la rendant plus instable et plus dépendante de la situation sur les marchés d'actifs.

*« Un marché boursier est dit « efficient » si les cours reflètent pleinement et correctement toute l'information disponible et pertinente. Plus formellement, un marché est dit efficient par rapport à un ensemble spécifique d'informations données, si la communication à tous les participants du marché de l'information contenue dans cet ensemble n'a pas d'impact sur le niveau des cours cotés. De plus, l'efficience d'un marché par rapport à un ensemble d'informations donné a une conséquence pratique : il est impossible de réaliser des gains boursiers en mettant en œuvre une politique d'intervention fondée sur cet ensemble d'information »<sup>97</sup>.*

Mignon (1998) remarque que cette théorie élimine tout décalage temporel entre la divulgation de l'information et son intégration dans les cours boursiers, ce qui stipule une réaction rapide des intervenants sur le marché.

Dans la réalité, il existe un décalage entre la réaction des opérateurs sur le marché et le mécanisme d'ajustement. Cela dans la mesure où, d'une part les intervenants sur le marché sont hétérogènes ce qui implique une interprétation différente de l'information, et il existe

---

<sup>97</sup> Malkiel (1989).

d'autre part des coûts de transaction qui diffèrent d'un marché à un autre selon le degré de concurrence.

Les intervenants sur le marché peuvent avoir un capital, des horizons d'investissement, des stratégies, des degrés de perception et de compréhension de l'information assez différents. Il existe des banques, des assurances, des teneurs de marché, des amateurs etc. qui fondent leurs choix sur des critères différents.

Dans un contexte financier marqué par l'hétérogénéité comportementale, émerge l'idée keynésienne de l'existence de deux types d'agents sur le marché : les « fundamentalistes » et les « chartistes ». Néanmoins, la littérature financière identifie un troisième type d'agents, à savoir les bruiteurs (qualifiés également de noise traders). Cette catégorie d'opérateurs se contente d'observer et d'imiter l'opinion moyenne du marché.

Un fundamentaliste est un agent qui fait des prévisions rationnelles en supposant que le prix va revenir à sa valeur fondamentale de long terme. L'analyse fondamentale suppose que la détermination de l'évolution future des cours boursiers d'une firme dépend des variables macroéconomiques (le taux de croissance du PIB, les taux d'intérêt, etc.) et de ses données financières spécifiques (dividendes, bénéfices, etc.). Le comportement des fundamentalistes est un comportement stabilisateur car il permet aux cours boursiers de converger vers leur valeur d'équilibre. En pratique, cette approche définit la décision d'investissement des opérateurs en fonction de la manière dont ils perçoivent les indicateurs fondamentaux. Un chartiste, par contre, prédit la dynamique future des cours à travers leurs tendances passées: il s'intéresse aux mouvements des cours et non aux fondamentaux. Cette approche s'inspire des développements théoriques de « Charles Henry Dow » qui a centré son observation sur l'analyse des cycles boursiers et sur la détection de figures caractérisant un sentiment précis du marché, tout cela dans le but d'en prévoir l'évolution (Béchu, Bertrand, 2002). Cette stratégie consiste à acheter les titres dont les cours sont en période de baisse afin de les vendre en période de hausse. De même, en s'inspirant directement de la théorie de Dow, « Ralph Nelson Elliot »<sup>98</sup> a développé le principe des vagues qui stipule que l'évolution des marchés se fait par vagues successives, et ce, quelle que soit l'échelle d'observation de ce marché (de la minute au très long terme). Certes, les chartistes ne se déconnectent pas totalement des variables externes du marché, mais ils prêtent peu d'attention aux variables

---

<sup>98</sup> 1871 :1948.

réelles de l'économie et privilégient les configurations graphiques à l'analyse des variables fondamentales qui seront relayées comme des indicateurs secondaires.

Le comportement mimétique est un comportement fréquent sur les marchés financiers dans la mesure où l'information financière est de plus en plus difficile à acquérir et décrypter. Par conséquent, par peur de se tromper dans leurs choix personnels, ou même pour conforter leurs idées, les opérateurs sur le marché ont tendance à se copier.

L'étude du mimétisme permet d'expliquer certaines anomalies boursières telles que l'ajustement asymétrique des cours et les bulles spéculatives. L'étude de ce phénomène présente un intérêt réel dans la mesure où les cours boursiers ne reflètent pas les fondamentaux, mais plutôt les anticipations des opérateurs concernant une opinion moyenne des marchés.

Nous proposons un modèle inspiré des travaux de De Grauwe et Grimaldi (2005) dans lequel on mettra l'accent sur le rôle de l'hétérogénéité des anticipations dans la formation des cours boursiers<sup>99</sup>. Cette prise en compte des influences interpersonnelles qui rejette certes la théorie de Walras, dans la mesure où les opérateurs communiquent entre eux, constitue une source de la non-linéarité de la dynamique boursière. Par la suite, nous introduisons les coûts de transaction dans le modèle afin de voir leur impact sur la dynamique d'ajustement des cours boursiers. Les simulations effectuées avec le logiciel « matlab » constituent la valeur ajoutée du travail dans la mesure où les travaux antérieurs n'ont pas apporté un cadre empirique à l'aspect théorique. Enfin, un troisième type d'opérateurs caractérisé par leur comportement mimétique sera rajouté au modèle, à travers lequel nous expliquerons des périodes de forte volatilité observées et des écarts persistants entre le cours et sa valeur fondamentale.

## **1. Modèle non-linéaire simple**

Nous partons d'une formulation simple de détermination des prix et nous introduisons l'hétérogénéité des anticipations, pour analyser leur impact sur la formation des prix. Ensuite, nous introduisons les coûts de transaction dans le modèle pour étudier l'effet de cette introduction sur la dynamique d'ajustement des cours boursiers.

---

<sup>99</sup> Nous commençons par reprendre le modèle de De Grauwe et Grimaldi (2005) en l'appliquant aux cours boursiers. Ensuite, nous le développons dans la deuxième partie du travail. Par ailleurs, nous nous inspirons de la thèse de « Ana Isabel Bezerra Cavalcanti » (sous la direction de D. Plihon) intitulée « Instabilité monétaire internationale : une approche en termes d'interaction des agents et d'hétérogénéité de l'information ».

On pose :

$P_t$  : Le cours boursier

$F_t$  : L'ensemble de ses déterminants fondamentaux

Nous commençons par le modèle de formation des cours suivant :

$$P_t = F_t + \alpha E_t(P_{t+1} - P_t) \quad (4.1)$$

Sachant que :

$P_{t+1}$  désigne le prix observé à l'instant  $t+1$

$E_t$  est l'opérateur d'espérance mathématique conditionnelle par rapport à  $P_t$

De Grauwe et Grimaldi (2002 et 2005) ont supposé que les fondamentaux sont déterminés de manière exogène, c'est-à-dire qu'il n'existe pas d'effet de « feedback » entre le cours boursier et le marché des biens. Donc, l'équation (1) peut être reformulée de la manière suivante :

$$P_t = \frac{1}{1+\alpha} F_t + \frac{\alpha}{\alpha+1} E_t(P_{t+1}) \quad (4.2)$$

L'utilisation de cette formule permet de déterminer la valeur fondamentale sous l'hypothèse d'anticipations rationnelles. Cette solution est utilisée comme un « benchmark » par rapport auquel seront mesurées les déviations des cours boursiers.

Sous l'hypothèse d'absence de bulles<sup>100</sup>, la solution de l'équation (2) est la suivante :

$$P_t^f = \frac{1}{1+\alpha} \sum_{i=0}^{\infty} \left( \frac{\alpha}{1+\alpha} \right)^i E_t(F_{(t+i)}) \quad (4.3)$$

En développant l'équation (2), on a :  $\lim_{n \rightarrow +\infty} \left( \frac{\alpha}{1+\alpha} \right)^n E_t(P_{t+n}) = 0$ .

Mathématiquement,  $\alpha$  est positif.

De Grauwe et Grimaldi (2002 et 2005) ont supposé que la valeur fondamentale suit une marche aléatoire sans drift, et qu'elle peut être constante dans certaines applications.

De même pour des raisons de simplification, ils ont spécifié  $F_t$  comme suit :

---

<sup>100</sup> Voir annexes

$$P_t^f = F_t \quad (4.4)$$

Puisque les agents ont des comportements hétérogènes, il est peu probable qu'ils réagissent de la même manière. De Grauwe et Grimaldi (2002 et 2005) ont introduit une hypothèse conduisant à classer les agents selon leurs croyances et certitudes. Les auteurs ont supposé l'existence de  $N_h$  agents de croyance  $h$  avec  $\sum_{h=1}^H N_h = N$  et  $N$  le nombre d'opérateurs intervenants sur le marché.

Ils ont caractérisé les  $H$  types de comportements des différents intervenants sur le marché comme suit<sup>101</sup> :

$$E_{h,t}(P_{t+1}) = P_t^f + g_h(P_t, P_{t-1}, P_{t-2} \dots) \quad (4.5)$$

Où :  $E_{h,t}$  représente l'opérateur d'anticipations de l'agent de croyance  $h$  en  $t$  ; cette espérance conditionnelle est basée sur l'ensemble des informations publiques disponibles.

L'équation (4.5) permet de classer les croyances des agents selon leur façon de spécifier le processus permettant au cours de rejoindre sa valeur fondamentale ; néanmoins, puisque la majorité des agents se fondent sur les tendances passées et présentes des cours pour prévoir leur évolution future et se positionner sur le marché, nous transformons l'équation (5) comme suit :

$$E_t(P_{t+1}) = \sum_{h=1}^H n_h E_{h,t}(P_{t+1}) = P_t^f + \sum_{h=1}^H n_h g_h(P_t, P_{t-1}, P_{t-2} \dots) \quad (4.6)$$

Sachant que  $n_h = \frac{N_h}{N}$  désigne le poids des agents de croyance  $h$  dans le marché.

Sous l'hypothèse d'anticipations rationnelles, le cours en  $(t+1)$  peut être approximé par la somme du résultat de l'anticipation du marché (c'est-à-dire de tous les agents) et d'un bruit blanc reflétant les nouvelles qui n'ont pas été anticipées, soit :

$$P_{t+1} = P_t^f + \sum_{h=1}^H n_h g_h(P_t, P_{t-1}, P_{t-2} \dots) + \varepsilon_{t+1} \quad (4.7)$$

$\varepsilon_{t+1}$  Désigne un bruit blanc

Nous simplifions le modèle en supposant que deux types d'agents sont à distinguer : les chartistes et les fundamentalistes<sup>102</sup>. Donc, deux dynamiques d'ajustement des cours sont identifiées selon le groupe d'intervenants considéré et le degré d'efficience du marché.

<sup>101</sup> Pour plus de détails sur cette formulation voir Brock et Hommes (1998).

Les fundamentalistes supposent que le cours peut s'éloigner de sa valeur fondamentale à court terme, mais a tendance à rejoindre cette valeur à long terme. Leur processus d'anticipations ressemble à celui donné par l'équation (4.7). Pour spécifier la nature de l'ajustement de ces opérateurs, De Grauwe et Grimaldi se sont inspirés de Kilian et Taylor (2001). Ils ont retenu un processus d'ajustement de type quadratique. Les prévisions des fundamentalistes se formalisent alors de la manière suivante :

$$E_{f,t}(\Delta P_{t+1}) = \theta(P_t - P_t^f)^2 \quad (4.8.1)$$

$$\theta < 0 \text{ si } P_t - P_t^f > 0$$

$$\theta > 0 \text{ si } P_t - P_t^f < 0$$

La formule (4.8.1) peut être reformulée de la manière suivante :

$$E_{f,t}(\Delta P_{t+1}) = -\Psi(P_t - P_t^f) = -\Psi(x_t) \quad (4.8.2)$$

Où

$E_{f,t}$  désigne les prévisions des fundamentalistes en t

$\Psi$  est une fonction de la taille de la déviation du cours par rapport à sa valeur fondamentale

$x_t$  mesure l'écart du cours boursier par rapport à sa valeur d'équilibre

$$\Psi = \theta |P_t - P_t^f| \text{ où } \theta > 0 \quad (4.9)$$

L'équation (4.8.2) permet de reproduire la non-linéarité de la dynamique d'ajustement des cours boursiers, dans la mesure où elle définit un processus d'ajustement dont la vitesse de convergence est variable dans le temps. Cette vitesse devient plus élevée (respectivement faible) et l'ajustement plus rapide (respectivement lent) lorsque la déviation du prix par rapport à sa valeur d'équilibre devient large (respectivement faible), et que le cours s'éloigne fortement (respectivement faiblement) de sa valeur fondamentale. En effet, l'arbitrage ne s'active que par sous-périodes, et les intervenants ne tirent profit de cet arbitrage que lorsqu'ils estiment des rendements espérés supérieurs aux coûts supportés.

---

<sup>102</sup> Cette distinction a été introduite par Frankel et Froot (1988) pour modéliser le taux de change.

Les prévisions des chartistes se basent sur les extrapolations des tendances passées dans la mesure où ils supposent l'existence d'un effet de « feedback »<sup>103</sup>. Leurs prévisions se formulent de la manière suivante :

$$E_{c,t}(\Delta P_{t+1}) = \beta \sum_{i=0}^T \alpha_i \Delta P_{t-i} \quad (4.10)$$

Où :

$E_{c,t}$  : désigne l'opérateur des prévisions des chartistes /  $I_t$

$\beta$  : mesure le degré d'extrapolation

$\alpha_i$  sont des poids géométriques décroissants:

$$\alpha_i = \frac{(1 - \alpha)\alpha^{i-1}}{1 - \alpha^I}$$

$$\text{Avec } 1 - \alpha^I = \sum_{i=1}^I (1 - \alpha)\alpha^{i-1}$$

$$\text{et } \sum_{i=1}^I \alpha_i = 1$$

Notons que les chartistes peuvent être considérés comme des bruiteurs (« noise traders »<sup>104</sup>) puisqu'ils ne prennent pas en compte les informations concernant le prix fondamental.

Pour représenter les prévisions des chartistes, les auteurs ont, dans une logique similaire à l'équation (4.7), admis la présence simultanée des chartistes et des fundamentalistes. Ils ont transformé l'équation de la variation des cours comme suit :

$$\Delta P_{t+1} = n_{ft}\theta(P_t - P_t^f)^2 + n_{ct}\beta \sum_{i=0}^T \alpha_i \Delta P_{t-i} + \varepsilon_{t+1} \quad (4.11)$$

Où :  $n_{ft}$  et  $n_{ct}$  désignent respectivement les poids des fundamentalistes et des chartistes.

Dans cette première partie du travail, nous allons supposer comme De Grauwe et Grimaldi (2002) que les poids des fundamentalistes et celui des chartistes sont égaux. Nous supposons alors que ces deux types d'opérateurs se partagent le marché ( $n_{ft}=n_{ct}= 0.5$ ). Bien que ce choix ne reflète pas la réalité du marché, il nous permettra de voir la dynamique

<sup>103</sup> De Grauwe et Grimaldi supposent l'existence d'un effet « feedback » positif basé sur des extrapolations des tendances passées.

<sup>104</sup> Voir Kilian et Taylor (2001).

du cours boursier. Dans les sections suivantes, les poids respectifs des fundamentalistes et des chartistes seront basés sur les probabilités de passage d'un régime à un autre.

## 2. Introduction des coûts de transaction

« Les frais de transaction ont une composante explicite qui apparaît sur les avis d'opéré et une composante implicite qui dépend de l'arrondi des cotations, de la fourchette et de l'impact de l'ordre de transaction sur les prix. La composante essentielle des frais de transaction est la fourchette ou écart entre les cours acheteurs et vendeurs. Les frais explicites dépendent du circuit par lequel l'ordre transite et de la taille de cet ordre. Ils se décomposent en commission, courtage, TVA, impôt de bourse et les frais de gestion du compte titres (droits de garde, frais d'encaissement de coupons de dividendes et coûts d'accès aux services télématiques de gestion de titres). »<sup>105</sup>

Jusqu'à nous avons admis l'absence de coûts de transaction. Si on les intègre, les comportements des opérateurs seront différents selon que le cours est à l'intérieur ou à l'extérieur de la bande d'inaction<sup>106</sup>. En effet, lorsque les déviations du cours par rapport à sa valeur fondamentale sont inférieures aux coûts de transaction, les fundamentalistes anticipent l'absence d'arbitrage et les variations du cours suivent un bruit blanc ; du coup, ils n'opèrent aucune action. Par ailleurs, si les écarts du cours par rapport à sa valeur fondamentale sont supérieurs aux coûts de transaction, les fundamentalistes suivent leurs prévisions décrites précédemment dans l'équation (4.8).

Concrètement, De Grauwe et Grimaldi (2005) ont exprimé cette zone de la manière suivante :

$$\text{Si } |P_t - P_t^f| < c \text{ alors } E_t^f(\Delta P_{t+1}) = 0 \quad (4.12.1)$$

$$\text{Si } |P_t - P_t^f| > c \text{ alors } E_t^f(\Delta P_{t+1}) = -\Psi(P_t - P_t^f) = -\Psi(x_t) \quad (4.12.2)$$

## 3. Solution du modèle<sup>107</sup>

Le modèle en question n'admet pas de solutions analytiques à cause de son caractère non-linéaire. Dans un premier temps, nous nous intéresserons à la partie déterministe du modèle

<sup>105</sup> Jawadi et Chaouachi (2006) : « Coûts de transaction et dynamique non-linéaire des prix des actifs financiers : une note théorique ».

<sup>106</sup> Nous reviendrons sur ce concept dans la suite du travail.

<sup>107</sup> Dans toutes les simulations nous retenons 100 chartistes et 100 fundamentalistes.

en éliminant toutes les variables stochastiques. A cet égard, une analyse des conditions initiales des paramètres du modèle s'impose.

### 3.1. Solution du modèle déterministe

Nous retiendrons la même démarche utilisée par De Grauwe et Grimaldi (2002) ; en effet, les auteurs ont commencé par une démarche qui consiste à simplifier le modèle de base qui devient de la forme suivante :

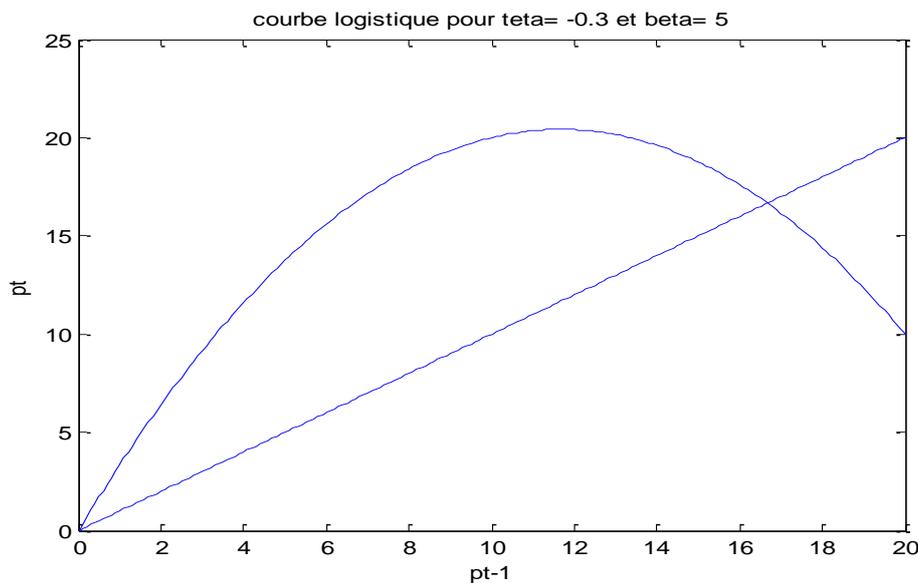
$$P_t = \left(1 + \frac{\beta}{2}\right) P_{t-1} - \frac{\beta}{2} P_{t-2} + \frac{\theta}{2} P_{t-1}^2 \quad (4.13)$$

Néanmoins, il est préférable de réécrire l'équation en retenant la spécification suivante<sup>108</sup> :

$$\Delta P_{t+1} = \frac{\theta}{2} (P_t - P_t^f)^2 + \frac{\beta}{2} \Delta P_t \quad (4.14)$$

Cette version simple du modèle admet la structure d'une fonction logistique<sup>109</sup>. En effet, pour des valeurs données de  $P_{t-1}$  et  $P_{t-2}$ , nous obtenons une fonction logistique. A l'instar de De Grauwe et Grimaldi (2002), nous représentons une courbe logistique pour  $\theta = -0.3$  et  $\beta = 5$ .

Figure 4



<sup>108</sup>  $P_t^f = 0$ .

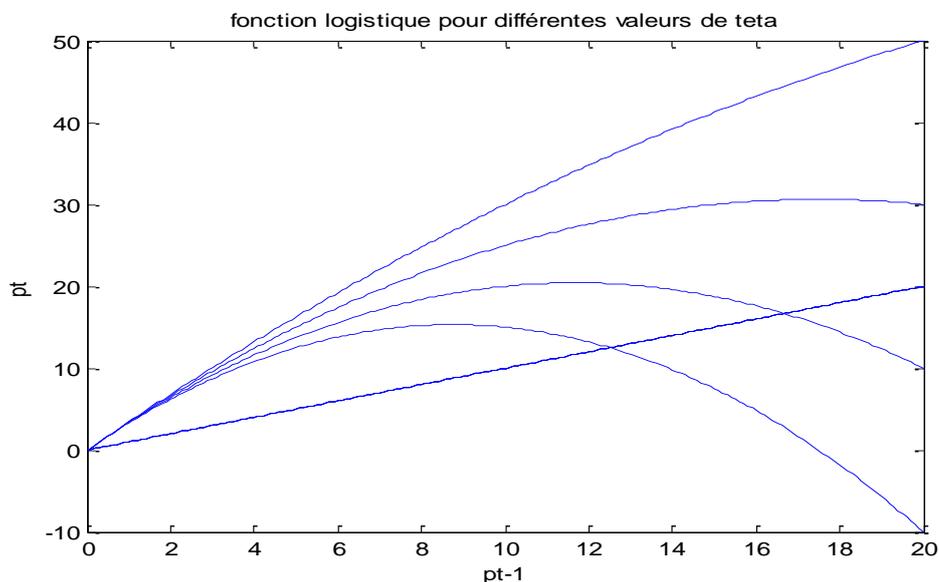
<sup>109</sup> Voir Baumol et Benhabib.

Source : calculs de l'auteur

Ce graphique est le résultat des différents comportements des chartistes et des fundamentalistes ; lorsque le prix est proche de sa valeur d'équilibre, c'est-à-dire zéro dans notre cas, le mouvement du prix est donné par les chartistes qui se basent sur le passé pour prédire le futur. La courbe est alors ascendante. Néanmoins, si le prix s'éloigne de sa valeur d'équilibre, le régime fondamentaliste devient dominant. La courbe devient alors décroissante.

La forme exacte de la courbe dépend des paramètres du modèle comme le montre le graphique suivant :

**Figure 5**



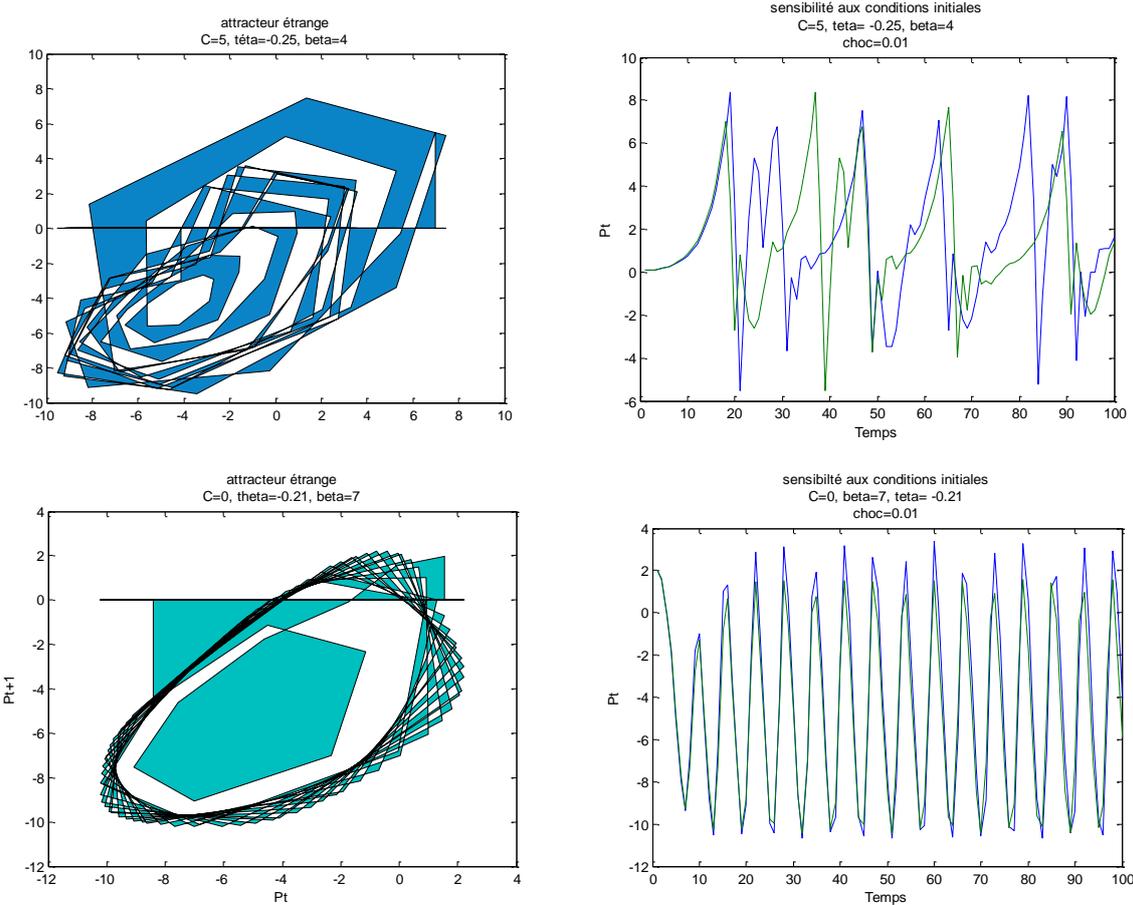
Source : calculs de l'auteur

Dans ce graphique, beta est fixe et égal à 5. La vitesse d'ajustement  $\theta$  varie et admet quatre valeurs (-0.1,-0.2,-0.3,-0.4). Nous remarquons que lorsque la vitesse d'ajustement  $\theta$  augmente, l'action à la baisse des fundamentalistes se produit plus tôt.

Nous remarquons que, malgré sa simplicité, le modèle génère une dynamique de prix très complexe. Selon le calibrage choisi, nous obtenons des points fixes, des solutions périodiques et des solutions chaotiques. En effet, comme le montrent les composantes de la figure 3, pour certaines valeurs des paramètres du modèle, le prix suit un schéma chaotique. Dans cet exemple, nous avons deux cas de figure ; en effet, dans le premier graphique nous admettons la présence des coûts de transaction ( $C=5$ ), contrairement au second graphique qui

admet des coûts de transaction nuls. De même, nous mettons en évidence la sensibilité du modèle aux conditions initiales à travers une augmentation de 0.01 du prix initial. Les tests de sensibilité aux conditions initiales confirment la nature chaotique de notre modèle dans la mesure où un choc initial de 0.01 est susceptible de modifier la tendance des prix futurs. Néanmoins, il faut noter que les solutions trouvées dépendent de la valeur du premier prix. En effet, nous choisissons un prix initial égal à 0.1 pour l'exemple 1 et 2 pour le second exemple.

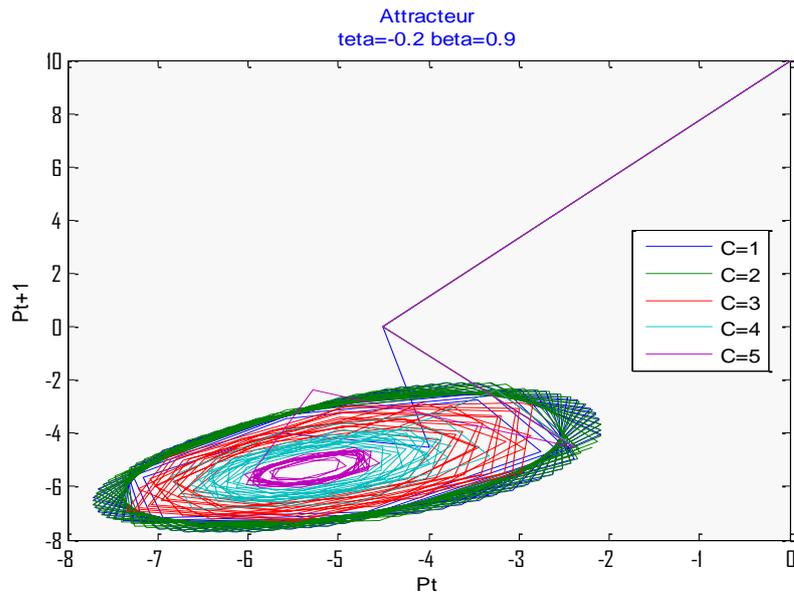
**Figure 6**



Source : calculs de l'auteur

Dans la figure 7, nous mettons en évidence la nature chaotique du modèle pour différentes valeurs des coûts de transaction.

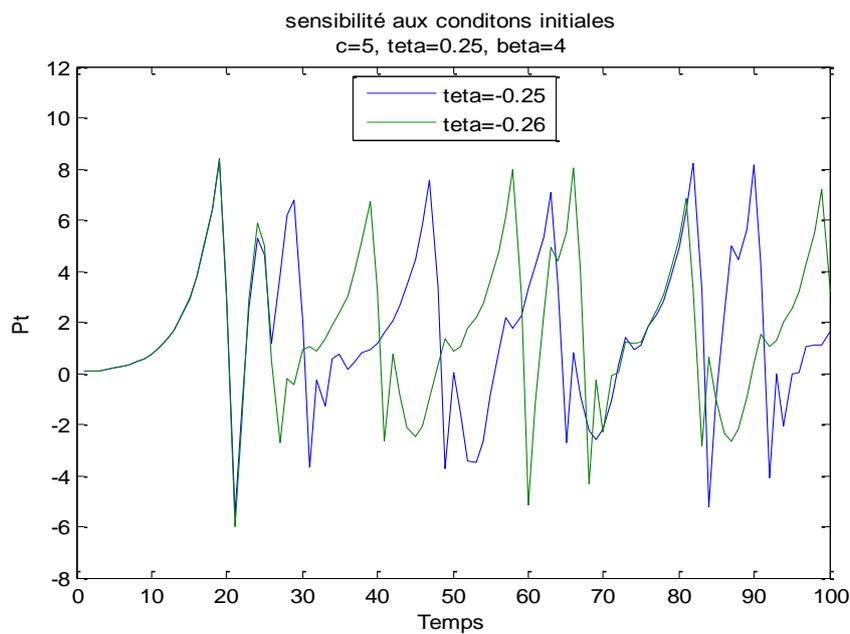
**Figure 7**



Source : calculs de l'auteur

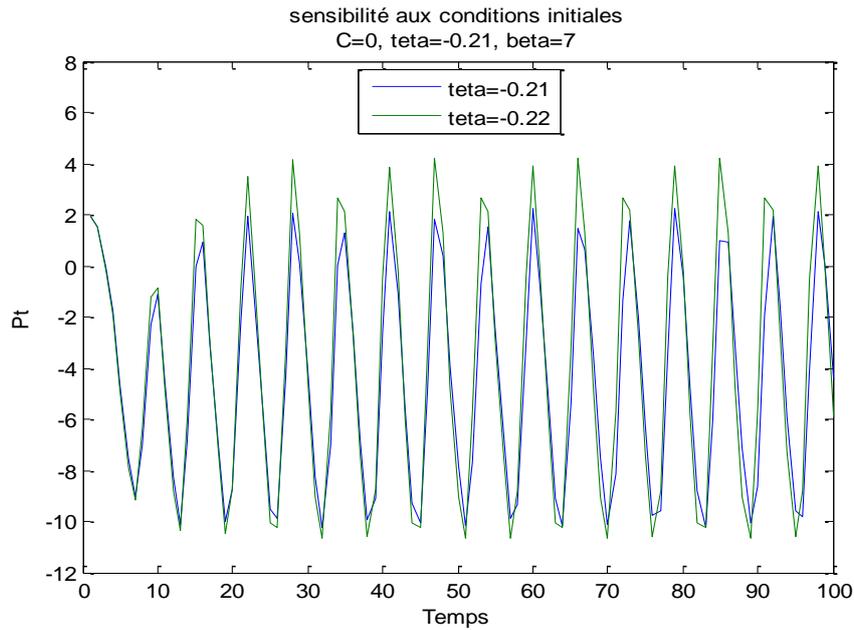
Les figures 8a et 8b mettent en évidence la vulnérabilité du modèle par rapport à la vitesse d'ajustement  $\theta$  (variation de 0.01). En effet, une erreur bien qu'elle soit très petite, commise par les fundamentalistes dans l'estimation de la valeur de la vitesse d'ajustement peut avoir des répercussions importantes sur la dynamique des prix d'une part, et sur leurs propres anticipations d'autre part. Néanmoins, nous remarquons un changement plus profond dans la dynamique des prix en présence des coûts de transaction.

**Figure 8 a**



Source : calculs de l'auteur

**Figure 8 b**



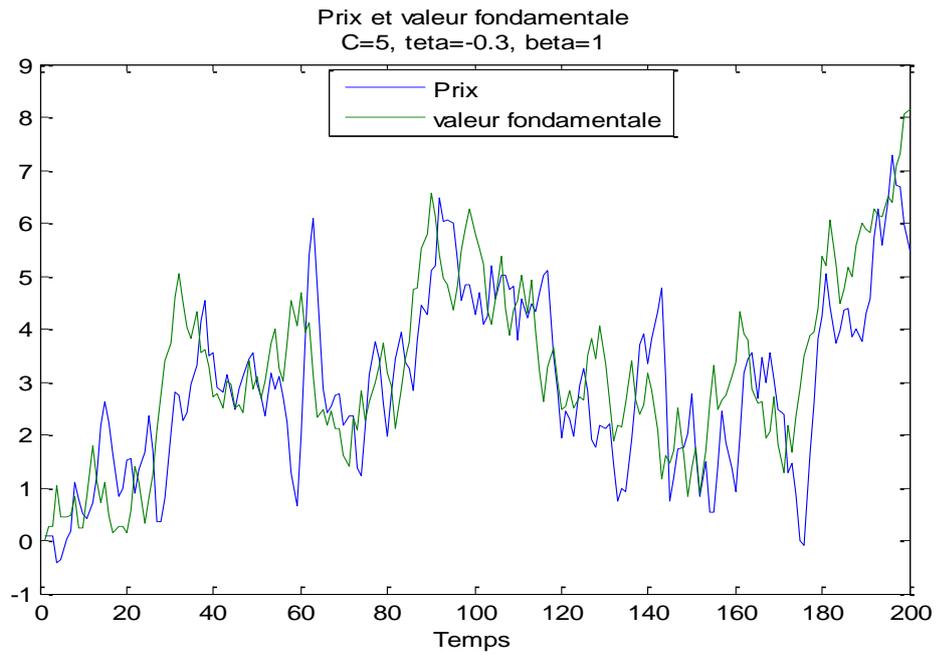
Source : calculs de l'auteur

### 3.2. Solution du modèle stochastique

Nous nous intéressons maintenant à la partie stochastique du modèle c'est-à-dire à la solution lorsque des chocs aléatoires peuvent toucher les prix. Tout d'abord, dans les figures 9a et 9b nous analysons la dynamique du prix par rapport à sa valeur fondamentale<sup>110</sup>. Nous retenons une combinaison de paramètres qui ne produit pas un chaos déterministe. Dans la première figure nous remarquons que les prix observés avoisinent leur valeur fondamentale la plupart du temps. Ceci peut être expliqué par le fait que le régime fondamentaliste est dominant et que la vitesse d'ajustement retenue par les fondamentalistes, qui est de l'ordre de -0.3, est appropriée pour ce cas de figure. Cependant, dans le second exemple qui correspond à la réalité des marchés financiers, nous remarquons un écart à la fois substantiel et persistant entre le prix et sa valeur fondamentale. En effet, il apparaît parfois que le mouvement des prix est à l'opposé de celui de la valeur fondamentale. Ce constat peut être considéré comme étant une anomalie du marché et une preuve de son inefficience dans la mesure où la valeur fondamentale est censée être une approximation du prix. Cela dit, nous reviendrons sur ce constat dans la deuxième partie du travail.

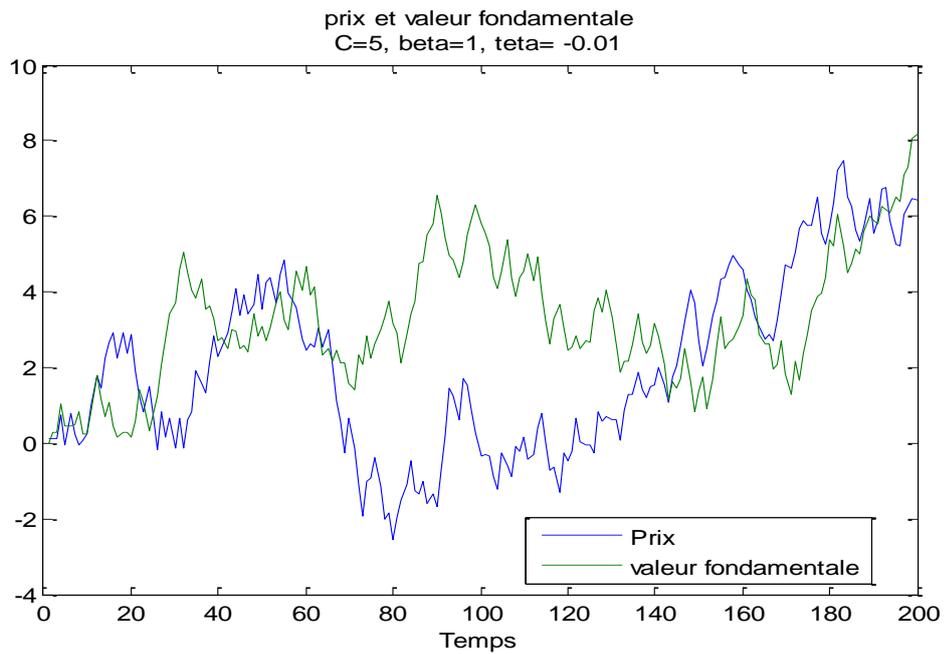
**Figure 9 a**

<sup>110</sup> Notons que la valeur fondamentale est aléatoire.



Source : calculs de l'auteur

**Figure 9 b**

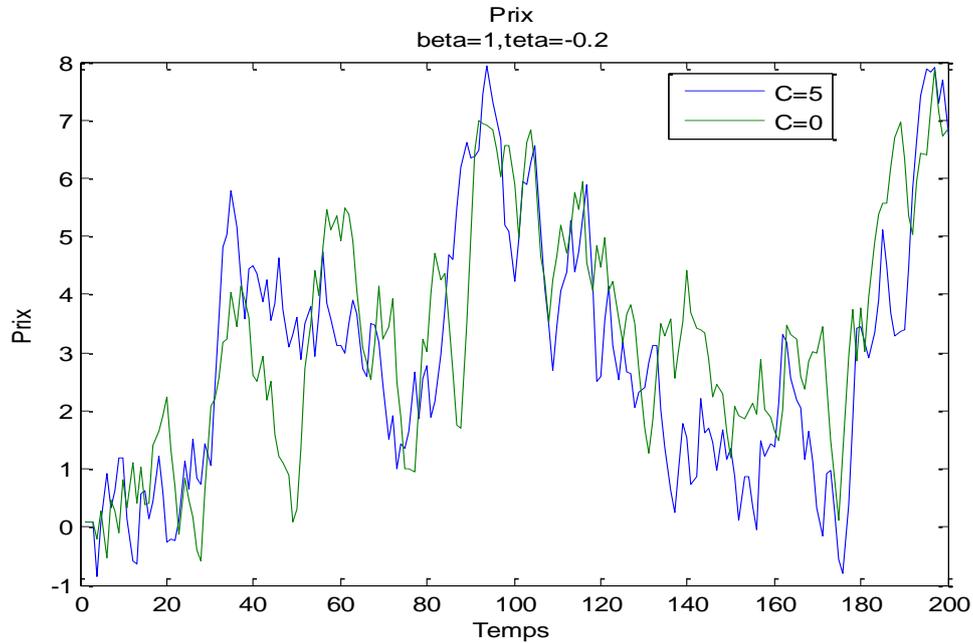


Source : calculs de l'auteur

Enfin, le schéma 10 met en évidence l'impact des coûts de transaction sur la dynamique des prix ; rappelons que l'absence des coûts de transaction est l'une des hypothèses restrictives de la théorie de l'efficience. En effet, le mouvement des prix en présence de coûts de transaction est fréquemment à l'apposé de celui en absence des coûts.

Pour des périodes de hausse (respectivement de baisse), nous remarquons des périodes de baisse (respectivement de hausse) ; ce qui met en évidence l'importance d'une prise en considération des coûts de transaction dans le modèle de formation des prix.

**Figure 10**



Source : calculs de l'auteur

#### 4. Modèle avec spécification du nombre des fundamentalistes et des chartistes

Nous récupérons l'équation (4.11) qui se définit de la manière suivante :

$$\Delta P_{t+1} = n_{ft} \theta (P_t - P_t^f)^2 + n_{ct} \beta \sum_{i=0}^T \alpha_i \Delta P_{t-i} + \varepsilon_{t+1}$$

Cette spécification attribue les variations des cours à l'action des chartistes et/ou des fundamentalistes. Elle combine deux types d'ajustement différents menés par ces deux types d'investisseurs. On a donc :

$$n_{ct} = \frac{N_{c,t}}{N_{c,t} + N_{f,t}}$$

$$n_{ft} = \frac{N_{f,t}}{N_{f,t} + N_{c,t}}$$

$$N_{c,t} + N_{f,t} = N = \text{constante.}$$

Afin de spécifier les dynamiques qui gouvernent les pondérations des chartistes et celles des fundamentalistes, De Grauwe et Grimaldi (2005) ont défini le nombre des chartistes ( $N_{c,t}$ ) et des fundamentalistes ( $N_{f,t}$ ) par les deux équations suivantes :

$$N_t^c = N_{t-1}^c + N_{t-1}^f p_t^{fc} - N_{t-1}^c p_t^{cf} \quad (4.15)$$

Avec

$p_t^{cf}$  : Probabilité pour un chartiste de devenir fundamentaliste en t

$p_t^{fc}$  : Probabilité pour un fundamentaliste de devenir chartiste en t

$$N_t^f = N_{t-1}^f + N_{t-1}^c p_t^{cf} - N_{t-1}^f p_t^{fc} \quad (4.16)$$

Un fundamentaliste est dit exogène lorsqu'il estime que le prix doit varier en fonction de la valeur fondamentale et utilise un signal exogène par exemple les dividendes pour anticiper cette variation. Formellement, d'après l'équation (4.13), le nombre des fundamentalistes exogènes à l'instant t est égal à  $N_{t-1}^f + N_{t-1}^c p_t^{cf}$ . De même, un agent est dit fundamentaliste endogène lorsqu'il suppose que l'évolution du cours est expliquée par celle de la valeur fondamentale mais il se réfère à des signaux endogènes tels que les tendances passées des prix pour expliquer cette variation ; ainsi, leur nombre est donné par la spécification suivante :  $N_{t-1}^f p_t^{fc}$ . Tadjeddine (2000) souligne que le premier cadre correspond à celui de Lucas (1978) alors que le second cadre est expliqué par la rationalité du mimétisme informationnel (Orléan, 1990).

Les probabilités sont calculées en fonction de la performance, de la profitabilité des prévisions de chaque groupe et du risque associé à l'utilisation de ces prévisions.

$$p_t^{fc} = \gamma_1 \frac{\exp(\pi_{c,t-1})}{\exp(\pi_{c,t-1}) + \exp(\pi_{f,t-1})} * \exp(-z(P_{t-1} - F_{t-1})^2) \quad (4.17)$$

Avec  $\pi_{c,t-1}$  et  $\pi_{f,t-1}$  désignent respectivement les profits des chartistes et des fundamentalistes en (t-1).

$$p_t^{cf} = \gamma_2 \frac{\exp(\pi_{f,t-1})}{\exp(\pi_{f,t-1}) + \exp(\pi_{c,t-1})} * (1 - \exp(-z(P_{t-1} - F_{t-1})^2)) \quad (4.18)$$

$$\pi_{i,t} = (P_{t-1} - P_{t-2}) * \text{sgn}(E_{i,t-1} P_{t-1} - P_{t-2})$$

$$\text{Avec } \text{sgn}[x] = \begin{cases} 1 \text{ pour } x > 0 \\ 0 \text{ pour } x = 0 \\ -1 \text{ pour } x < 0 \end{cases} \quad \text{et } i = c, f$$

Le ratio  $\frac{\exp(\pi_{c,t-1})}{\exp(\pi_{c,t-1}) + \exp(\pi_{f,t-1})}$  mesure le profit des chartistes par rapport au profit total du marché ; en effet, les chartistes réalisent des profits lorsque leurs estimations se rapprochent de la réalité de l'évolution des cours et réalisent des pertes s'ils se trompent lors de l'extrapolation des tendances passées des cours.

Le ratio  $\frac{\exp(\pi_{f,t-1})}{\exp(\pi_{f,t-1}) + \exp(\pi_{c,t-1})}$  mesure le profit des fundamentalistes par rapport au profit total du marché ; ils réalisent des profits lorsque la valeur fondamentale se rapproche du cours observé sur le marché. Ces deux ratios sont compris entre 0 et 1.

$\gamma_1$  Respectivement  $\gamma_2$ <sup>111</sup> mesure la sensibilité de la probabilité de passage du fondamentaliste (respectivement chartiste) au chartiste (respectivement fondamentaliste) au profit relatif des chartistes (respectivement des fundamentalistes).

Le terme  $\exp(-z(P_{t-1} - F_{t-1})^2)$  capture le risque associé à l'utilisation des prévisions des chartistes. Concrètement, lorsque le cours s'éloigne fortement de sa valeur fondamentale, le risque associé à l'utilisation de l'analyse chartiste augmente contrairement aux fundamentalistes dont le risque diminue. Dans ce cas de figure, la probabilité de passage d'un fondamentaliste pour devenir un chartiste diminue.

Le terme  $(1 - \exp(-z(P_{t-1} - F_{t-1})^2))$  capture le risque associé à l'utilisation des prévisions des fundamentalistes. Concrètement, lorsque le cours s'éloigne fortement de sa valeur fondamentale, le risque associé à l'utilisation de l'analyse fondamentaliste baisse contrairement aux chartistes dont le risque augmente. Dans ce cas de figure, la probabilité de passage d'un chartiste pour devenir un fondamentaliste croît.

Le paramètre  $z$  exprime la sensibilité du terme de risque à la taille des déviations du cours par rapport à sa valeur d'équilibre. Lorsque l'écart entre le cours et sa valeur fondamentale augmente, le risque accroît et les chartistes augmentent leur profit ce qui incite les intervenants sur le marché à devenir chartistes.

Jusque là, nous avons admis l'absence de coûts de transaction. En effet, lorsque les déviations du cours par rapport à sa valeur fondamentale sont inférieures aux coûts de

---

<sup>111</sup>  $\gamma_1$  et  $\gamma_2$  Sont compris entre 0 et 1. Ces paramètres sont différents du modèle de « De Grauwe et Grimaldi ».

transaction, les fundamentalistes anticipent l'absence d'arbitrage et les variations du cours suivent alors un bruit blanc.

Comme on l'a vu précédemment, De Grauwe et Grimaldi (2005) ont exprimé cette zone de la manière suivante :

$$\text{Si } |P_t - P_t^f| < c \text{ alors } E_t^f(\Delta P_{t+1}) = 0 \quad (4.19)$$

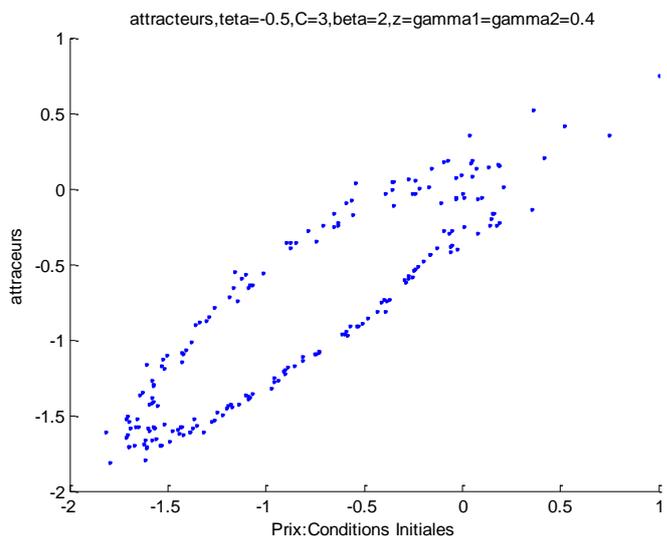
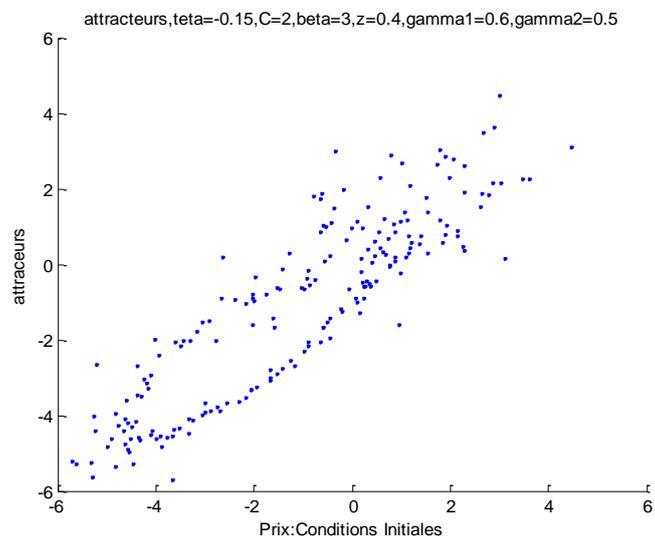
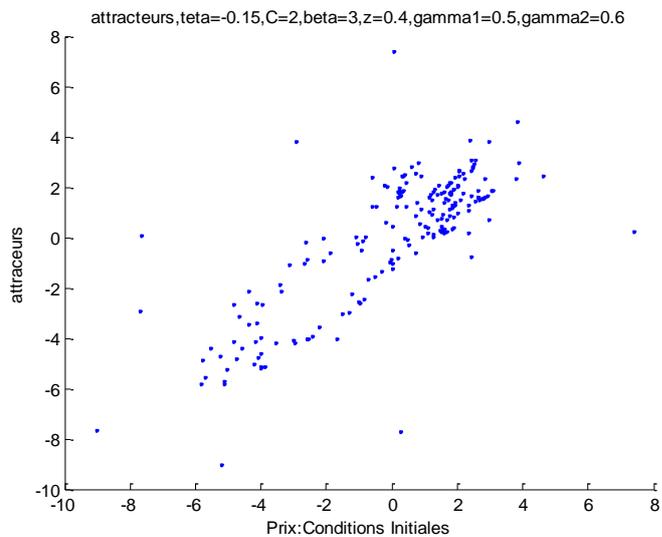
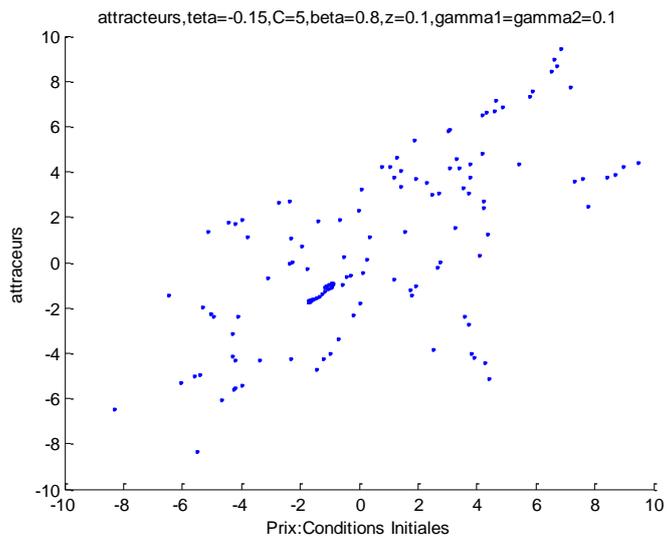
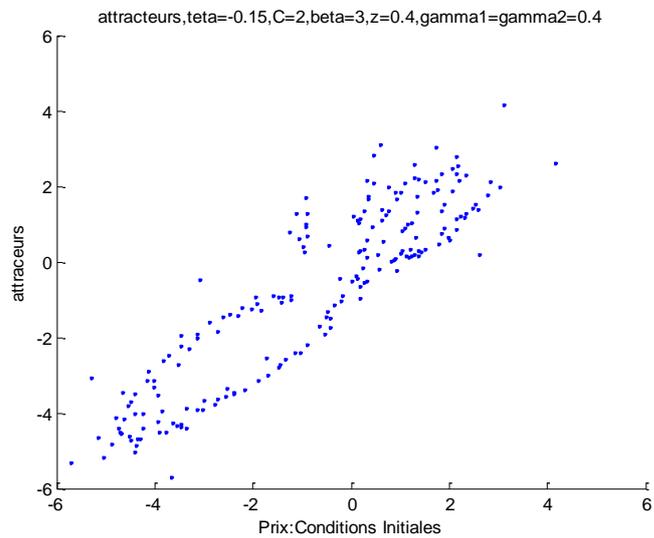
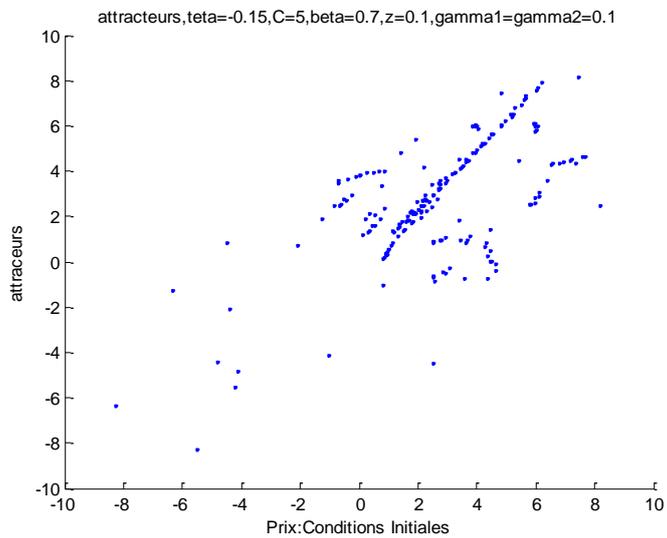
$$\text{Si } |P_t - P_t^f| > c \text{ alors } E_t^f(\Delta P_{t+1}) = -\Psi(P_t - P_t^f) = -\Psi(x_t) \quad (4.20)$$

#### 4.1. Solution du modèle déterministe

Nous commençons par étudier la partie déterministe du modèle (absence de choc exogène) : nous notons que les solutions trouvées dépendent certes du calibrage choisi mais aussi des conditions initiales, c'est-à-dire du prix initial. Pour certains calibrages qualifiés par « De Grauwe et Grimaldi » de « raisonnables » dans la mesure où ils permettent de trouver des solutions analytiques observables, les solutions du modèle sont des points fixes (fixed point solution). Comme le montre la figure 11, il existe une multiplicité de points qui dépendent des conditions initiales. Sur l'axe des abscisses figurent les différentes conditions initiales (les chocs initiaux qui touchent la partie déterministe du modèle) et sur l'axe des ordonnées, nous trouvons les solutions de ces chocs. Notons qu'à cause du caractère non linéaire du modèle, le moindre choc bien qu'il soit négligeable aboutit à un changement important des solutions possibles.

L'existence des coûts de transaction est une limite à l'arbitrage et à l'efficience des marchés financiers. En effet, les opérateurs ne lancent pas d'arbitrage lorsque les gains anticipés sont inférieurs aux coûts assumés. Cela aboutit à la création de deux bandes, une première zone de non échange à l'intérieur de laquelle les opérateurs n'agissent pas, ce qui éloigne le cours de sa valeur fondamentale appelée « bande d'inaction ». Dans la seconde bande, l'ajustement est plutôt actif. Les solutions observées (les points fixes) se situent à l'intérieur de cette bande. Aussi, pour toute solution qui se trouve en dehors de cette zone, les fundamentalistes agissent pour que les déviations du cours reviennent à la moyenne (mean reversion). Le régime fondamentaliste disparaît lorsque tous les points se situent à l'intérieur de la bande d'action, laissant la place au régime chartiste qui devient dominant.

**Figure 11 (source : calculs de l'auteur)**



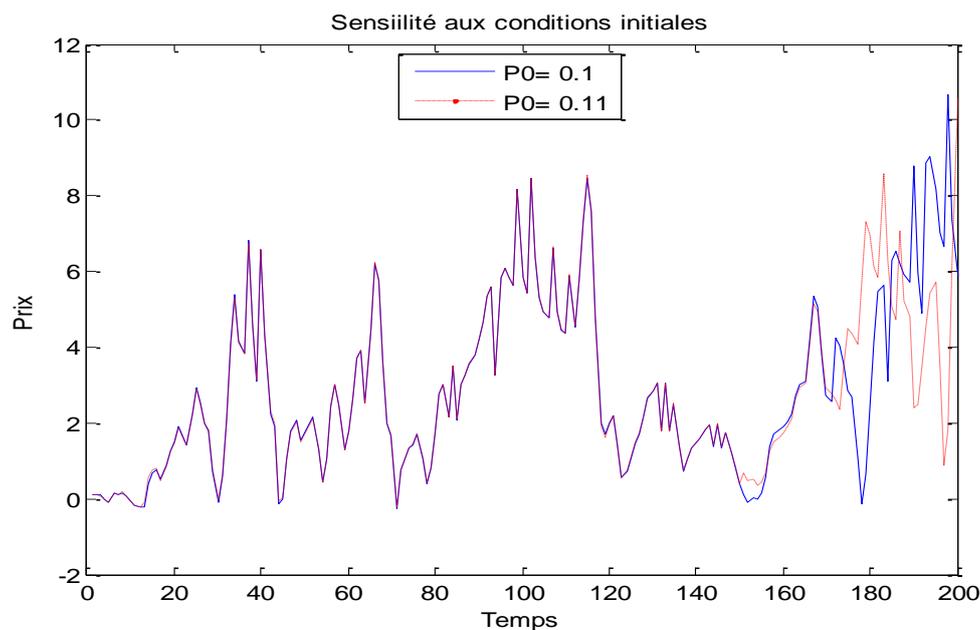
## 4.2. Solution du modèle stochastique

Prenons en compte, à ce point de notre développement, la version stochastique du modèle : aussi, nous introduisons des perturbations stochastiques qui touchent la valeur fondamentale qui suit une marche aléatoire. Nous calibrons le modèle en choisissant des paramètres qui éliminent le chaos déterministe. Nous optons alors pour  $C=1$ ,  $\theta=-0.25$ ,  $\beta=0.9$ ,  $\gamma_1=\gamma_2=z=0.1$ .

Nous commençons par tester la sensibilité du modèle aux conditions initiales ; nous le simulons avec le même calibrage indiqué précédemment mais pour des valeurs initiales différentes (0.1 et 0.11)<sup>112</sup>.

Nous remarquons qu'après une certaine période, les deux courbes ne suivent plus la même trajectoire : pour des périodes de hausse (respectivement de baisse) d'une courbe, nous remarquons des périodes de baisse (respectivement de hausse) de l'autre courbe. Ce constat s'explique par la partie déterministe du modèle qui admet différents « fixed point solutions » qui dépendent aussi des conditions initiales. L'intérêt de ce résultat est que la combinaison des chocs exogènes et des « fixed point solutions » crée une dynamique chaotique bien que la partie déterministe du modèle ne présente pas une dynamique chaotique<sup>113</sup>, à la suite du calibrage retenu.

**Figure 12**



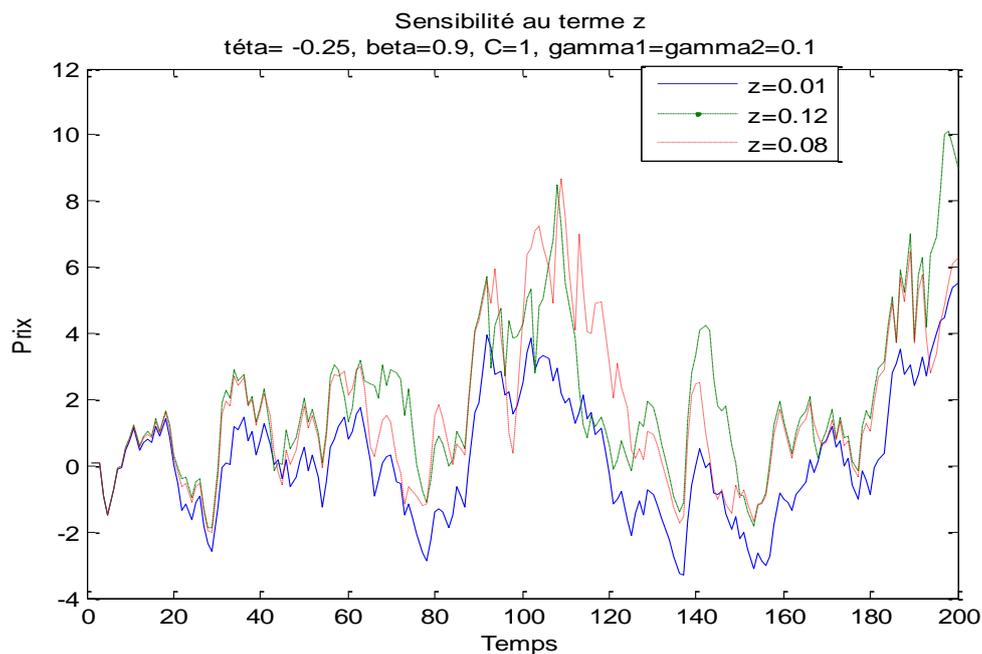
<sup>112</sup> Nous retenons les mêmes perturbations stochastiques pour les deux modèles.

<sup>113</sup> Explication fournie par « De Grauwe et Grimaldi » (2005).

Source : calculs de l'auteur

On rappelle que le paramètre  $z$  exprime la sensibilité du terme de risque à la taille des déviations du cours par rapport à sa valeur d'équilibre. Lorsque l'écart entre le cours et sa valeur fondamentale augmente, le risque accroît et les chartistes augmentent leur profit ce qui incite les intervenants sur le marché à devenir chartistes. Dans le graphique suivant, nous mettons en évidence la sensibilité du modèle au terme  $z$ . Nous simulons le modèle pour trois valeurs de  $z$ , à savoir 0.01, 0.08 et 0.12. Pour une valeur élevée de  $z$ , nous remarquons que la tendance des prix est plus haussière. L'explication a été fournie par De Grauwe et Grimaldi (2005) qui montrent que plus le risque augmente, c'est-à-dire plus les déviations des cours par rapport aux fondamentaux sont importantes, plus un accroissement de la profitabilité est nécessaire pour inciter les fundamentalistes à continuer de devenir chartiste. Cet accroissement de la profitabilité (recherche de profit) fait augmenter les prix mais aussi donne plus d'importance au degré d'inefficience du marché.

**Figure 13**



Source : calculs de l'auteur

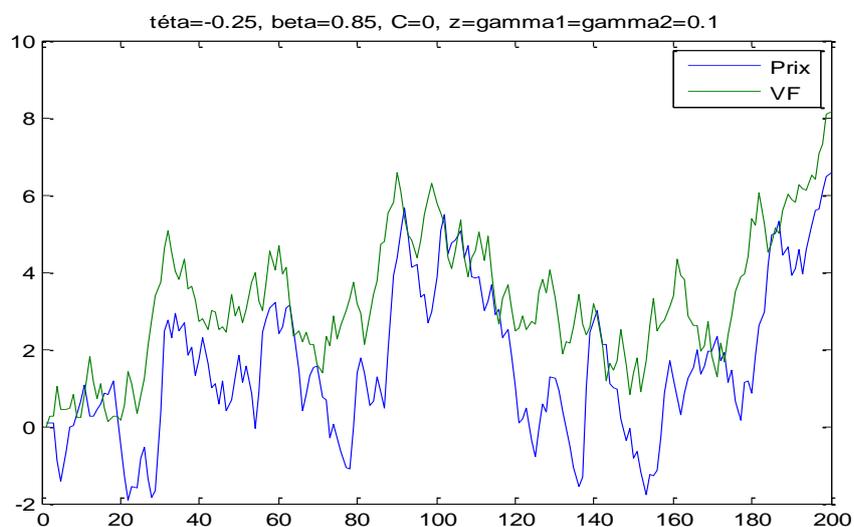
Intéressons-nous à présent à l'impact des coûts de transaction dans le modèle. Pour cela nous retiendrons une démarche qui consiste à comparer les « mésalignements » entre les cours et leur valeur fondamentale en présence ou pas de coûts de transaction.

Comme le montrent les figures 14 et 15, on remarque qu'en présence des coûts de transaction, l'écart entre les cours et leur valeur fondamentale est à la fois plus important et plus persistant. D'autres simulations ont été effectuées en retenant d'autres chocs stochastiques et d'autres calibrages ; elles ont abouti à la même conclusion. La seconde remarque que nous pouvons tirer (voir figure 16) est que plus les coûts de transaction sont importants, plus l'écart entre le cours et sa valeur fondamentale est important. En effet, en retenant trois valeurs de  $C$  différentes (0 ; 1 ; 1.75), nous constatons à la fois une hausse de la volatilité et une persistance des « mésalignements » lorsque les coûts sont les plus élevés.

L'existence de coûts de transaction limite la réaction des intervenants sur le marché boursier. Un opérateur n'a intérêt à réagir que lorsqu'il estime qu'une nouvelle information pourrait faire varier le cours d'un montant supérieur aux coûts induits. Du coup, ces coûts peuvent freiner les transactions boursières susceptibles de ramener le cours à sa valeur fondamentale. De même, plus les coûts d'information sont élevés (respectivement faibles) plus l'accès à l'information est difficile (respectivement facile), plus la réponse des agents est lente (respectivement rapide), et plus les prix sont rigides (respectivement flexibles).

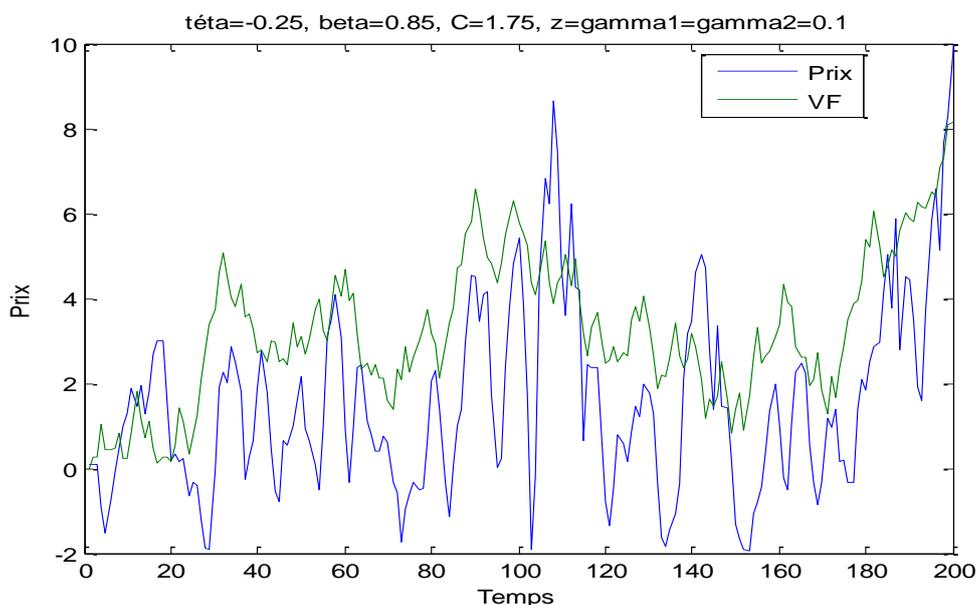
Enfin, notons que si aucun opérateur n'est prêt à acquérir une nouvelle information, de fortes fluctuations dans les prix peuvent être observées à cause de l'action des agents mal informés. Artus (1995) précise que les agents mal informés auront une information de faible qualité parce qu'« elle est très bruitée par l'aléa de l'action des noise traders ». L'asymétrie d'informations empêche le cours de s'ajuster et le marché d'absorber l'impact d'une nouvelle information.

**Figure 14**



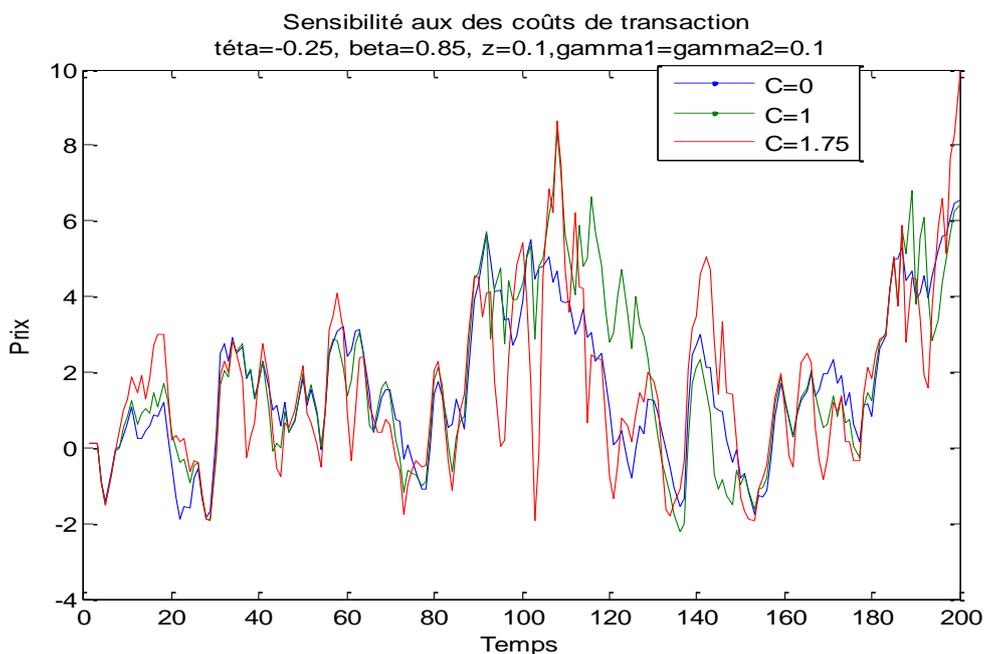
Source : calculs de l'auteur

**Figure 15**



Source : calculs de l'auteur

**Figure 16**



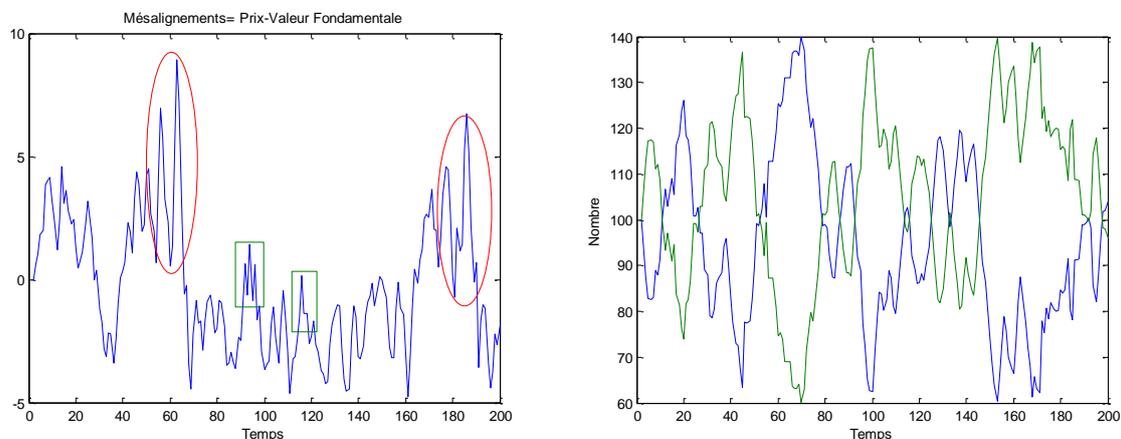
Source : calculs de l'auteur

Lorsque les écarts du cours par rapport à sa valeur fondamentale sont jugées faibles par les fundamentalistes, les chartistes agissent et tendent à écarter le cours de sa valeur fondamentale. A l'intérieur de cette zone d'inaction, la lenteur de l'ajustement et l'inertie dans la force de rappel sont dues à la domination chartiste. A l'inverse, lorsque le cours s'éloigne

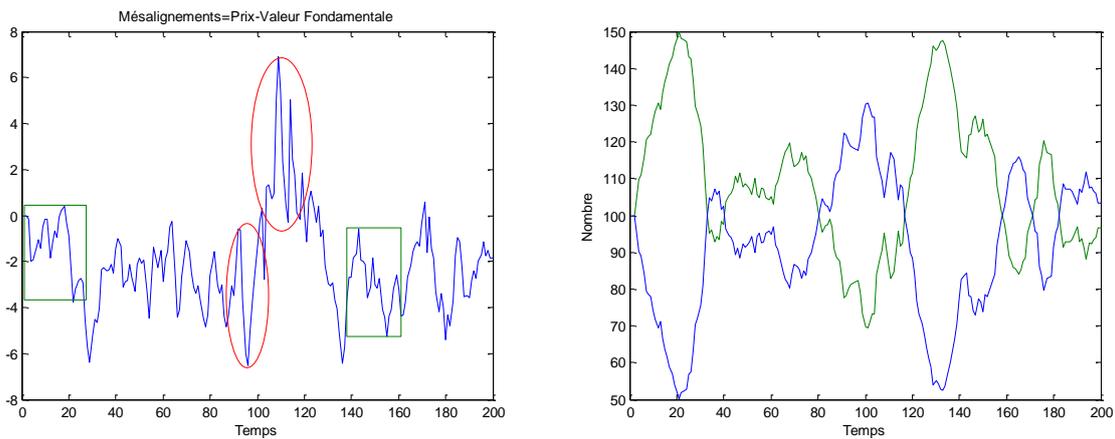
de sa valeur fondamentale, l'action des fundamentalistes tend à le ramener le plus rapidement possible à ses fondamentaux et à rétablir l'efficacité des marchés. « Jawadi et Sahut » parlent d'une forme particulière d'efficacité, appelée « efficacité par régime », selon que le marché est sous la dominance chartiste ou fondamentaliste. Les deux composantes du graphique 17 qui suit, illustrent parfaitement ce mécanisme d'ajustement. La courbe en bleu désigne le nombre des fundamentalistes et celle en vert le nombre des chartistes. En effet, plus l'écart entre le prix et sa valeur fondamentale est important (zones à l'intérieur des éclipses), plus le nombre des fundamentalistes est nettement supérieur à celui des chartistes et ce, contrairement aux situations où les « mésalignements » sont relativement faibles (zones à l'intérieur des rectangles) et durant lesquelles le mécanisme de formation des prix est dû à l'action des chartistes.

De même, on remarque que les périodes calmes dans la dynamique des cours boursiers sont dominées par l'action des chartistes, et que les phases d'instabilité sont dues à l'action des opérateurs fondamentalistes (voir les deux parties de la figure 17 et annexes). Les périodes de forte volatilité correspondent à des périodes de réajustements nécessaires des prix boursiers vers leur prix fondamental et ce, contrairement aux périodes calmes durant lesquelles le réajustement est non nécessaire. Ce constat nous renvoie à nouveau à l'idée de « l'efficacité par régime » selon laquelle le degré d'efficacité d'un marché dépend de l'ampleur de l'action des opérateurs sur le marché. L'action des fundamentalistes est donc stabilisatrice dans la mesure où elle permet aux prix de revenir aux fondamentaux ; ce qui explique la volatilité observée. A contrario, l'action des chartistes qui se caractérise par son caractère spéculatif est source d'inefficacité.

**Figure 17 a**



**Figure 17 b**



Source : calculs de l'auteur

### 4.3. Propriétés statistiques

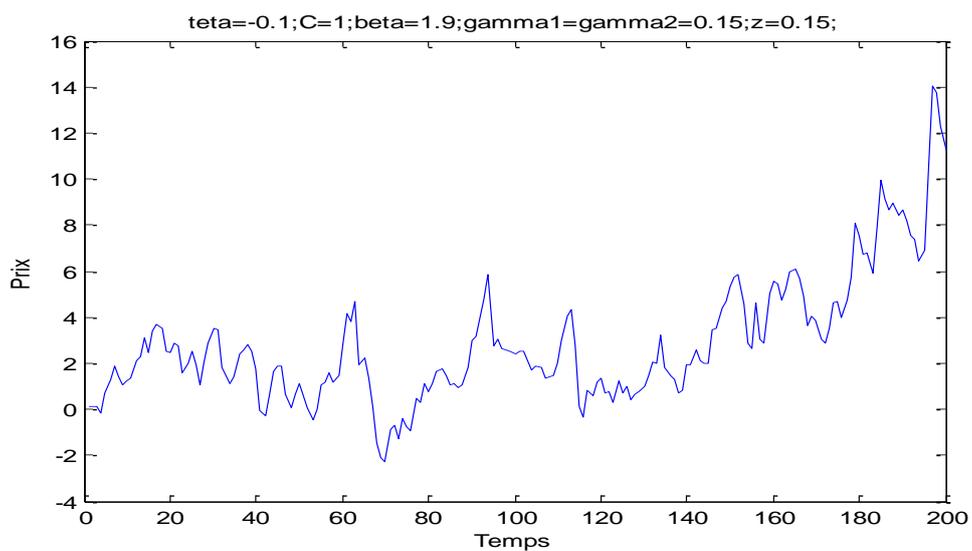
Nos élaborations nous conduisent à étudier maintenant les propriétés statistiques de nos simulations. Nous retiendrons des calibrages qui ne présentent pas de chaos déterministe.

Nous commençons par une première simulation en retenant les paramètres suivants :

$$\left\{ \begin{array}{l} c = 1 \\ \text{théta} = -0.1 \\ \text{beta} = 1.9 \\ \text{gamma1} = \text{gamma2} = 0.15 \\ z = 0.15 \end{array} \right.$$

Le graphique de formation des prix est le suivant :

**Figure 18**



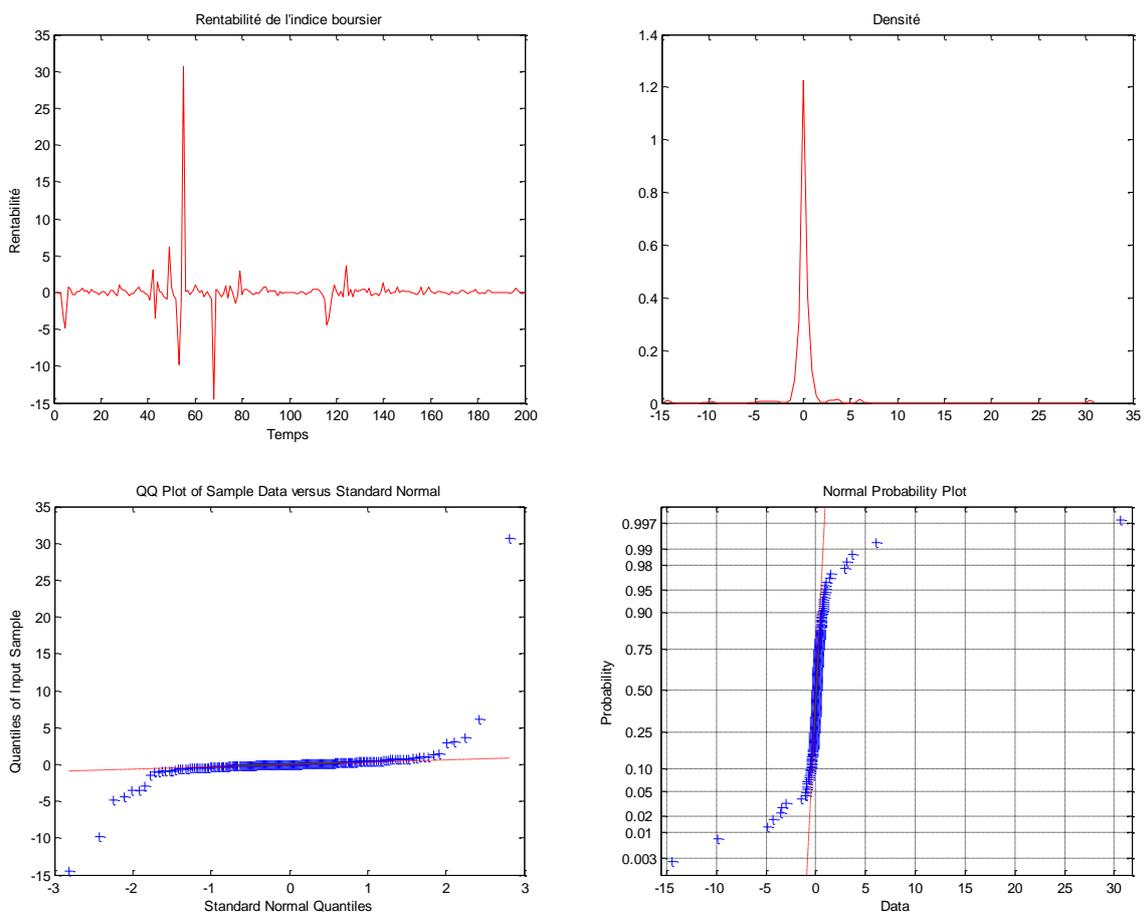
Source : calculs de l'auteur

Rappelons que la rentabilité d'un titre est définie selon la formule suivante<sup>114</sup> :

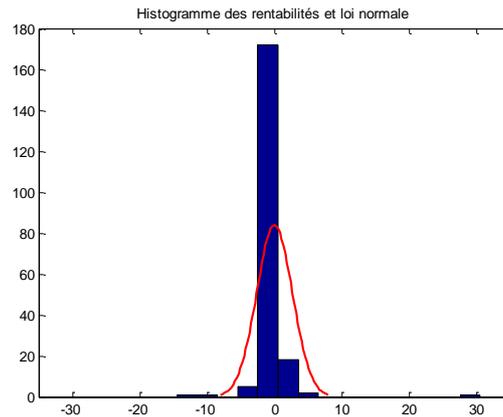
$$r_t = (P_t - P_{t-1})/P_{t-1} \quad (4.21)$$

Nous remarquons que les statistiques de skewness et de kurtosis sont respectivement différentes de 0 et 3 pour la série de rentabilité. La valeur du coefficient de skewness est de 6.506395. Pour une distribution de probabilité quelconque, le coefficient d'aplatissement (kurtosis) est compris entre 1 et  $+\infty$ . Pour une distribution de probabilité suivant une loi normale centrée réduite, ce coefficient d'aplatissement vaut 3. Dans notre cas, le kurtosis est très largement supérieur à 3 (92.78783) ce qui dénote la forte probabilité des valeurs extrêmes ; en effet, un coefficient d'aplatissement élevé indique que la distribution est plutôt pointue en sa moyenne, et indique des queues de distribution épaisses. Du fait de ces deux caractéristiques, et comme l'indique la statistique de Jarque-Bera (68936.19), les séries ne suivent pas une loi normale.

**Figure 19 (source : calculs de l'auteur)**



<sup>114</sup> Nous retenons le rendement arithmétique et non pas le rendement logarithmique puisqu'il existe des valeurs de prix négatives.



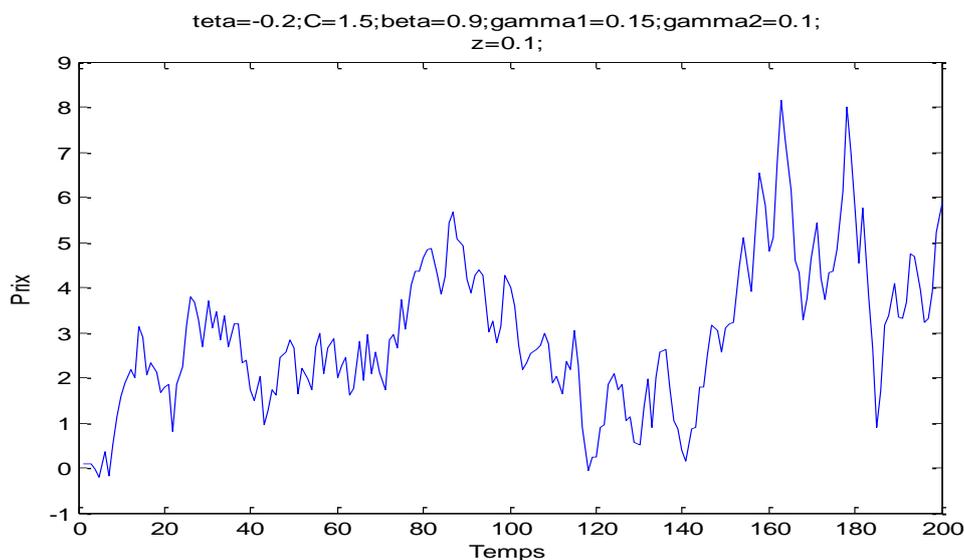
Un diagramme Quantile-Quantile (qqplot) permet de voir rapidement l'adéquation d'un échantillon à une distribution, ou comparer deux échantillons entre eux. Nous remarquons que dans notre cas de figure, la droite théorique se rapproche de celle d'une distribution de Cauchy ; de même le reste des graphiques valide la conclusion tirée précédemment selon laquelle la distribution des rentabilités ne suit pas une loi normale.

Nous passons à une seconde simulation en retenant les paramètres suivants :

$$\left\{ \begin{array}{l} c = 1.5 \\ \theta = -0.2 \\ \beta = 0.9 \\ \gamma_1 = 0.15 \\ \gamma_2 = 0.1 \\ z = 0.1 \end{array} \right.$$

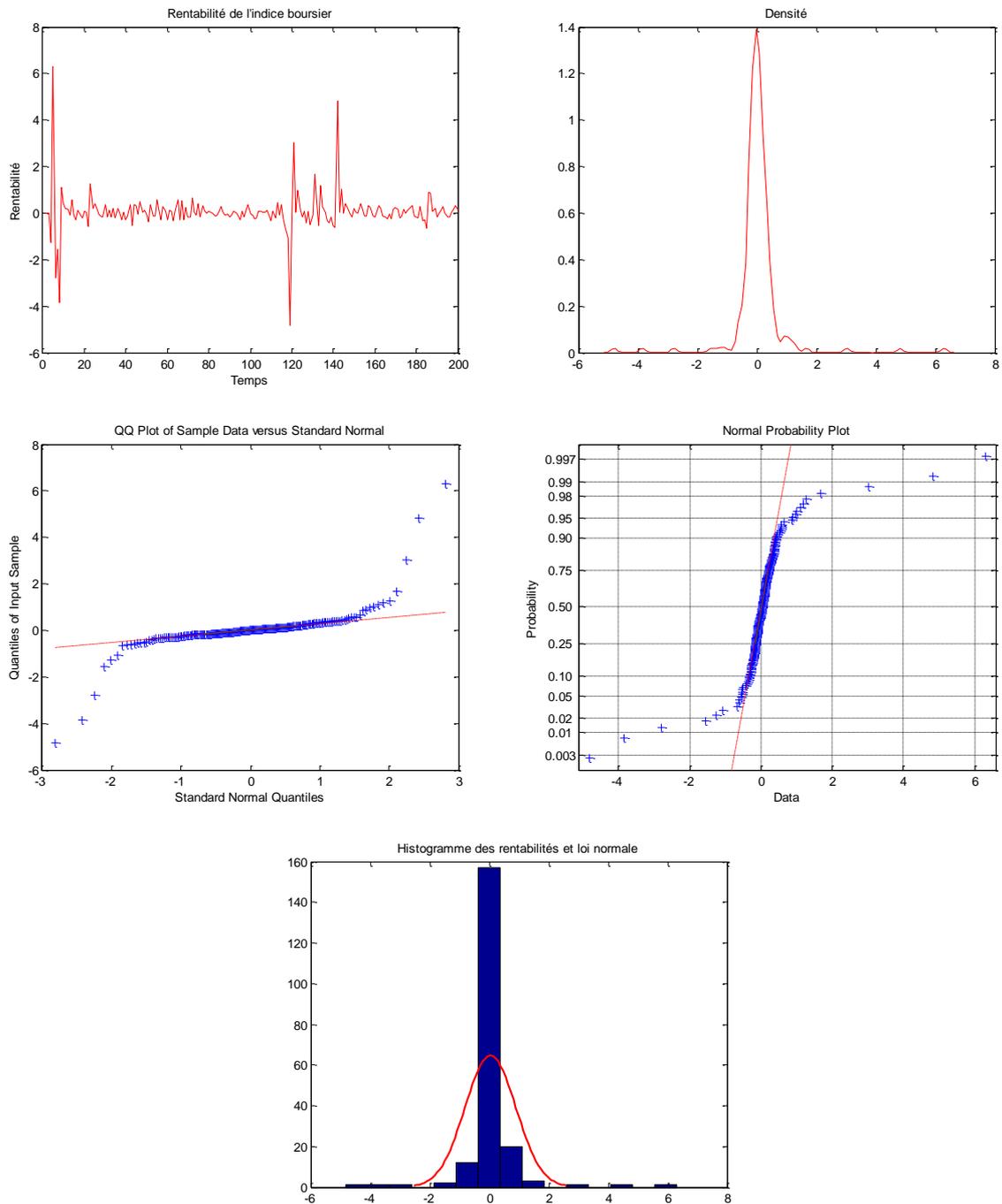
Le graphique de formation des prix est le suivant :

**Figure 20**



Source : calculs de l'auteur

**Figure 21 (source : calculs de l'auteur)**



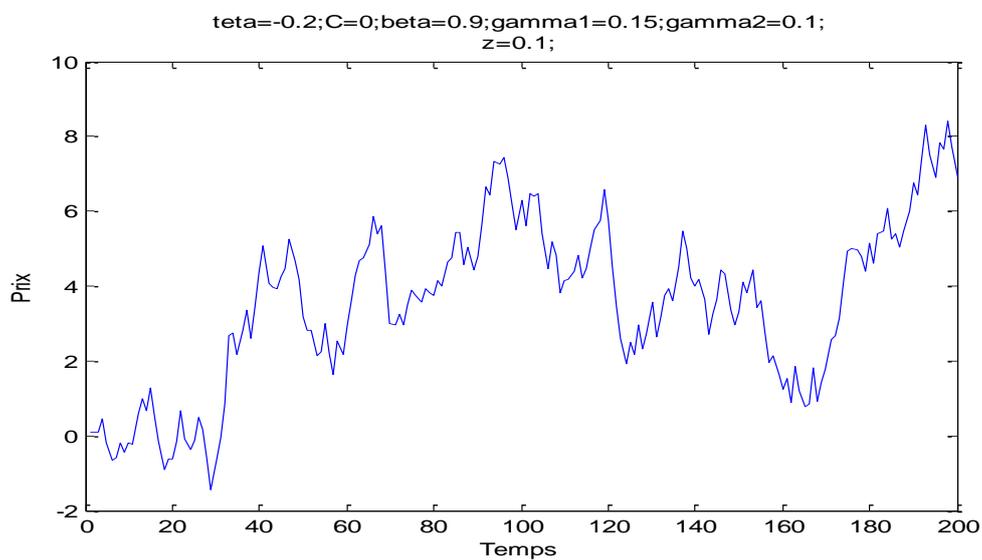
Dans ce cas de figure le skewness est égal à 1.5113, quant au kurtosis il est de l'ordre de 28.7598. Les mêmes propriétés statistiques de la simulation précédente sont vérifiées ; aussi, il faut noter que pour les deux simulations et comme l'indique les figures, il existe une asymétrie dans les séries de distribution. Cette asymétrie peut être aussi expliquée par

l'absence de linéarités dans le processus d'évaluation des rentabilités, ce qui est une caractéristique courante des séries financières.

Dans ce qui suit, nous étudierons les propriétés statistiques d'une série issue d'une simulation dans laquelle nous retiendrons des coûts de transaction nuls. Le calibrage choisi sera le suivant :

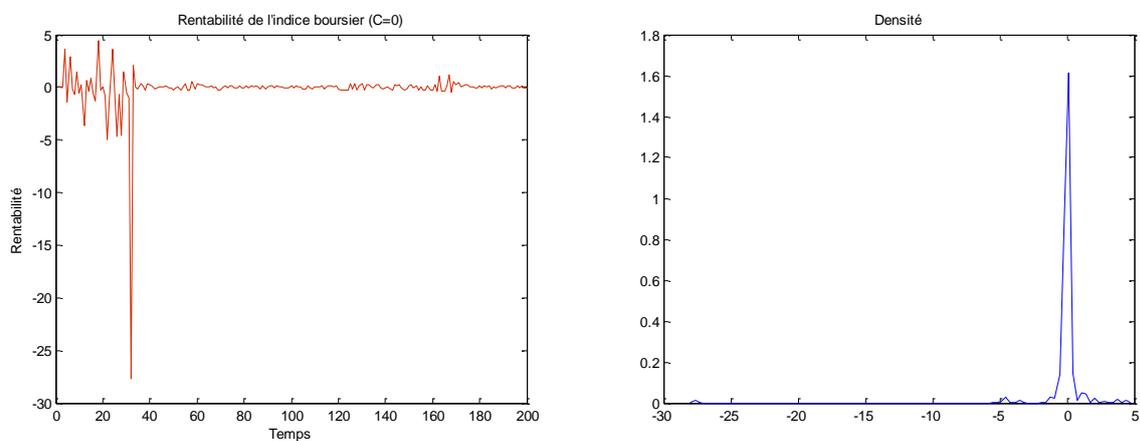
$$\left\{ \begin{array}{l} c = 0 \\ \text{thé}ta = -0.2 \\ \text{beta} = 0.9 \\ \text{gamma}1 = 0.15 \\ \text{gamma}2 = 0.1 \\ z = 0.1 \end{array} \right.$$

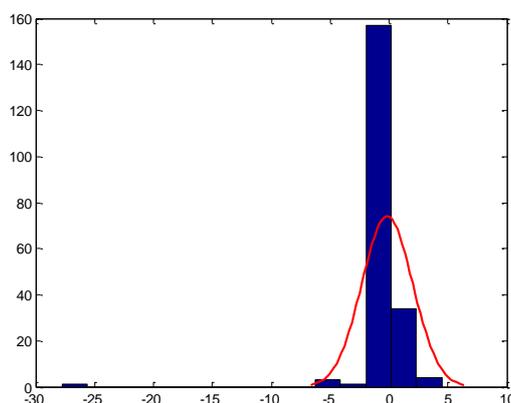
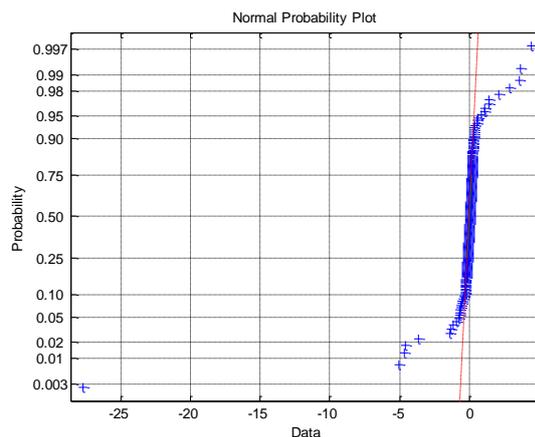
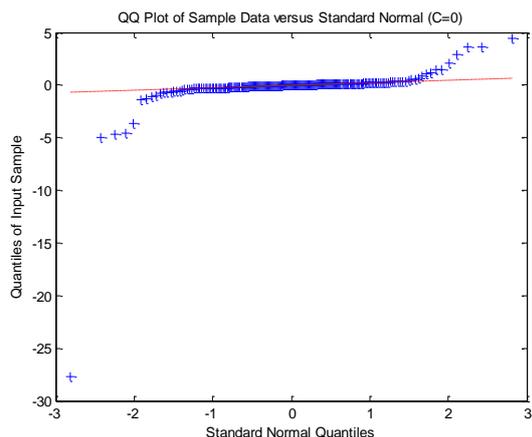
**Figure 22**



Source : calculs de l'auteur

**Figure 23 (source : calculs de l'auteur)**





Pour voir la pertinence des simulations obtenues, nous avons étudié les propriétés statistiques de l'indice CAC40. Deux périodes d'étude ont été retenues ; une première qui s'étale sur 200 observations journalières allant du 10 septembre 2008 au 16 juin 2009 et une seconde du Juillet 2009 au 14 Avril 2010. Néanmoins, il est important de noter que la première période est une période de crise contrairement à la seconde qui est relativement calme. Les mêmes propriétés statistiques observées dans nos simulations sont vérifiées<sup>115</sup> surtout pour la période de crise avec un skewness égal à 0.3190 et un kurtosis de l'ordre de 5.313186. De même pour la seconde période, le coefficient d'aplatissement (kurtosis) est égal 3.185714 et la statistique de skewness est différente de zéro (-0.2591).

## 5. Introduction d'un troisième type d'opérateurs

### 5.1. Fondements théoriques

Une des explications possibles de la volatilité excessive observée sur les marchés financiers et plus particulièrement sur les marchés boursiers peut être rattachée à la présence de *transactions bruitées* par des investisseurs naïfs. Selon cette interprétation, certains

<sup>115</sup> Voir annexes

investisseurs se comportent de façon irrationnelle. Ces investisseurs bruiteurs (*noise traders*) peuvent être caractérisés par des comportements très différents. Par exemple, ils peuvent suivre des règles simplistes ou des tendances (comme dans l'analyse technique), ou suivre le sentiment des investisseurs en copiant les choix des autres opérateurs du marché (comportement mimétique), plutôt que d'agir sur la base des fondamentaux. Cette approche est capable d'engendrer des variations importantes des rendements anticipés.

Dans notre démarche, nous nous baserons sur le mimétisme pour expliquer le comportement des *noise traders*. Mais tout d'abord, commençons par rappeler la définition du concept ainsi que ses principaux types.

Lorsque l'incertitude est radicale, un agent est amené à copier le comportement des autres agents, qu'il considère mieux informés, de telle manière qu'il finit par suivre l'opinion moyenne du marché. Chaque agent individuel, de manière rationnelle, préfère obtenir l'information gratuitement que la payer. Il imite les autres agents. Ce comportement individuel devient global lorsque l'imitation se généralise.

La difficulté de décrypter l'information économique et financière incite les agents à s'imiter dans le but d'homogénéiser leur comportement. Le mimétisme est assimilé à un comportement suiviste comme le souligne Mignon (1998) : « imiter consiste à refaire ce qu'un autre agent a déjà fait avant soi ». Dans un contexte d'incertitude, le comportement mimétique s'avère être un comportement rationnel au niveau individuel dans la mesure où comme le souligne Orléan (1986) : « l'investisseur est naturellement indécis, influençable et perpétuellement soumis aux rumeurs qui circulent à l'empirisme des regards des autres ». Nous distinguons trois types de mimétisme (Orléan (1986)). Tout d'abord, le mimétisme *normatif* qui s'apparente au conformisme et dont la mise en conformité est facilitée par les échanges de points de vue entre les différents opérateurs des différentes places financières (Moschetto, 1998). Ensuite, le mimétisme *informationnel* dont le principe est basé sur le degré de la précision de l'information et qui consiste à imiter les autres opérateurs, parce qu'on les suppose mieux informés et ce dans le but de réduire le risque face à la concurrence. Enfin, le mimétisme *autoréférentiel* qui tente d'anticiper l'opinion moyenne et majoritaire du marché pour l'imiter et éviter de s'en écarter. Selon Orléan (1986), dans un contexte d'incertitude, un investisseur mal informé devrait copier un autre opérateur (appelé *modèle*) car cette attitude lui permettrait d'améliorer son anticipation et d'augmenter ses performances individuelles.

## 5.2. Le modèle

A partir de cette distinction, nous classerons les bruiteurs en trois types selon la nature du comportement mimétique qui les caractérise.

- *Noise traders dont le comportement est caractérisé par un mimétisme normatif :*

Dans ce cas de figure, les opérateurs agissent par pur conformisme sans se soucier du contenu informationnel du comportement suivi. En effet, ils s'alignent sur les positions prises soit par les fundamentalistes soit par les chartistes.

Formellement, les anticipations de ces opérateurs se modélisent de la manière suivante :

$$E_{\text{normatif},t}(P_{t+1}) = \begin{cases} E_{c,t}(P_{t+1}) + \varepsilon_t & \text{Si } n_{ct} > n_{ft} \\ E_{f,t}(P_{t+1}) + \varepsilon_t & \text{sinon} \end{cases} \quad (4.22)$$

- *Noise traders dont le comportement est caractérisé par un mimétisme Informationnel :*

A suivre la logique de raisonnement d'Orléan, qui admet un contexte d'incertitude<sup>116</sup>, un agent adoptera systématiquement l'évaluation de l'autre pour améliorer ses performances. Dans ce cas, les opérateurs imitent d'autres opérateurs parce qu'ils les supposent mieux informés. Pour modéliser ce comportement, nous ferons appel à la notion de précision de l'information<sup>117</sup>. Sous l'hypothèse de la constance des facteurs fondamentaux, nous pouvons supposer que plus l'écart entre la valeur fondamentale et le prix est important, plus l'information issue de l'analyse fondamentale est faible. A l'instar de « Laurent Pierre », nous ne mesurons pas intrinsèquement la précision de l'information mais surtout la performance de cette source d'information.

Concrètement, pour les fundamentalistes :

$$Prec_{f,t} = \max \left\{ 0; 1 - \frac{|P_t - F_t|}{F_t} \right\} \quad (4.23)$$

Avec  $F_t \neq 0$

$Prec_{f,t}$  : Précision de l'information issue de l'analyse fondamentale.

Cet indicateur est compris entre 0 et 1.

<sup>116</sup> Le mimétisme est d'autant plus important que l'incertitude est radicale.

<sup>117</sup> Laurent Pierre « Hétérogénéité et interactions des agents sur le marché des changes ».

Les chartistes ne se basent que sur les prix passés pour former leurs anticipations. Pour mesurer la précision de l'information chartiste il faut regarder la volatilité des prix sur l'ensemble de la période dans la mesure où la précision de l'information va dépendre de la stabilité de l'opinion dominante.

Comme le souligne « Laurent Pierre », si nous retenons comme définition de la précision d'un estimateur l'inverse de sa variance, nous pouvons alors définir  $Prec_{c,t}$  la précision de l'information chartiste de la manière suivante :

$$Prec_{c,t} = \min \left\{ 1; \frac{1}{Var_{P_t}^2} \right\} \quad (4.24)$$

Avec  $Var_{P_t}^2$  = la variance des prix passés sur lesquels les chartistes se sont basés pour faire leurs anticipations.

Cet indicateur est compris entre 0 et 1.

Formellement, les anticipations de ces opérateurs se modélisent de la manière suivante :

$$E_{Informationel,t}(P_{t+1}) = \begin{cases} E_{c,t}(P_{t+1}) + \varepsilon_t & \text{Si } Prec_{c,t} > Prec_{f,t} \\ E_{f,t}(P_{t+1}) + \varepsilon_t & \text{sinon} \end{cases} \quad (4.25)$$

- *Noise traders dont le comportement est caractérisé par un mimétisme Autoréférentiel :*

Dans ce cas de figure, les agents essayent d'anticiper l'opinion moyenne et majoritaire du marché pour éviter de s'en écarter. Orléan souligne : chaque « ... agent sera essentiellement préoccupé de prévoir l'opinion moyenne pour ne pas s'en écarter. Face à une information, il ne s'interrogera plus sur sa vérité intrinsèque, mais sur la manière dont elle est susceptible d'être interprétée par les autres agents ». En effet, ces opérateurs s'alignent sur les anticipations des chartistes et des fundamentalistes pour prévoir une moyenne de toutes les anticipations du marché<sup>118</sup> et ce afin de réduire le risque.

Formellement, les anticipations de ces opérateurs se modélisent de la manière suivante :

$$E_{Autoréférentiel,t}(P_{t+1}) = n_{ct} * E_{c,t}(P_{t+1}) + n_{ft} * E_{f,t}(P_{t+1}) \quad (4.26)$$

---

<sup>118</sup> Concrètement, chaque investisseur a plutôt intérêt à imiter le modèle le plus proche de l'opinion moyenne.

Sachant que:

$n_{ct}$  : désigne le poids des chartistes sur le marché à l'instant  $t$

$n_{ft}$  : désigne le poids des fundamentalistes sur le marché à l'instant  $t$

Suite à la prise en compte de l'existence des noises traders sur le marché, la formulation générale des prix devient alors :

$$\Delta P_{t+1} = n_{ct} * E_{c,t}(P_{t+1}) + n_{ft} * E_{f,t}(P_{t+1}) + n_{normatif,t} * E_{normatif,t}(P_{t+1}) + n_{Informationnel,t} * E_{Informationel,t}(P_{t+1}) + n_{Autoréférentiel,t} * E_{Autoréférentiel,t}(P_{t+1}) \quad (4.27)$$

Nous notons :

$n_{normatif,t}$  : Le poids des Noise traders avec un comportement caractérisé par un mimétisme normatif.

$n_{Informationnel,t}$  : Le poids des Noise traders avec un comportement caractérisé par un mimétisme informationnel.

$n_{Autoréférentiel,t}$  : Le poids des Noise traders avec un comportement caractérisé mimétisme autoréférentiel.

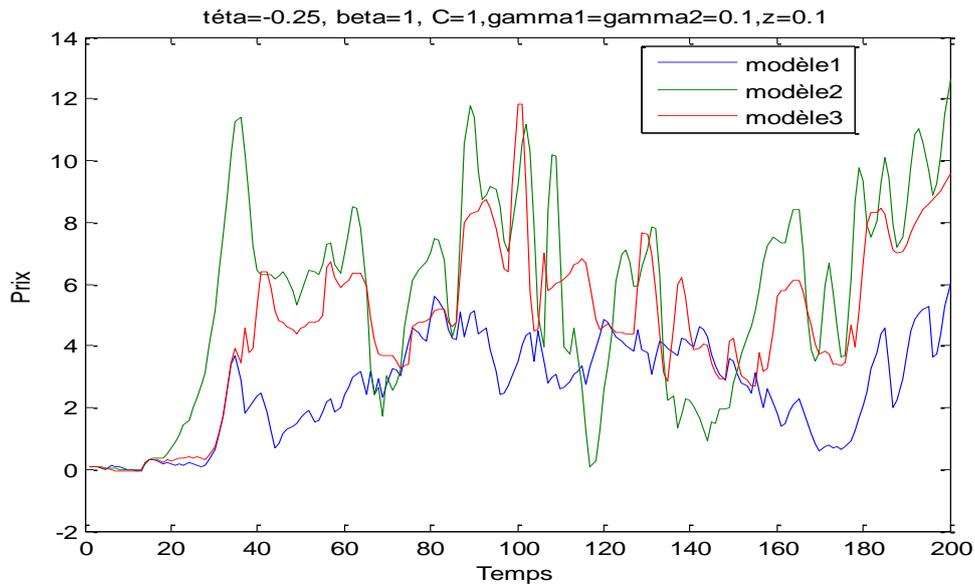
### 5.3. Solution du modèle stochastique

Afin d'étudier l'impact de l'introduction des opérateurs caractérisés par leur comportement mimétique sur le marché, nous allons comparer la tendance des prix observés en présence ou pas de ces opérateurs. Pour un même calibrage et un même nombre d'opérateurs (200) nous retenons trois modèles<sup>119</sup>. Dans le premier, on retient 100 chartistes et 100 fundamentalistes ; dans le second, on choisit 80 chartistes, 80 fundamentalistes et 40 bruiteurs ; enfin pour le troisième, on réduit le nombre des bruiteurs qui passe à 12 pour 94 chartistes et 94 fundamentalistes. Les résultats de ces simulations figurent dans la figure suivante :

**Figure 24**

---

<sup>119</sup> Afin de pouvoir comparer les trois modèles et éviter de biaiser les interprétations, nous éliminons les erreurs  $\varepsilon_t$  à cause de leur caractère aléatoire.



Source : calculs de l'auteur

Deux remarques découlent de la lecture du graphique :

- Suite à l'introduction des bruiteurs sur le marché, nous remarquons une hausse de la volatilité des prix. Cette volatilité augmente lorsqu'on augmente le nombre des opérateurs caractérisés par un comportement mimétique.
- Le passage d'une période de hausse (respectivement de baisse) à des périodes de baisse (respectivement de hausse) se fait plus rapidement lorsque les bruiteurs n'existent pas sur le marché.

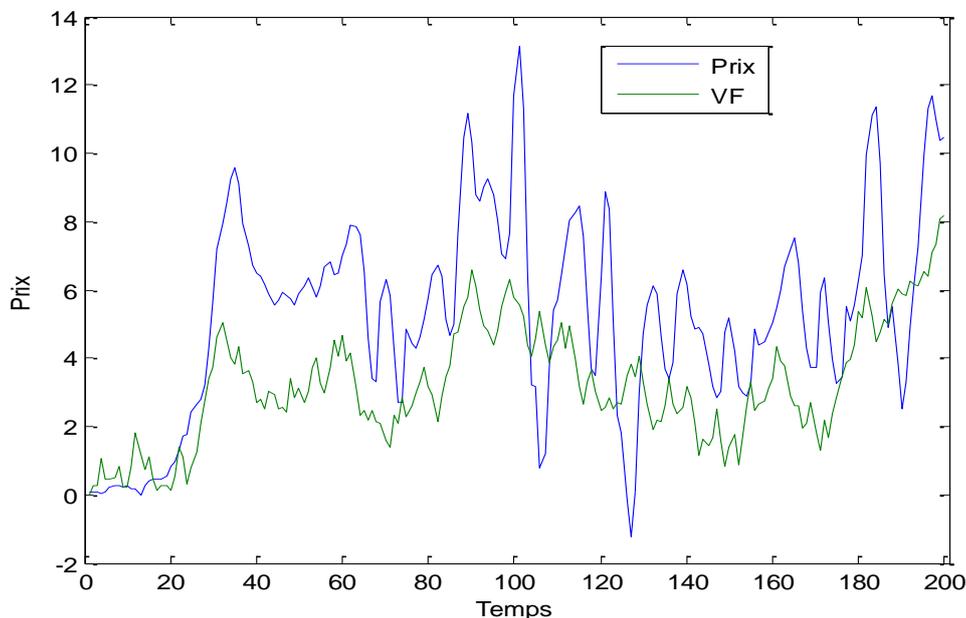
L'opinion collective joue un rôle important dans la formation des cours boursiers dans la mesure où les opérateurs ne disposent pas d'anticipations identiques pour la mesurer. Les divergences d'anticipations de ces mêmes opérateurs affectent la formation des cours boursiers et le degré d'efficacité des marchés.

De même, ces divergences induisent de fortes fluctuations et de longues périodes de déviations des cours par rapport aux fondamentaux. Du coup, les prix ne seraient plus régis par les fondamentaux et les variables réelles mais par les interactions et les influences interpersonnelles.

Dans le graphique suivant, nous mettons en évidence ce constat. En effet, nous retenons un modèle avec 85 chartistes, 85 fundamentalistes et 30 opérateurs caractérisés par le

mimétisme<sup>120</sup>. Nous retenons un calibrage avec :  $C=1$ ,  $\theta=-0.25$ ,  $\beta=1$ ,  $\gamma_1=\gamma_2=0.05$  et  $z=0.1$ .

**Figure 25**



Source : calculs de l'auteur

Nous remarquons un écart persistant et durable entre le cours et sa valeur fondamentale ; certes, ceci peut être expliqué par la présence des bruiteurs sur le marché mais surtout par la divergence d'anticipations. Nous rappelons de nouveau que dans le modèle on retient trois types de mimétisme (informationnel, conformisme et autoréférentiel) et que ces opérateurs n'anticiperaient pas de façon équivalente l'opinion moyenne du marché et n'adopteraient pas la même stratégie de spéculation.

Plus la confiance des bruiteurs vis-à-vis des fondamentaux augmente plus ils s'aligneront sur les prévisions des fundamentalistes ce qui ramènera les cours vers leur valeur fondamentale assurant ainsi l'efficacité du marché. A l'inverse, en accroissant leur comportement mimétique, les investisseurs vont prendre des décisions spéculatives qui écarteront le cours de sa valeur fondamentale. Dans l'annexe 29, nous mettons en évidence différents cas possibles de formation des prix ; les « mésalignements » observés c'est-à-dire la différence entre le cours et sa valeur fondamentale dépendent du nombre des fundamentalistes et celui des chartistes à chaque instant. En effet, lorsque le régime fundamentaliste est

<sup>120</sup> 10 opérateurs pour chaque type de mimétisme.

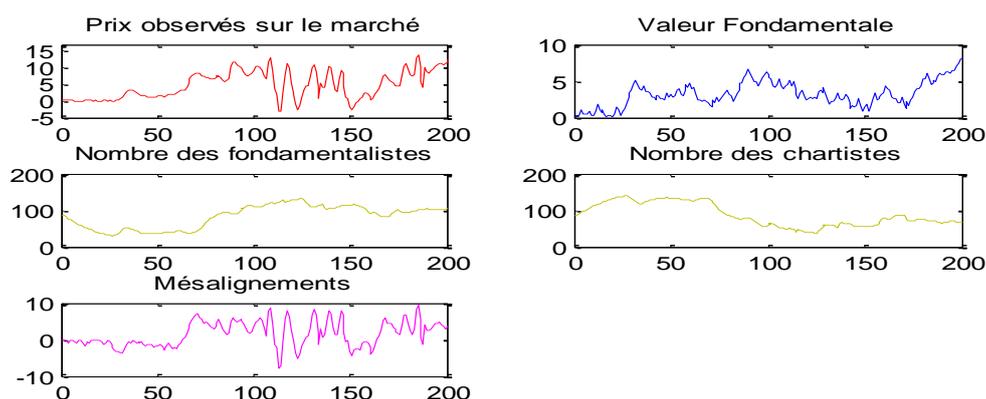
dominant et sachant que les bruiteurs vont imiter la majorité, les prix ont tendance à se rapprocher de leur valeur fondamentale et les « mésalignements » vont baisser.

Lors de l'arrivée d'un nouvel intervenant sur le marché, ses choix sont forcément guidés par l'opinion majoritaire. Les choix de cet opérateur seront guidés par ceux des investisseurs les plus importants qui sont mieux informés. Ce phénomène explique que les investisseurs misent souvent sur l'appréciation des cours comme nous l'avons montré dans les simulations, même s'ils savent que les cours ne reflètent pas les fondamentaux. La montée des cours sera alimentée par ces comportements grégaires dans la mesure où chaque intervenant va agir de la même manière que l'autre. Néanmoins, un problème se pose lorsque les anticipations des intervenants précédents ne sont pas autoréalisatrices. Les cours dans ce cas sont déstabilisés ce qui conduit à des « mésalignements » persistants.

Dans les graphiques suivants, nous mettons en évidence ces « mésalignements ». Nous retenons un modèle avec 85 chartistes, 85 fondamentalistes et 30 opérateurs caractérisés par le mimétisme<sup>121</sup> Le calibrage choisi est le suivant :

$$\left\{ \begin{array}{l} c = 1.75 \\ \text{thé}ta = -0.15 \\ \text{beta} = 1 \\ \text{gamma}1 = 0.1 \\ \text{gamma}2 = 0.1 \\ z = 0.1 \end{array} \right.$$

**Figure 26**



Source : calculs de l'auteur

<sup>121</sup> 10 opérateurs pour chaque type de mimétisme.

Le mécanisme de formation des cours boursiers dépend de deux facteurs, d'une part de l'information sur la valeur fondamentale et d'autre part de l'opinion collective des opérateurs du marché. Le rôle des influences interpersonnelles est une explication à ces divergences persistantes entre le cours et sa valeur fondamentale. Orléan (1990) met en évidence le principe de « dépendance mutuelle qui stipule que l'état de chaque agent dépend de la configuration de son environnement ». Dans son modèle, l'auteur explique l'alternance entre des périodes de hausse et celles de baisse des cours en mettant l'accent sur la psychologie humaine.

## **Conclusion**

La dynamique des cours boursiers est fortement liée à la nature des intervenants sur le marché. Dans la première partie du travail, nous avons admis la présence de deux types d'opérateurs ; d'une part, les fundamentalistes qui ramènent les cours vers leur valeur fondamentale, ce qui explique des périodes de haute volatilité observée sur le marché et d'autre part, les chartistes qui agissent sur le marché en se basant sur les prix passés et dont l'action fait accroître l'écart entre les prix et les fondamentaux. De même, l'action des opérateurs dépend de la présence des coûts de transaction. En effet, lorsque les déviations du cours par rapport à sa valeur fondamentale sont inférieures aux coûts de transaction, les fundamentalistes anticipent l'absence d'arbitrage et n'opèrent aucune action. Ils décident d'agir si les coûts sont supérieurs à l'écart entre les prix et les fondamentaux. La présence de ces coûts peut aboutir à une forme de persistance dans la dynamique des cours. De même, cette interaction entre ces deux types d'opérateurs aboutit à une forme particulière d'efficience qualifiée « d'efficience par régime » dans la mesure où l'action déstabilisatrice des chartistes est corrigée par celle des fundamentalistes.

La présence des coûts de transaction ainsi que l'hétérogénéité comportementale qui caractérisent les marchés boursiers remettent en cause la définition standard de l'hypothèse d'efficience des marchés donnée par « Fama »<sup>122</sup> dans la mesure où le mécanisme d'ajustement des cours dépend de type d'opérateurs qui dominant le marché : on peut parler d'efficience par régime.

Aussi, nous pouvons dire que la dynamique des cours boursiers s'est avérée non-linéaire et que les techniques de modélisation linéaire qui ignorent souvent la psychologie du

---

<sup>122</sup> Un marché est efficace si et seulement si les prix des titres reflètent à chaque instant toute l'information disponible.

marché et les dynamiques de groupe ne sont plus appropriées, dans la mesure où les phases de hausse et de baisse des cours ne sont pas symétriques.

Au cours de notre développement, nous avons admis la présence d'un troisième type d'opérateurs caractérisé par un comportement mimétique, tout en nous questionnant sur leur rôle dans la dynamique des cours et l'efficacité des marchés. Le premier constat saisissant est que, suite à l'introduction de ces intervenants sur le marché, nous remarquons une hausse de la volatilité des prix.

Cette volatilité augmente lorsqu'on augmente le nombre des opérateurs caractérisés par un comportement mimétique. Cette volatilité excessive et permanente est expliquée par le rôle des influences interpersonnelles. L'opinion collective joue donc un rôle important dans la formation des cours boursiers dans la mesure où les opérateurs ne disposent pas d'anticipations identiques pour la mesurer, ce qui affecte la formation des cours boursiers et le degré d'efficacité des marchés. Les simulations effectuées ont montré que le mimétisme est à l'origine d'une instabilité boursière dans la mesure où le cours ne reflète plus les fondamentaux, mais plutôt les anticipations des opérateurs concernant l'opinion moyenne du marché.

---

# Chapitre 5

## Dynamique non-linéaire du marché boursier français : une application des modèles à changement de régime

---

### Introduction

Dans sa définition la plus « exigeante » de l'efficacité des marchés financiers, Orléan définit un marché efficace comme un marché sur lequel les actifs financiers sont évalués conformément à leur valeur fondamentale.

Fama (1991) souligne que l'hypothèse d'efficacité n'est pas directement testable dans la mesure où elle est nécessairement testée conjointement à un modèle de formation des prix. Aussi, on y adjoint l'hypothèse nulle qui inclut à la fois l'hypothèse d'efficacité et la validité du modèle de formation des prix. Néanmoins, certains travaux rejettent cette conception en affirmant que les hypothèses sous-jacentes trop restrictives de cette théorie (marchés parfaits, absences de coûts de transaction, gratuité de l'information, etc.) sont incompatibles avec l'existence de phénomènes de « mésalignement » durable des cours (Mignon, 1998). Or un certain nombre d'anomalies boursières sont liées aux différentes formes d'imperfections des marchés qui sont exclues a priori par l'hypothèse d'efficacité. Ces frictions remettent en cause, d'une part la théorie d'efficacité des marchés financiers et, d'autre part l'hypothèse d'ajustement linéaire et symétrique des cours boursiers. Nous devons admettre que l'hypothèse d'efficacité, telle que définie par Fama et Orléan, se révèle incompatible avec le fonctionnement réel du marché en raison de l'hétérogénéité des anticipations des opérateurs sur le marché, de la présence des coûts de transaction et d'information distincts et de l'importance des imperfections du marché.

Plusieurs études empiriques ont montré que les variations des cours boursiers ne sont pas expliquées par les fondamentaux (Shiller (1981, 1989,2000) et Jawadi (2004)). Jawadi (2006) montre que les cours semblent s'écarter durablement de leurs valeurs d'équilibre, ce

qui induit une certaine persistance dans la dynamique des déviations des prix par rapport à l'équilibre.

Les coûts de transaction, qui sont généralement supposés nuls, forment une limite à l'arbitrage et à l'efficience dans la mesure où leur présence conduit à des discontinuités expliquées par la baisse du volume des transactions, d'une part, et à des effets d'inertie dans la dynamique de formation et d'ajustement des cours, d'autre part. Ainsi, Constantinides (1986) a montré que la présence des coûts de transaction engendre deux zones : une première zone appelée « zone d'inaction » à l'intérieur de laquelle les opérateurs n'ont pas intérêt à faire de l'arbitrage dans la mesure où il n'est pas possible de réaliser des profits, et une seconde zone qui est une zone d'action dans laquelle le cours est « mésaligné » par rapport à sa valeur fondamentale, ce qui incite les opérateurs à agir. Clemons et Row (1992) ont montré que la participation des opérateurs sur le marché est liée à la facilité d'accès à l'information. En effet, plus les coûts de transaction diminuent, plus les agents auront recours au marché.

De même Sercu, Uppal et Van Hulle (1995) ont montré que les déviations des prix par rapport à leurs valeurs d'équilibre ne sont généralement pas proportionnelles aux coûts de transaction. Enfin, Anderson (1997) a montré que les déviations des prix du marché par rapport à leur valeur d'équilibre peuvent créer des opportunités d'arbitrage.

Les intervenants sur le marché peuvent avoir un capital, des horizons d'investissement, des stratégies, des degrés de perception et de compréhension de l'information assez différents. Les investisseurs, les banques, des assurances, des teneurs de marché, des amateurs etc... fondent leurs choix sur des critères différents. Les interactions entre agents hétérogènes provoquent des délais d'ajustement des cours et l'émergence de périodes éphémères lorsque le marché est haussier et l'émergence de périodes violentes et profondes quand le marché est baissier.

Les déviations des cours boursiers dues à la présence des coûts de transaction échappent à la modélisation linéaire et s'opposent à l'hypothèse d'ajustement instantané.

Nous étudierons ici la dynamique de l'indice boursier français à savoir le CAC 40 ainsi que celle des neuf sociétés françaises parmi les plus grosses capitalisations boursières. En effet, nous allons caractériser ces dynamiques en retenant une classe particulière des modèles non-linéaires en moyenne, à savoir les modèles à transition lisse de type STAR. Ces modèles ont plusieurs avantages. D'une part, ils sont en mesure de reproduire la dynamique des différents

régimes en présence de coûts de transaction hétérogènes et d'anticipations distinctes des opérateurs. D'autre part, comme Jawadi et al (2007) le soulignent, en plus des justifications économiques, ces modèles semblent être plus adaptés que les modèles à transition brutale de type TAR pour trois raisons.

« Premièrement, l'étude de la dynamique des indices boursiers concerne des actions distinctes à coûts d'arbitrage différents. Les seuils à partir desquels il est intéressant de passer un ordre de transaction varient d'une action à une autre. Ainsi, l'arbitrage et l'ajustement peuvent être absents pour une certaine action, mais ils peuvent être actifs et rentables pour d'autres titres à coûts de transaction moins élevés. Deuxièmement, comme le notent Dumas (1994) et Teräsvirta (1994), même si le saut d'un régime vers l'autre est brutal, l'agrégation des données tend à lisser la transition entre les régimes. Troisièmement, les intervenants sur le marché ont généralement des anticipations hétérogènes et des horizons d'investissement différents. Par conséquent, les opérateurs peuvent changer simultanément de stratégie d'achat ou de vente des titres, mais leurs réactions et le changement de régime ont plus de chance de se produire graduellement qu'instantanément. »<sup>123</sup>.

## **1. Pourquoi la dynamique boursière serait-elle persistante et non linéaire ?**

### **1.1. Coûts de transaction et d'information**

L'hypothèse d'efficience informationnelle exclut tout décalage temporel entre la divulgation de l'information et son intégration dans les prix dans la mesure où l'information est gratuite et les coûts de transaction nuls. L'ajustement des cours est alors instantané. Néanmoins la réaction des opérateurs du marché et l'ajustement des prix ne sont pas forcément instantanés.

La présence des coûts de transaction est une des raisons qui expliquent ce décalage. Il apparaît que ces coûts présentent une limite à l'arbitrage et à l'efficience dans la mesure où ils induisent des effets d'inertie et une forme de persistance dans la dynamique des cours.

Les coûts de transaction peuvent, bien sûr, affecter la dynamique des cours en agissant sur la demande et l'offre des titres. Aussi, plus ces coûts sont faibles, plus les opérateurs interviennent sur le marché et plus les volumes de transaction augmentent.

---

<sup>123</sup> Jawadi et Koubaa Y., Dynamique non-linéaire des marchés boursiers du G7 : une application des modèles STAR, Finance 2007/1, Volume 28, p. 29-74.

Néanmoins, la présence de frais de transaction élevés risque d'accroître le nombre d'opérateurs non informés, de dissuader l'arbitrage et d'induire plus de rigidités. Ces rigidités peuvent agir de sorte que l'ajustement instantané et symétrique des prix n'ait pas lieu.

Comme nous l'avons souligné dans le chapitre précédent, un opérateur n'a intérêt à réagir que lorsqu'il estime qu'une nouvelle information pourrait faire varier le cours d'un montant supérieur aux coûts induits. En conséquence, ces coûts peuvent freiner les transactions boursières susceptibles de ramener le cours à sa valeur fondamentale. De même, plus les coûts d'information sont élevés (respectivement faibles), plus l'accès à l'information est difficile (respectivement facile), plus la réponse des agents est lente (respectivement rapide) et plus les prix sont rigides (respectivement flexibles).

Anderson (1997) précise que la présence de coûts de transaction peut dissuader l'arbitrage et induire des discontinuités dans l'ajustement, alors que l'hétérogénéité de ces frais peut expliquer la lenteur et la persistance dans les marchés boursiers. Un opérateur ne doit alors agir que lorsqu'il anticipe des gains supérieurs aux coûts anticipés.

Par ailleurs, les coûts de transaction varient d'un opérateur à un autre, et d'un marché à un autre d'autre part. Chaque intervenant sur le marché identifie ses propres seuils au-delà desquels il est intéressant d'arbitrer. La coexistence de ces seuils spécifiques induits par des coûts de transaction hétérogènes peut expliquer le lissage dans l'ajustement des prix. L'ajustement ne peut être actif que lorsque l'arbitrage des opérateurs sur le marché est suffisamment important pour permettre à tous les investisseurs de réaliser des gains. Donc, la présence de coûts de transaction hétérogènes peut induire un délai de réaction, des effets d'inertie et de la persistance dans la dynamique du cours, mettant en cause l'hypothèse d'ajustement instantané et linéaire. Les déviations des cours peuvent alors suivre un processus non-linéaire avec retour à la moyenne, dont la vitesse de convergence augmente avec l'ampleur du déséquilibre.

## **1.2. Hétérogénéité des anticipations**

Il existe différents intervenants sur le marché dont les degrés de perception et de compréhension sont différents. Parmi ces différentes catégories, on peut citer les fondamentalistes, les chartistes, les bruiteurs etc... Ainsi, il existe des opérateurs plus informés que d'autres, ce qui explique des horizons d'investissement différents.

Selon les fundamentalistes chaque titre dispose d'une valeur fondamentale autour de laquelle fluctuent les prix. Ces derniers ramènent les cours vers leur valeur fondamentale, ce qui explique des périodes de haute volatilité observée sur le marché. Les chartistes, de leur côté, agissent sur le marché en se basant sur les prix passés ; leur action contribue accroître l'écart entre les prix et les fondamentaux.

De ce fait, les interactions entre chartistes et fundamentalistes peuvent générer un prix qui est loin d'être le reflet de la réalité économique. Faut-il également ajouter, comme nous l'avons montré dans le chapitre précédent, qu'en fonction de ses prévisions et de l'évolution de l'opinion moyenne du marché, un opérateur peut toujours décider de changer de catégorie ou de groupe et de passer d'un « fundamentaliste » à un « chartiste » ou inversement ? Ces interactions entre ces deux types d'opérateurs aboutissent à une forme particulière d'efficience qualifiée « d'efficience par régime » dans la mesure où l'action déstabilisatrice des chartistes est corrigée par celle des fundamentalistes. Cette interaction peut impliquer des périodes de hausses éphémères et des périodes de récessions profondes et violentes. Elle peut induire des délais d'ajustement des cours lorsque ceux-ci tentent de rejoindre leurs valeurs d'équilibre.

### **1.3. Vision keynésienne et mimétisme**

Chez Keynes, la bulle résulte du comportement des agents intervenant sur les marchés financiers. Leurs décisions d'investissement dépendent des rendements futurs anticipés. Ainsi le caractère optimiste ou pessimiste des prévisions est lié à la probabilité subjective que ces acteurs de marché affectent à la réalisation d'un événement futur (Keynes(1936)). En l'absence de modèle de prédiction, il est probable que les anticipations sont erronées. En termes d'espérance, l'erreur des prévisions ne peut être constatée qu'à *posteriori*. Il faut donc un critère de décision « conventionnel ».

Selon l'approche keynésienne, la valeur d'un titre sur un marché financier est interprétée comme la préférence moyenne de l'ensemble des opérateurs. On peut en déduire que la rationalité d'un agent devrait le conduire à se procurer le titre qui est préféré par la majorité. Dans ce cas de figure, la manipulation du marché par des opérateurs devient possible, puisqu'en achetant massivement un titre donné, ces opérateurs provoquent une hausse de son cours. Le processus de hausse des prix dure tant que le nombre d'acquéreurs croît : c'est l'effet boule de neige qui reflète un comportement mimétique.

Sur un marché financier, le mimétisme est l'action qui consiste, pour un agent économique, à imiter le comportement d'autres opérateurs. Orléan (1986) distingue trois types de mimétisme. Tout d'abord, le mimétisme normatif, ensuite le mimétisme informationnel, enfin le mimétisme autoréférentiel. Le marché boursier devient alors un lieu où les croyances collectives et les psychologies sociales jouent un rôle très important dans la formation des cours. Il est l'équivalent d' « *une entité collective qui émerge sur la base d'un réseau serré d'anticipations croisées et d'influences interpersonnelles* »<sup>124</sup>.

Par ailleurs, l'étude des comportements mimétiques présente un intérêt réel puisqu'elle permet de répondre à certaines questions relatives aux anomalies des marchés financiers (*i.e.* bulles, ajustement asymétrique des cours). En effet, en présence du mimétisme, le cours ne reflète plus les fondamentaux mais plutôt les anticipations des investisseurs concernant l'opinion moyenne des marchés. Dans un tel contexte, les opérateurs sont incités à suivre l'opinion moyenne du marché, et à ne pas s'en écarter, car le fait de s'en écarter engendre un risque. Les opérateurs vont ainsi s'intéresser à l'anticipation de la psychologie de masse et de l'opinion du marché, et non aux fondamentaux des titres.

Au cours de nos développements dans le chapitre précédent, nous avons constaté une hausse de la volatilité observée sur le marché boursier due à la présence des investisseurs affectés par un comportement mimétique. En effet, l'opinion collective joue un rôle important dans la formation des cours boursiers dans la mesure où les opérateurs ne disposent pas d'anticipations identiques pour la mesurer, ce qui affecte la formation des cours boursiers et le degré d'efficacité des marchés. Cela peut induire une *bulle rationnelle mimétique*<sup>125</sup> et engendrer des déviations asymétriques des cours boursiers par rapport aux fondamentaux. Cette bulle mimétique est vulnérable dans la mesure où tout changement de l'opinion moyenne du marché peut engendrer son éclatement. Les techniques de modélisation linéaire ne prennent pas en considération de tels comportements.

## **2. Présentation des modèles STAR**

### **2.1. Brève revue de la littérature**

Bacon et Watts (1971) étaient les premiers auteurs à avoir introduit le terme « transition lisse ». Chan et Tong (1986) ont ensuite généralisé les modèles à seuil à transition

---

<sup>124</sup> Orléan (1990).

<sup>125</sup> Orléan (1990).

brutale (modèles TAR) en permettant la transition entre les régimes d'être lisse ; ce qui les a conduits à introduire les processus STAR. A la suite des travaux de Teräsvirta et Anderson (1992) et de Teräsvirta (1994), Van Dijk, Teräsvirta et Franses (2002) ont développé ces processus qui décrivent des régimes extérieurs entre lesquels la transition est supposée être lisse et être un continuum d'états intermédiaires entre ces régimes.

Les modèles à seuil sont particulièrement intéressants dans la mesure où ils permettent de tenir compte des phénomènes d'asymétrie et de rupture de forte amplitude. Les modèles les plus souvent utilisés dans cette catégorie sont les modèles SETAR et STAR où le changement de régime est régi par un seuil.

Nous savons qu'il existe des séries temporelles, particulièrement dans le domaine de la finance (par exemple le prix des actions), dont la modélisation par des équations linéaires est insuffisante. Les modèles non linéaires permettent de définir différents états de la nature ou régimes (Franses et van Dijk, 2000). La dynamique de la variable étudiée (moyenne, variance, autocorrélation) dépend du régime dans lequel celle-ci se retrouve. Les modèles à transition lisse peuvent reproduire les mouvements asymétriques et irréguliers caractérisant les données boursières.

Comme nous venons de le souligner, les modèles STAR ont été, tout d'abord, introduits par Teräsvirta et Anderson (1992). Leurs propriétés statistiques ont été ensuite examinées par Granger et Teräsvirta (1993) et Teräsvirta (1994). Par ailleurs, la classe des modèles STAR a fait l'objet de plusieurs études empiriques plus récentes sur les marchés financiers ( Michael, Peel et Taylor (1997), Van Dijk et Franses (1998), Sarrantis (1999), Peel et Taylor (2000), Jawadi (2001), Sarrantis (2001), Duffrénot et Mignon (2002), Jawadi et Koubaa (2002, 2003), Bessec (2003), Chaouachi, Duffrénot et Mignon (2003), kapetanios, Shin et Snell (2003),etc...). Les résultats obtenus par ces études ont montré la capacité des modèles STAR à capturer les non-linéarités dues à la présence de coûts de transaction, à révéler les irrégularités ainsi que les ruptures dans les mouvements, à fournir un cadre privilégié à l'étude des fluctuations cycliques asymétriques, à caractériser le mécanisme d'ajustement et les trajectoires permettant au prix de revenir à sa valeur d'équilibre lorsque celui-ci s'en écarte durablement.

Des études ont justifié la non-linéarité inhérente aux séries boursières essentiellement par la diversité des croyances des investisseurs (Brock et LeBaron (1996), Arthur, Holland, LeBaron, Palmer et Taylor (1997) et Brock et Hommes (1998)), par l'effet des comportements

de troupeaux (Lux (1995)), et par la présence de coûts de transaction (Sarantis (2001), Jawadi et Koubaa (2002), Manzan (2003)).

En particulier, Franses et Van Dijk (2000) ont estimé la série des rentabilités boursières absolues d'un indice japonais en utilisant un modèle LSTAR (2,4). Leur étude a été faite sur des données hebdomadaires couvrant la période de 1988 à 1993. Sarantis (2001) a appliqué les modèles STAR aux séries mensuelles de rentabilités boursières annualisées des pays du G7, il a retenu la spécification ESTAR pour les séries de rentabilités boursières américaines et françaises, alors que les autres séries ont été modélisées par un modèle LSTAR.

Jawadi (2001) a appliqué les modèles STAR aux séries de rentabilités américaines et françaises. Son application a concerné deux indices boursiers (CAC40 et S&P500) et deux fréquences (journalière et mensuelle). Elle a porté sur la période 1988-2000 pour l'indice américain et sur la période 1988-1997 pour l'indice français. L'auteur a estimé un modèle ESTAR (1,1) pour le S&P mensuel, un processus LSTAR (3,3) pour le S&P quotidien, un modèle ESTAR (4,3) pour le CAC40 mensuel et un modèle ESTAR (3,3) pour le CAC40 quotidien.

## 2.2. Définition des modèles STAR<sup>126</sup>

Formellement, un modèle STAR peut être défini comme suit :

$$Y_t = (\alpha_{1,0} + \alpha_{1,1}y_{t-1} + \dots + \alpha_{1,p}y_{t-p}) + (\alpha_{2,0} + \alpha_{2,1}y_{t-1} + \dots + \alpha_{2,p}y_{t-p}) \times F(s_t, \gamma, c) + \varepsilon_t \quad (5.1)$$

$F$  Désigne la fonction de transition entre les régimes. Elle est comprise entre 0 et 1 et elle dépend de la variable de transition  $s_t$ , du paramètre du seuil  $c$  et de la vitesse de transition  $\gamma$ .

$$y_t = \alpha'_1 z_t + \alpha'_2 z_t \times F(s_t, \gamma, c) + \varepsilon_t \quad (5.2)$$

$$\varepsilon_t \sim N(0, \sigma^2), z_t = (\mathbf{1}, \widetilde{z}_t') \quad (5.2.1)$$

$$\widetilde{z}_t = (y_{t-1}, \dots, y_{t-p})' \quad (5.2.2)$$

$$\alpha_i = (\alpha_{i,0}, \alpha_{i,1}, \dots, \alpha_{i,p})' \quad (5.2.3)$$

<sup>126</sup> Dans cette section, nous nous inspirons de l'article de Jawadi et Koubaa Y., Dynamique non-linéaire des marchés boursiers du G7 : une application des modèles STAR, *Finance* 2007/1, Volume 28, p. 29-74.

$$i = 1,2 \text{ et } \gamma > 0$$

### Modèle LSTAR

La fonction logistique :

$$F(s_t, \gamma, c) = \frac{1}{1 + \exp(-\gamma(s_t - c))} \text{ et } \gamma > 0 \quad (5.3)$$

Le modèle LSTAR s'écrit alors comme suit :

$$y_t = \alpha'_1 z_t + \alpha'_2 z_t \times \frac{1}{1 + \exp(-\gamma(s_t - c))} + \varepsilon_t \quad (5.4)$$

Ce modèle est souvent utilisé pour appréhender le comportement asymétrique du cycle économique dans la mesure où les phases d'expansion et de récession peuvent être caractérisées par des dynamiques différentes (*i.e.* Teräsvirta et Anderson (1992)).

### Modèle ESTAR

La fonction exponentielle du premier ordre est définie par :

$$F(s_t, \gamma, c) = 1 - \exp(-\gamma(s_t - c)^2) \quad (5.5)$$

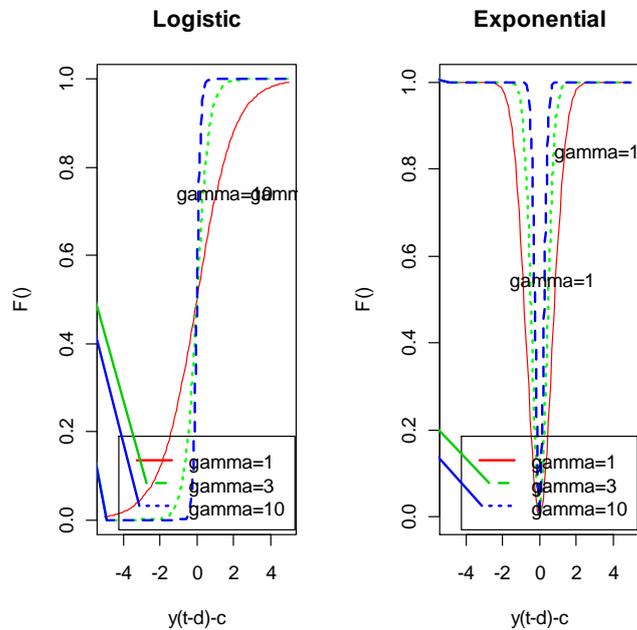
Le modèle ESTAR s'écrit alors :

$$y_t = \alpha'_1 z_t + \alpha'_2 z_t \times (1 - \exp(-\gamma(s_t - c)^2)) + \varepsilon_t \quad (5.6)$$

Le modèle ESTAR est généralement utilisé pour reproduire l'asymétrie inhérente aux fluctuations des séries financières (Michael et al. (1997), Peel et Taylor (2000), Sarantis (2001) et Jawadi (2006)). Cette représentation permet de décrire les phases des régimes extérieurs selon des dynamiques similaires mais s'opposant à celle du régime central. En effet, la fonction exponentielle décrit le passage d'une phase d'expansion vers le régime central de la même manière que celui d'une récession vers l'équilibre. Le caractère asymétrique des séries étudiées n'est pas reproduit de la même manière par les modèles LSTAR et ESTAR. Le modèle ESTAR capture le changement de régime et exprime la vitesse de l'ajustement lisse en fonction de l'ampleur de la déviation du cours par rapport au régime

intermédiaire (effet taille) alors que le modèle LSTAR lie plutôt le changement de régime au signe de cette déviation (effet signe)<sup>127</sup>.

**Figure 27 : Fonctions de transition logistique et exponentielle**



Source : calculs de l'auteur

### 3. Méthodologie générale

D'après Teräsvirta (1994), les procédures de spécification des modèles STAR peuvent être définies en trois étapes :

- Spécification d'un modèle autorégressif linéaire ( $AR(p)$ ),
- Tests de l'hypothèse de linéarité contre son alternative fournie par les modèles STAR pour les différentes variables de transition possibles,  $y_{t-d}$ ,  $\forall 1 < d < p$
- Tests de choix entre les modèles ESTAR et LSTAR. Par ailleurs, l'estimation des modèles est obtenue par la méthode des moindres carrés non-linéaires (MCNL).

<sup>127</sup> Jawadi et Koubaa Y., Dynamique non-linéaire des marchés boursiers du G7 : une application des modèles STAR, Finance 2007/1, Volume 28, p. 29-74.

### 3.1. Choix du processus autorégressif

Le choix de régresseurs s'effectue à partir d'un modèle linéaire AR(p). À l'instar de Teräsvirta (1994) nous retenons le retard  $p$  qui minimise les critères d'informations (AIC, BIC). Mais nous utilisons également le test de Ljung-Box et le test de significativité du dernier retard présent dans la régression (critère  $Kmax$ ) pour choisir des retards permettant de blanchir les erreurs et éviter l'éventuel problème d'auto-corrélation résiduelle. Le choix de  $p$  est très important dans la mesure où, comme le souligne Teräsvirta, une erreur dans ce choix peut biaiser les tests de linéarité.

### 3.2. Tests de linéarité

Dans le cas de modèle STAR, l'hypothèse nulle de linéarité consiste de manière générale à tester  $\alpha_1 = \alpha_2$  contre l'alternative  $\alpha_{1j} \neq \alpha_{2j}$  pour au moins un  $j = 1, \dots, p$ ; cette hypothèse peut être reformulée comme suit :  $\gamma = 0$ . Néanmoins, la présence de paramètres de nuisance non identifiés sous l'hypothèse nulle constitue une difficulté<sup>128</sup>. Afin de remédier à ce problème, Luukkonen *et al.* (1988) ont proposé de remplacer la fonction de transition  $F(s_t, \gamma, c)$  par son approximation de Taylor, et de tester la linéarité en utilisant un test de Multiplicateur de Lagrange, dont la statistique (LM) est distribuée asymptotiquement, sous  $H_0$ , selon une loi du Khi-deux.

#### 3.2.1. Test de linéarité contre LSTAR

Pour tester la linéarité contre le processus LSTAR, Saikkonen et Luukkonen (1988a) ont remplacé la fonction logistique par son développement de Taylor du 1<sup>er</sup> ordre autour du point  $\gamma = 0$ . Ainsi, lorsque la variable de transition est une endogène retardée ( $y_{t-d}$ ), le test de linéarité doit être réalisé pour toutes les valeurs possibles du paramètre de délai  $d$ ; la régression auxiliaire de l'équation caractérisant le modèle LSTAR est équivalente à<sup>129</sup> :

$$y_t = \delta_0' z_t + \sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^p \delta_{1ij} y_{t-i} y_{t-j} + n_t \quad (5.7)$$

D'après le test  $LM_1$ , accepter l'hypothèse de linéarité implique que  $\delta_1 = 0$  dans l'équation (12). Or,  $\delta_1$  dépend uniquement de  $\alpha_{2,j}$  avec  $j = 1, \dots, p$  et non de  $\alpha_{2,0}$ . Donc, le test  $LM_1$  n'est pas sensible au cas où  $\alpha_{2,0} = 0$ . Par conséquent, ce test peut ne pas détecter la non-linéarité due essentiellement à  $\alpha_{2,0}$  et; un test de linéarité basé sur  $LM_1$  est donc peu

<sup>128</sup> Consulter Davies (1977,1987), Hansen (1996) et Stinchcombe et White (1998).

<sup>129</sup> La statistique du test  $LM_1 = \frac{T(SCR_0 - SCR_1)}{SCR_0} \xrightarrow{\text{asymptotiquement}} X^2(p)$

puissant. Aussi, Luukkonen *et al.* (1988a) ont-ils proposé de remplacer la fonction  $F(s_t, \gamma, c)$  par son développement de Taylor du 3<sup>ème</sup> ordre autour de  $\gamma = 0$ . L'hypothèse  $H_0$  du test de linéarité consiste à tester :  $\delta_1 = \delta_2 = \delta_3 = 0$ . Par la suite, on obtient la régression auxiliaire suivante :

$$y_t = \sum_{i=0}^p \delta_{0i} y_{t-i} + \sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^p \delta_{1ij} y_{t-i} y_{t-j} + \sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^p \delta_{1ij} y_{t-i} y_{t-j}^2 + \sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^p \delta_{1ij} y_{t-i} y_{t-j}^3 + n_t \quad (5.8)$$

Le test  $LM_3$  est construit en respectant les étapes suivantes :

- La première étape consiste à régresser  $y_t$  sur  $z_t$ , le modèle linéaire est estimé par la méthode des moindres carrés ordinaires, par la suite on récupère les résidus estimés  $\widehat{\varepsilon}_t$  et la somme des carrés des résidus :  $SCR_0 = \sum_{t=1}^T \widehat{\varepsilon}_t^2$
- Ensuite, il faut estimer la régression auxiliaire tout en régressant  $y_t$  sur  $z_t$  et  $z_t s_{t,i}^i, \forall i = 1, 2, 3$ , et on en déduit  $\widehat{n}_t$  et la somme des carrés des résidus :  $SCR_3 = \sum_{t=1}^T \widehat{n}_t^2 \quad (5.8.1)$
- Enfin, La statistique du test  $LM_3 = \frac{T(SCR_0 - SCR_3)}{SCR_0} \xrightarrow{\text{asymptotiquement}} X^2(3p) \quad (5.8.2)$

Néanmoins, Luukkonen *et al.* (1988a) ont proposé d'utiliser la statistique  $LM_3^e$ <sup>130</sup> qui constitue la version économique de la statistique  $LM_3$ . En effet, lorsque  $s_t$  n'est pas une variable retardée, seuls  $\delta_{01}, \delta_{02}$  et  $\delta_{03}$  vont dépendre de  $\alpha_{2,0}$ .

### 3.2.2. Test de linéarité contre ESTAR

Afin de remédier au problème de nuisance de paramètres, Saikkonen et Luukkonen (1988) ont remplacé la fonction de transition exponentielle par son développement de Taylor de premier ordre pour obtenir la régression auxiliaire suivante :

$$y_t = \delta_0' z_t + \delta_1' z_t s_t + \delta_2' z_t s_t^2 + n_t \quad (5.9)$$

avec

$$n_t = \varepsilon_t + \alpha_2' z_t e_{2t} \quad (5.9.1)$$

et  $s_t$  désigne la variable de transition

---

<sup>130</sup>  $LM_3^e \rightarrow X^2(p)$

L'hypothèse de linéarité consiste à vérifier l'égalité  $\delta_1 = \delta_2 = 0$  dans l'équation précédente. Sous cette hypothèse, la statistique du test correspond à :  $LM_2 = \frac{T(SCR_0 - SCR_2)}{SCR_0}$   
 $\xrightarrow{\text{asymptotiquement}} X^2(2p)$  (5.9.2)

Où  $SCR_2$  est la somme des carrés des résidus du modèle (5.9).

Néanmoins, Escribano et Jordā (1999) ont montré que l'expression (5.9) peut ne pas détecter les deux points d'inflexion ; ils ont remplacé la fonction de transition exponentielle par son développement de Taylor d'ordre 2. Ils obtiennent alors la régression auxiliaire suivante :

$$y_t = \delta'_0 z_t + \delta'_1 z_t s_t + \delta'_2 z_t s_t^2 + \delta'_3 z_t s_t^3 + \delta'_4 z_t s_t^4 \quad (5.10)$$

Ces auteurs préconisent que l'hypothèse nulle consiste à tester l'égalité  $\delta_1 = \delta_2 = \delta_3 = \delta_4 = 0$  et que la statistique du test, notée  $LM_4$ , suit une loi de Khi-deux à  $4p$  degrés de liberté.

### 3.2.3. Tests de linéarité robustes à l'hétéroscédasticité

Les tests de linéarité standards ont supposé la constance de la variance résiduelle. Or cette hypothèse peut paraître restrictive notamment si l'on s'intéresse à l'étude des séries boursières. L'omission d'une éventuelle hétéroscédasticité a le même effet que la présence d'auto-corrélation résiduelle. Celle-ci peut biaiser les résultats des tests de linéarité, ce qui peuvent conduire à tort au rejet de la linéarité. Pour remédier à ce problème, Wooldridge (1991) a développé des tests de linéarité en présence d'une hétéroscédasticité non spécifiée. Ces tests ont été repris plus récemment par Granger et Teräsvirta (1993) pour reformuler des tests de linéarité robustes à l'hétéroscédasticité<sup>131</sup>.

### 3.2.4. Tests de linéarité robustes aux points aberrants

Van Dijk, Franses et Lucas (1999) ont montré que la linéarité peut être rejetée à tort par la présence de points aberrants. Il est possible aussi que le processus générant les données soit un modèle linéaire mais que les observations soient contaminées par la présence des « *outliers* ». Van Dijk *et al.* (1999) ont proposé alors d'utiliser des techniques d'estimation robustes aux points aberrants. Les estimateurs robustes ainsi obtenus sont destinés à

<sup>131</sup> Voir Van Dijk, Teräsvirta et Franses (2002) pour plus de détails sur ces tests.

déterminer les meilleures estimations des paramètres permettant de réduire le poids de l'influence de ces observations aberrantes dans l'estimation.

### 3.3. Les tests de validité du modèle STAR selon Eitrheim et Terasvirta (1996)<sup>132</sup>

Eitrheim et Terasvirta (1996) ont développé de nouveaux tests de mauvaise spécification des modèles STAR. Après l'estimation, nous devons passer à une série de tests: le test de non auto-corrélation résiduelle ou « no residual autocorrelation », le test de non linéarité restante ou « no remaining nonlinearity » et le test de constance des paramètres ou « parameter constancy ».

#### 3.3.1. Test de non-autocorrélation résiduelle

Les hypothèses de ce test sont  $H_0$ : les résidus sont indépendants contre  $H_1$  : les résidus sont auto-corrélés.

La statistique du test d'auto-corrélation, ou dépendance résiduelle du modèle STAR d'ordre ( $q$ ), est donnée par  $LM = TR^2$ , où  $R^2$  est le coefficient de détermination de la régression de  $\widehat{\varepsilon}_t$  sur  $\nabla F(z_t, \beta) = \frac{\partial F(z_t, \widehat{\beta})}{\partial \beta}$ , avec  $\beta = (\alpha_2, \gamma, c)'$  et les  $q$  résidus retardés  $\widehat{\varepsilon}_{t-1}, \widehat{\varepsilon}_{t-2}, \widehat{\varepsilon}_{t-3}, \dots \dots \dots \widehat{\varepsilon}_{t-q}$

La statistique de ce test, notée par  $LM_{SI}$ , suit la loi de Khi deux à  $q$  degré de liberté.

#### 3.3.2. Test de non linéarité restante ou omise

Eitrheim et Terasvirta (1996) ont développé des statistiques pour tester le modèle STAR à deux régimes contre une alternative d'un modèle STAR à trois régimes. L'idée sous-jacente est d'ajouter une composante additive non linéaire en moyenne notée  $F_2(s_t, \gamma_2, c)$ , pour vérifier si la non-linéarité a été totalement absorbée par le modèle STAR à deux régimes.

---

<sup>132</sup> Certains auteurs ont développé ces tests tels que Van Dijk et al. (2000), Van Dijk et al. (1999), Skalin (1998), Lundbergh et al. (2003b), Terasvirta (2005b), Peel et al. (2005), Lin et Terasvirta (1994), Rothman et al. (1999), Medeiros et al. (2000b), Beg et al. (1998), etc...

Néanmoins, comme le test souffre également d'un problème de nuisance des paramètres, la solution apportée est de remplacer  $F_2(s_t, \gamma_2, c)$  par son développement de Taylor d'ordre 3 autour du point  $\gamma_2 = 0$ .

Le modèle obtenu s'écrit ainsi :

$$y_t = \alpha_1' z_t + \alpha_2' z_t * F_1(s_t, \gamma_1, c_1) + \delta_0' z_t + \delta_1' z_t s_t + \delta_2' z_t s_t^2 + \delta_3' z_t s_t^3 + n_t \quad (5.11)$$

Avec  $\delta_0'$  et  $\delta_i', \forall i = 1, 2, 3$  sont fonction des paramètres  $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_{2A}, \gamma_2, c_2$ <sup>133</sup>.

L'hypothèse nulle de ce test  $H_0': \gamma_2 = 0$  est équivalente à  $H_0'' = \delta_1 = \delta_2 = \delta_3$ , donc sa statistique est obtenue comme suit :

- On estime le modèle STAR par la méthode des moindres carrés non linéaires (MCNL) et on retient la série résiduelle  $\hat{\varepsilon}_t$ .
- Par la suite on régresse  $\hat{\varepsilon}_t$  sur  $\nabla F(z_t, \beta) = \frac{\partial F(z_t, \hat{\beta})}{\partial \beta}$ , avec  $\beta = (\alpha_2, \gamma_1, c_1)$  et  $z_t s_t^i, \forall i = 1, 2, 3$  et on calcule le  $R^2$  pour obtenir la statistique du test qui est calculé comme  $TR^2$ . Elle est notée  $LM_{AMR,3}$  et elle est asymptotiquement distribuée selon une  $\chi_2(3(p+1))$

### 3.3.3. Test de constance des paramètres

Les paramètres du modèle STAR ont été supposés constants lors de l'estimation. Pour vérifier si les paramètres estimés varient dans le temps, il faut appliquer un test de constance des paramètres. L'idée de ce test revient à Lin et Teräsvirta (1994) et Lundberg et Teräsvirta (1998) qui ont supposé que les paramètres du modèle STAR ont la même fonction de transition que la variable endogène. Les auteurs ont défini la variable de transition comme une variable temps :  $s_t = t$  tout en retenant une fonction de transition de type  $F_2(t, \gamma_{pnc}, c_2)$  où  $\gamma_{pnc}$  est la vitesse de transition,  $\beta = (\alpha_2(t), \gamma, c)'$  et  $\alpha_2(t) = \alpha_{20} + \lambda \alpha_2 F(t, \lambda \alpha_2, c \alpha_2)$ . La condition de constance des paramètres est équivalente à :  $\gamma_{pnc} = 0$ . Le problème de nuisance des paramètres est résolu en utilisant l'approximation de Taylor de 3<sup>ème</sup> ordre ; la statistique du test ainsi obtenue, notée  $LM_{c,3}$ , est déterminée de la même manière que  $LM_{AMR,3}$ , avec  $s_t = t$ .

<sup>133</sup> A désigne la partie additive.

## 4. Application du modèle STAR : cas du marché boursier français<sup>134</sup>

### 4.1. Description des données

Notre base de données comprend le rendement jour par jour de neuf sociétés françaises parmi les grosses capitalisations boursières<sup>135</sup> ainsi que l'indice du marché CAC40 pour la période allant du 02/01/2006 au 28/12/2011. Les rendements sont obtenus comme première différence de la série logarithmique de l'indice<sup>136</sup>. Aucune série ne fait l'objet d'une correction des variations saisonnières.

#### Les statistiques<sup>137</sup>

Afin de tester l'hypothèse de normalité de la distribution de ces séries le skewness et le kurtosis ont été calculés. Les résultats obtenus doivent en principe se rapprocher des hypothèses couramment émises dans la théorie financière, à savoir que les cours doivent être des variables aléatoires indépendantes et identiquement distribuées. Par ailleurs, leur distribution n'est pas normale mais plutôt leptokurtique et asymétrique. L'hypothèse de variables indépendantes est rejetée car la statistique Q de Ljung-box calculée avec 20 retards indique des auto-corrélations de la série dès le premier retard pour l'ensemble de l'échantillon<sup>138</sup>. Afin de vérifier ce résultat il est nécessaire de s'intéresser aux fonctions d'auto-corrélation partielles. En effet, si une série est un bruit blanc strict, le sont également les séries déduites du carré et de la valeur absolue de celle-ci. Or nous remarquons clairement une dépendance des variables entre elles, traduites par des auto-corrélations significatives durables entre les séries. Ceci nous conduit au rejet de l'hypothèse d'absence d'auto-corrélation des cours et met en évidence la présence d'une hétéroscédasticité, confirmée également par le test ARCH. L'analyse du skewness et du kurtosis nous conduit à des conclusions habituelles dans les études des cours boursiers. Elles sont différentes de 0 et 3, ce qui signifie que la distribution n'est pas normale mais plutôt asymétrique avec des queues épaisses caractérisant une distribution leptokurtique.

#### Choix du nombre de retards

<sup>134</sup> Nous utilisons le « RSTAR Library » proposé par Balçilar Mehmet (2009).

<sup>135</sup> Capitalisation boursière au 01/01/2010.

<sup>136</sup> Dans cette partie du travail le rendement est calculé de la manière suivante :

$$R_t = \ln \left( \frac{P_t}{P_{t-1}} \right) * 100$$

<sup>137</sup> Voir annexe 32.

<sup>138</sup> Calcul de l'auteur.

Le problème de choisir le nombre de retards optimal, dans le cas des modèles non-linéaires, est discuté par Frances et Van Dijk (2000) dans la mesure où une erreur dans le choix du retard peut biaiser les tests de linéarité par la suite. Néanmoins l'approche commune consiste à commencer par un modèle AR(p)<sup>139</sup> et à supposer que l'ordre p est approprié dans les deux régimes du modèle non linéaire. Le tableau qui suit met en évidence le nombre de retards choisi pour chaque série de notre échantillon.

**Tableau 18 : nombre de retards retenus**

| Société             | Retard(p)<br>RMT |
|---------------------|------------------|
| AXA                 | 5                |
| BNP PARIBAS         | 5                |
| CREDIT AGRICOLE     | 3                |
| CAC                 | 4                |
| DANONE              | 3                |
| LOREAL              | 4                |
| LVMH                | 10               |
| SANOFI              | 6                |
| SOCIETE<br>GENERALE | 7                |
| TOTAL               | 4                |

Source : estimations de l'auteur

#### 4.2. Tests de linéarité<sup>140</sup>

Les tests LM.1, LM.2, LM.3, LM.3e, LM.4 calculés par RSTAR correspondent respectivement aux statistiques  $LM_1$ ,  $LM_2$ ,  $LM_3$ ,  $LM_{3e}$  et  $LM_4$ . De même, d'autres statistiques telles que LM.S2, LM.S3, LM.H1 et LM.H2 sont calculées pour vérifier la présence d'auto-corrélation résiduelle et l'invariance des paramètres. Les statistiques LM sont obtenues pour chaque valeur du paramètre de délai  $d$  appartenant à l'intervalle [1 5] dans la mesure où nous travaillons sur des données journalières. Nous avons, par ailleurs, été amenés à calculer les statistiques du test de Escibano et Jordã (1999)  $H_{0E}$  et  $H_{0L}$ . En effet le modèle LSTAR (respectivement ESTAR) est accepté lorsque la statistique de Fisher la plus grande est obtenue pour  $H_{0E}$  (respectivement  $H_{0L}$ ).

L'application de ces différents tests a montré que la linéarité est rejetée pour l'ensemble des séries de rentabilité de notre échantillon. D'ailleurs, les probabilités associées

<sup>139</sup> Le choix du retard dépend des critères discutés précédemment.

<sup>140</sup> Voir annexe 35.

à ces tests sont relativement faibles pour les séries en question. Ce rejet de la linéarité est aussi vérifié pour les tests non standards.

Dans le tableau qui suit nous mettons en évidence le paramètre de délai et la fonction de transition choisis pour chaque série de rentabilité de notre échantillon.

**Tableau 19 : Fonction de transition retenue**

| Société          | d | Fonction de transition |
|------------------|---|------------------------|
| AXA              | 4 | LSTAR                  |
| BNP PARIBAS      | 2 | LSTAR                  |
| CREDIT AGRICOLE  | 2 | LSTAR                  |
| CAC              | 2 | LSTAR                  |
| DANONE           | 3 | LSTAR                  |
| LOREAL           | 1 | LSTAR                  |
| LVMH             | 3 | LSTAR                  |
| SANOFI           | 2 | LSTAR                  |
| SOCIETE GENERALE | 1 | LSTAR                  |
| TOTAL            | 1 | LSTAR                  |

Source : estimations de l'auteur

### 4.3. Résultats de l'estimation

L'application de différents tests aux séries de rentabilités boursières du marché français, pour les différentes variables de transition retenues, a montré que la fonction de transition est de type logistique ; elle a également mis en évidence la supériorité du processus LSTAR par rapport au modèle linéaire propre à reproduire la dynamique des rentabilités boursières des sociétés françaises.

Rappelons que les deux fonctions de transition suggèrent des dynamiques différentes du processus de retour à la moyenne: la fonction logistique est caractérisée par un ajustement asymétrique de  $y_t$  par rapport à ses valeurs passées en fonction de la variable de transition,  $y_{t-d}$ , que celle-ci soit au dessous ou au dessus du seuil  $c$  permettant de détecter le signe des déviations (effet signe). Par contre, la fonction exponentielle suggère un ajustement symétrique dans la même direction que  $y_{t-d}$  : elle donne l'ampleur des déviations (effet taille). En d'autres termes, en utilisant une fonction logistique, on admet que les déviations positives et négatives retournent à la moyenne avec des vitesses différentes. Ce constat peut être expliqué par la psychologie du marché. Car la période qui s'étale sur les deux années

2008-2009 est une période durant laquelle le marché avait une tendance baissière dans la mesure où les opérateurs avaient de moins en moins confiance dans le marché, particulièrement dans le secteur bancaire.

La littérature empirique a souvent donné la prédominance des modèles ESTAR par rapport aux modèles LSTAR pour reproduire la dynamique des séries financières. En effet, Michael *et al.* (1997), Sarantis (1999), Peel et Taylor (2000), Taylor *et al.* (2001) et Bessec (2002) ont choisi la fonction de transition exponentielle pour reproduire la dynamique du taux de change réel. De même, Sarantis (2001), Manzan (2003), Jawadi et Koubbaa (2007) etc. ont retenu le modèle ESTAR pour analyser les dynamiques boursières. Néanmoins, l'application des différents tests a montré la supériorité de la fonction logistique pour l'ensemble des sociétés de notre échantillon. Rappelons que les modèles LSTAR servent à décrire les situations où les phases de récession et d'expansion font référence à des dynamiques différentes.

L'estimation du modèle STAR est effectuée par la méthode des MCNL. À l'instar Van Dijk *et al.* (2002), une procédure d'optimisation non-linéaire conventionnelle est utilisée pour estimer les paramètres de ce modèle. Cette procédure consiste à choisir les valeurs initiales des paramètres du modèle et à estimer par la suite la vitesse de transition entre les régimes.

Pour interpréter les résultats<sup>141</sup>, il faut déterminer dans quels cas la modélisation STAR est appropriée pour reproduire la dynamique d'ajustement de l'indice CAC 40 et des différentes sociétés de notre échantillon. Donc, il convient de vérifier la significativité statistique des coefficients caractérisant la fonction de transition à savoir  $\gamma$  et  $c$ .

La modélisation STAR semble être appropriée pour reproduire la dynamique d'ajustement des sociétés du CAC 40, à l'exception d'Axa et de la banque BNP Paribas.

Nous constatons que les coefficients caractérisant la fonction de transition, à savoir  $\gamma$  et  $c$ , sont significatifs. Par ailleurs la valeur estimée de la vitesse de transition n'est pas très importante, ce qui montre que la transition entre les régimes est relativement faible et reflète la persistance induite par la présence des coûts de transaction distincts, d'asymétrie d'information et la présence de différents opérateurs hétérogènes.

Pour le cas de l'indice CAC 40, un modèle LSTAR (4,3) a été retenu. L'analyse de ces résultats a montré qu'un modèle LSTAR est approprié pour reproduire la dynamique de la

---

<sup>141</sup> Voir annexe 34

série. Les paramètres  $c$  et  $\gamma$  sont statistiquement significatifs, confirmant l'hypothèse de changement de régime à transition lisse et le choix de la représentation logistique pour caractériser ces dynamiques boursières. Le modèle LSTAR s'avère ainsi adéquat pour reproduire les changements de régime caractérisant les rentabilités boursières de l'indice français. La valeur du seuil ( $c$ ) est égale à  $-1.66707$  et significative au seuil de 1%, elle correspond approximativement à la rentabilité du 8 juin 2007. Ce résultat semble très intéressant dans la mesure où la crise des subprimes s'est déclenchée à l'été 2007, tout en sachant qu'elle est commencée à se manifester dès février 2007 par l'annonce d'importantes provisions passées par la banque HSBC, avant de se transformer en crise ouverte lorsque les adjudications périodiques n'ont pas trouvé preneurs en juillet 2007.

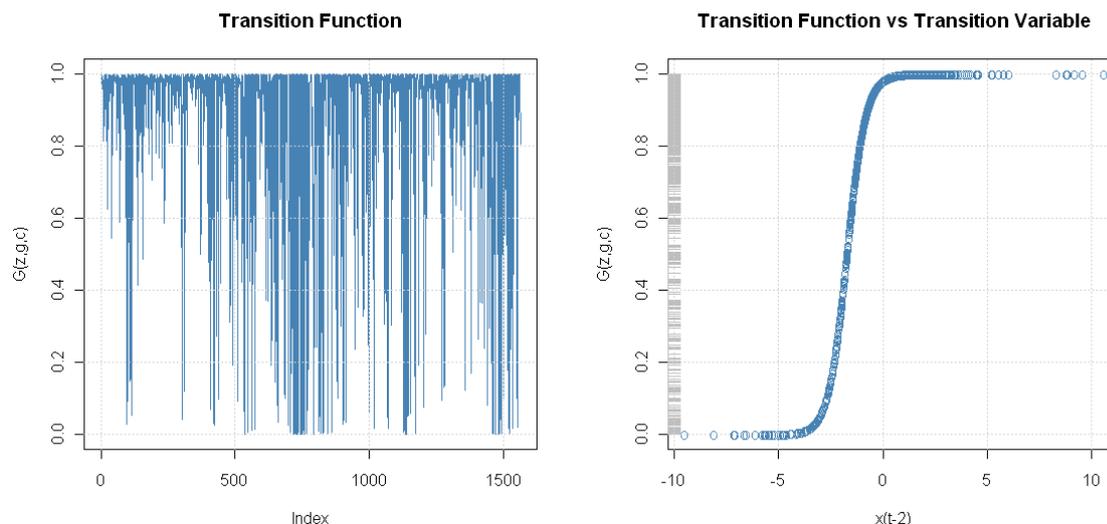
Ce résultat prouve que le marché boursier français a pris en considération le début du déclenchement de la crise pour entrer dans un régime caractérisé par une baisse des prix.

**Tableau 20 : Résultat de l'estimation pour l'indice du CAC 40**

| <b>LSTAR (4,3) d=2</b>   |                 |                   |                |                    |
|--|-----------------|-------------------|----------------|--------------------|
|  | <b>Estimate</b> | <b>Std. Error</b> | <b>t value</b> | <b>Pr(&gt; t )</b> |
| <b>Gamma</b>   | 3.72188         | 2.14006           | 1.739          | 0.082008 .         |
| <b>Threshold</b>   | -1.66707        | 0.33300           | -5.006         | 5.55e-07 ***       |
| <b>Intercep_1</b>  | 0.04759         | 0.36280           | 0.131          | 0.895647           |
| <b>AR_1(1)</b>   | -0.21446        | 0.06337           | -3.385         | 0.000713 ***       |
| <b>AR_1(2)</b>   | 0.01617         | 0.10149           | 0.159          | 0.873439           |
| <b>AR_1(3)</b>   | -0.51199        | 0.10611           | -4.825         | 1.40e-06 ***       |
| <b>AR_1(4)</b>   | 0.04149         | 0.02544           | 1.631          | 0.102933           |
| <b>Intercep_2</b>  | -0.07023        | 0.39055           | -0.180         | 0.857299           |
| <b>AR_2(1)</b>   | 0.20644         | 0.07442           | 2.774          | 0.005535 **        |
| <b>AR_2(2)</b>   | -0.08210        | 0.09664           | -0.850         | 0.395542           |
| <b>AR_2(3)</b>   | 0.52063         | 0.11612           | 4.484          | 7.34e-06 ***       |
| <b>Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1</b> |                 |                   |                |                    |

Source : estimations de l'auteur

**Figure 28: Fonction de transition pour l'indice CAC 40**



Intéressons-nous au cas de la Société Générale puisque que cette banque est passée par de très grandes difficultés à la suite de la crise des subprimes. La vitesse de transition est relativement faible (1.85414), la valeur du seuil (c) est égale à -7.14216. Elle est négative et significative au seuil de 99%, et elle correspond approximativement à la rentabilité du 15/12/2008.

Du point de vue économique, ce constat est très intéressant dans la mesure où l'action Société Générale a perdu 61 % sur l'année 2008, à la suite de la crise des subprimes mais aussi à cause d'autres scandales qui ont touché la banque française, tels que l'affaire Kerviel, le procès du Sentier en février 2008 et le procès aux Prud'hommes de Guillaume Pollet. Néanmoins, à la fin de 2008, la banque a reçu de l'assureur American International Group (AIG) 12 milliards de dollars versés à la suite de l'achat des produits dérivés. De même, le 12 décembre 2008, la Société Générale a bénéficié d'un emprunt de l'État d'un montant de 1,7 milliard d'euros.

**Tableau 21 : Résultat de l'estimation pour la société générale**

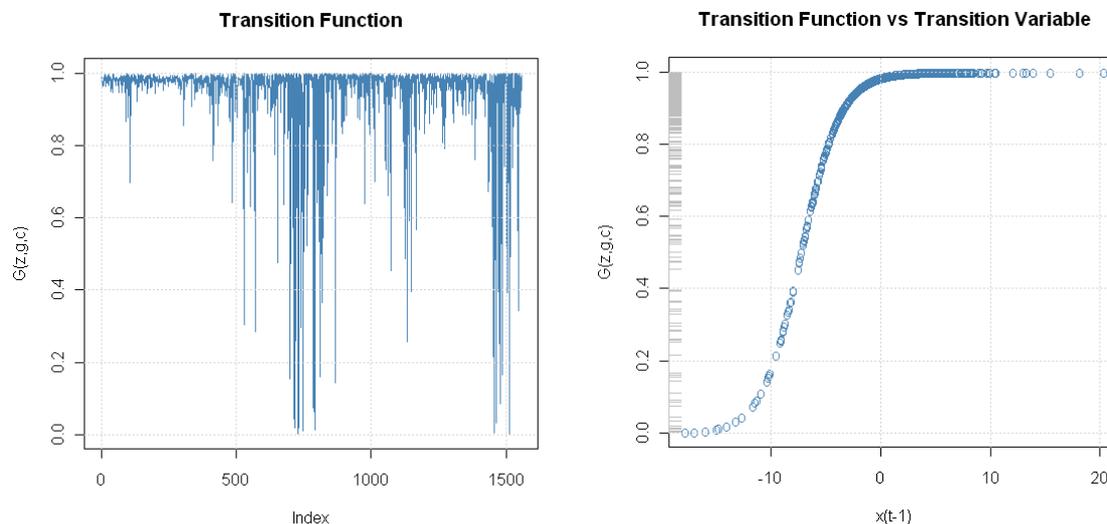
**LSTAR (7,7) d=1**

|                   | Estimate | Std. Error | t value | Pr(> t )     |
|-------------------|----------|------------|---------|--------------|
| <b>Gamma</b>      | 1.85414  | 0.92349    | 2.008   | 0.044669 *   |
| <b>Threshold</b>  | -7.14216 | 1.41989    | -5.030  | 4.9e-07 ***  |
| <b>Intercep_1</b> | -1.10527 | 2.32410    | -0.476  | 0.634381     |
| <b>AR_1(1)</b>    | 0.23641  | 0.20995    | 1.126   | 0.260148     |
| <b>AR_1(2)</b>    | -0.53487 | 0.15339    | -3.487  | 0.000488 *** |
| <b>AR_1(3)</b>    | -0.49923 | 0.16388    | -3.046  | 0.002317 **  |
| <b>AR_1(4)</b>    | 0.06356  | 0.11690    | 0.544   | 0.586644     |
| <b>AR_1(5)</b>    | -0.24106 | 0.11791    | -2.044  | 0.040912 *   |
| <b>AR_1(6)</b>    | -0.13360 | 0.11817    | -1.131  | 0.258234     |

|  |          |         |        |             |
|--|----------|---------|--------|-------------|
| AR_1(7)  | -0.14632 | 0.12633 | -1.158 | 0.246779    |
| Intercep_2   | 1.06988  | 2.39522 | 0.447  | 0.655112    |
| AR_2(1)  | -0.16507 | 0.19551 | -0.844 | 0.398508    |
| AR_2(2)  | 0.50389  | 0.16437 | 3.065  | 0.002173 ** |
| AR_2(3)  | 0.55695  | 0.17501 | 3.182  | 0.001461 ** |
| AR_2(4)  | -0.10780 | 0.12641 | -0.853 | 0.393787    |
| AR_2(5)  | 0.25249  | 0.12680 | 1.991  | 0.046457 *  |
| AR_2(6)  | 0.06670  | 0.12772 | 0.522  | 0.601519    |
| AR_2(7)  | 0.11840  | 0.13731 | 0.862  | 0.388506    |
| <b>Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1</b> |          |         |        |             |

Source : estimations de l'auteur

**Figure 29: Fonction de transition pour la société générale**



La deuxième entreprise du secteur bancaire appartenant à notre échantillon est Crédit Agricole SA : tous les coefficients autorégressifs sont statistiquement différents de zéro ce qui montre la présence d'une structure de dépendance dans la série. La valeur du seuil (c) est égale à -6,7002 et proche de la rentabilité du 3 février 2009 ; ceci s'explique par le fait que la stratégie de sortie de crise de la banque a été bien perçue par les marchés dans la mesure où le titre a progressé de plus de 40 % au cours de l'année 2009.

**Tableau 22 : Résultat de l'estimation pour le crédit agricole**

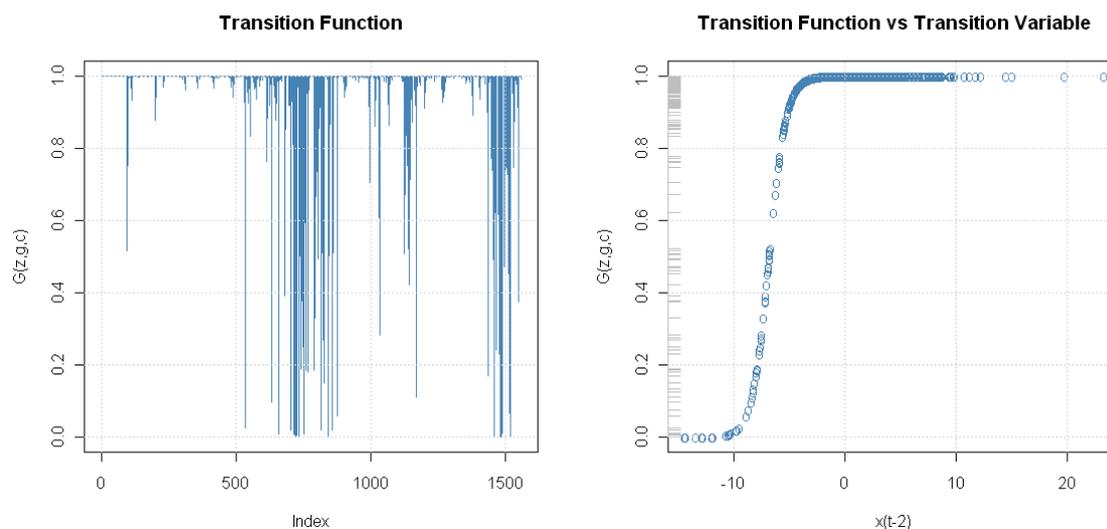
**LSTAR(3,3) d=2**

|                   | Estimate | Std. Error | t value | Pr(> t )     |
|-------------------|----------|------------|---------|--------------|
| <b>Gamma</b>      | 4.1916   | 3.5004     | 1.197   | 0.231127     |
| <b>Treshold</b>   | -6.7002  | 1.0230     | -6.550  | 5.77e-11 *** |
| <b>Intercep_1</b> | -5.5990  | 2.4690     | -2.268  | 0.023346 *   |
| <b>AR_1(1)</b>    | -0.2655  | 0.1178     | -2.253  | 0.024278 *   |
| <b>AR_1(2)</b>    | -0.5955  | 0.2475     | -2.406  | 0.016119 *   |

|  |         |        |        |              |
|--|---------|--------|--------|--------------|
| <b>AR_1(3)</b>   | -0.4913 | 0.1371 | -3.584 | 0.000339 *** |
| <b>Intercep_2</b>  | 5.4802  | 2.4777 | 2.212  | 0.026982 *   |
| <b>AR_2(1)</b>   | 0.3231  | 0.1226 | 2.636  | 0.008387 **  |
| <b>AR_2(2)</b>   | 0.5769  | 0.2453 | 2.352  | 0.018681 *   |
| <b>AR_2(3)</b>   | 0.4495  | 0.1410 | 3.187  | 0.001436 **  |
| <b>Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1</b> |         |        |        |              |

Source : estimations de l'auteur

**Figure 30: Fonction de transition pour le crédit agricole**



Le cas de la société l'Oréal est très intéressant puisque tous les coefficients autorégressifs sont statistiquement différents de zéro, tout comme la vitesse de transition et le paramètre  $c$  qui correspond exactement à la rentabilité du 31 mai 2006. C'est la date de la prolongation de l'offre faite par L'Oréal aux actionnaires de The Body Shop International.

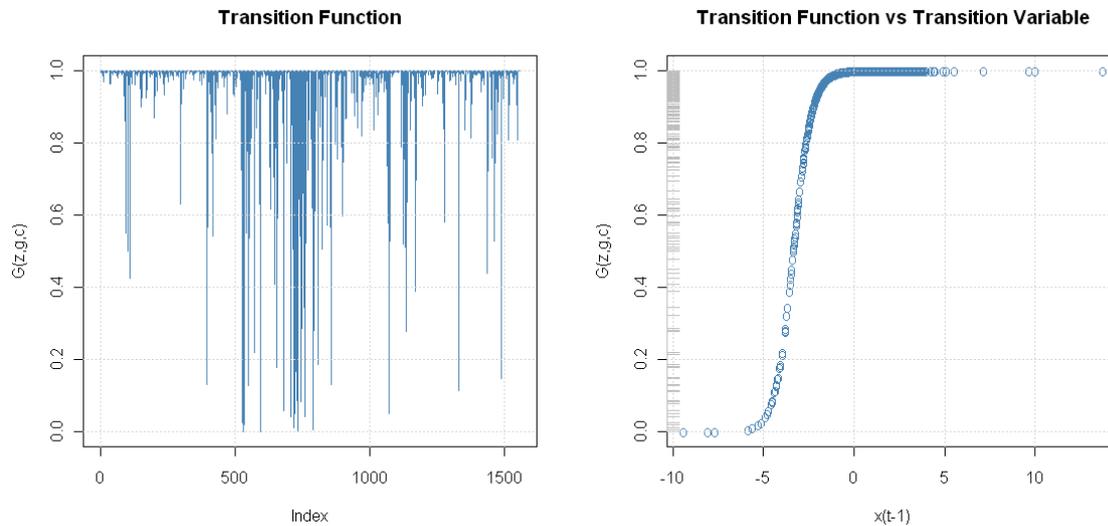
**Tableau 23 : Résultat de l'estimation pour l'oréal**

**LSTAR (4,4) d=1**

|  | Estimate | Std. Error | t value | Pr(> t )     |
|--|----------|------------|---------|--------------|
| <b>Gamma</b>   | 3.2900   | 1.8783     | 1.752   | 0.079854 .   |
| <b>Treshold</b>  | -3.2907  | 0.4152     | -7.926  | 2.22e-15 *** |
| <b>Intercep_1</b>  | -2.1810  | 1.0730     | -2.033  | 0.042085 *   |
| <b>AR_1(1)</b>   | -0.7543  | 0.2253     | -3.348  | 0.000813 *** |
| <b>AR_1(2)</b>   | -0.4410  | 0.1340     | -3.291  | 0.000999 *** |
| <b>AR_1(3)</b>   | -0.3860  | 0.1140     | -3.386  | 0.000710 *** |
| <b>AR_1(4)</b>   | 0.6018   | 0.1814     | 3.317   | 0.000911 *** |
| <b>Intercep_2</b>  | 2.2007   | 1.0890     | 2.021   | 0.043296 *   |
| <b>AR_2(1)</b>   | 0.6587   | 0.2171     | 3.035   | 0.002408 **  |
| <b>AR_2(2)</b>   | 0.3849   | 0.1399     | 2.752   | 0.005928 **  |
| <b>AR_2(3)</b>   | 0.3960   | 0.1214     | 3.261   | 0.001109 **  |
| <b>AR_2(4)</b>   | -0.5346  | 0.1884     | -2.837  | 0.004558 **  |
| <b>Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1</b> |          |            |         |              |

Source : estimations de l'auteur

**Figure 31: Fonction de transition pour l'oréal**



Enfin, un modèle LSTAR (4,4) a été choisi pour reproduire la dynamique des rentabilités boursières de la société Total. La plupart des coefficients autorégressifs sont statistiquement différents de zéro indiquant la présence d'une structure de dépendance dans les données boursières. Ce résultat est un indicateur de rejet des hypothèses d'efficience au sens faible et d'ajustement instantané et linéaire des cours boursiers. Cette conclusion est valable pour l'ensemble de notre échantillon.

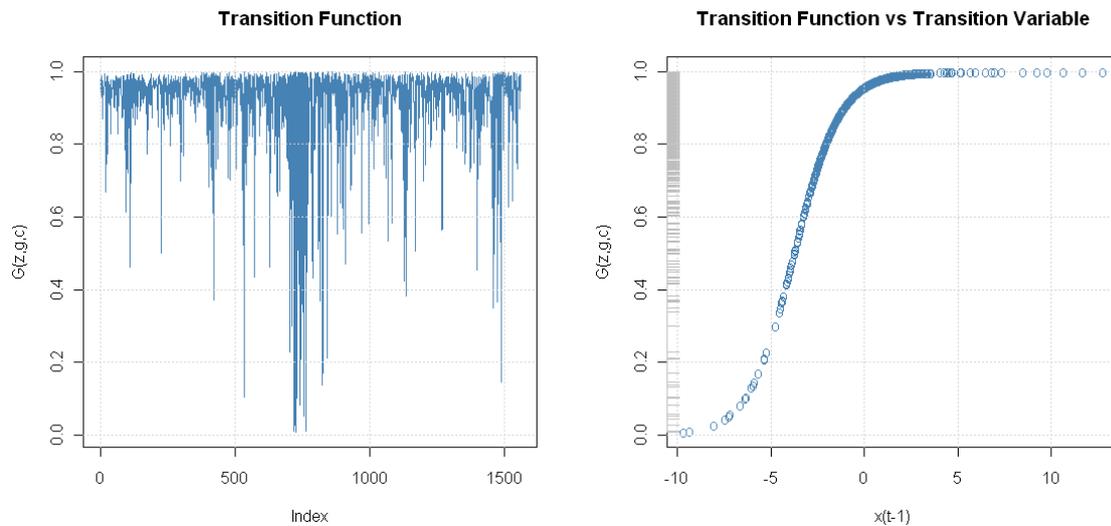
**Tableau 24 : Résultat de l'estimation pour Total**

**LSTAR (4,4) d=1**

|  | Estimate | Std. Error | t value | Pr(> t )     |
|--|----------|------------|---------|--------------|
| <b>Gamma</b>   | 1.48853  | 0.80034    | 1.860   | 0.062904 .   |
| <b>Treshold</b>  | -3.69578 | 1.01830    | -3.629  | 0.000284 *** |
| <b>Intercep_1</b>  | -2.74362 | 1.27234    | -2.156  | 0.031055 *   |
| <b>AR_1(1)</b>   | -0.75256 | 0.20897    | -3.601  | 0.000317 *** |
| <b>AR_1(2)</b>   | -0.43696 | 0.14037    | -3.113  | 0.001853 **  |
| <b>AR_1(3)</b>   | -0.23036 | 0.09087    | -2.535  | 0.011244 *   |
| <b>AR_1(4)</b>   | 0.22604  | 0.09859    | 2.293   | 0.021859 *   |
| <b>Intercep_2</b>  | 2.83493  | 1.41817    | 1.999   | 0.045607 *   |
| <b>AR_2(1)</b>   | 0.71489  | 0.18371    | 3.891   | 9.97e-05 *** |
| <b>AR_2(2)</b>   | 0.42131  | 0.15454    | 2.726   | 0.006406 **  |
| <b>AR_2(3)</b>   | 0.19659  | 0.10342    | 1.901   | 0.057320 .   |
| <b>AR_2(4)</b>   | -0.19300 | 0.11116    | -1.736  | 0.082535 .   |
| <b>Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1</b> |          |            |         |              |

Source : estimations de l'auteur

**Figure 32: Fonction de transition pour Total**



Comme l'ont montré Jawadi et Koubaa (2007)<sup>142</sup>, le fonctionnement du marché boursier est expliqué par la présence de deux régimes permettant de décrire deux dynamiques distinctes. La dynamique du régime central est localement stable, et cela, contrairement aux régimes extérieurs dont la dynamique est instable. Ce fonctionnement du marché boursier est expliqué par la présence de deux types d'opérateurs : d'une part les fundamentalistes qui ramènent les cours vers leur valeur fondamentale, ce qui explique des périodes de haute volatilité observée sur le marché, et d'autre part les chartistes qui agissent sur le marché en se basant sur les prix passés et dont l'action fait accroître l'écart entre les prix et les fondamentaux. L'action des fundamentalistes est donc stabilisatrice dans la mesure où elle permet aux prix de revenir aux fondamentaux, ce qui explique la volatilité observée. A contrario, l'action des chartistes qui se caractérise par son caractère spéculatif est source d'inefficience. Par ailleurs, l'action des opérateurs dépend de la présence des coûts de transaction. En effet, lorsque les déviations du cours par rapport à sa valeur fondamentale sont inférieures aux coûts de transaction, les fundamentalistes anticipent l'absence d'arbitrage et n'opèrent sur aucune action. Ils décident d'agir si les coûts sont supérieurs à l'écart entre les prix et les fondamentaux. La présence de ces coûts peut aboutir à une forme de persistance dans la dynamique des cours.

Au cours de notre analyse, nous avons montré que les modèles STAR sont plus appropriés que les modèles linéaires standards pour décrire la dynamique de ces séries et tenir compte de leur asymétrie. Les justifications de la non-linéarité inhérente aux séries boursières

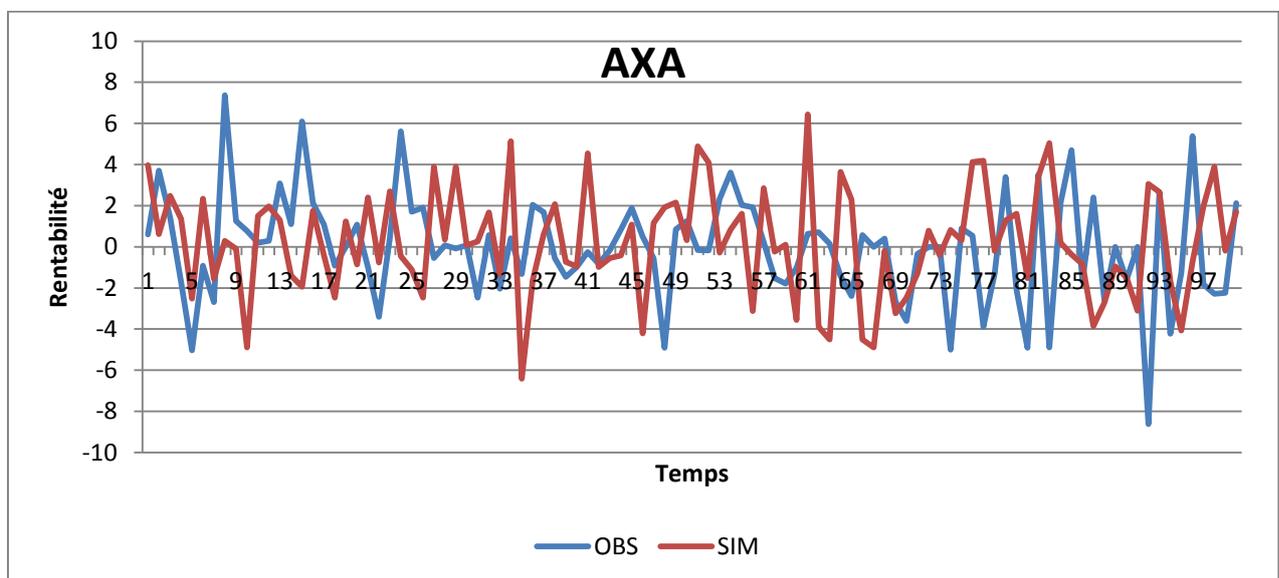
---

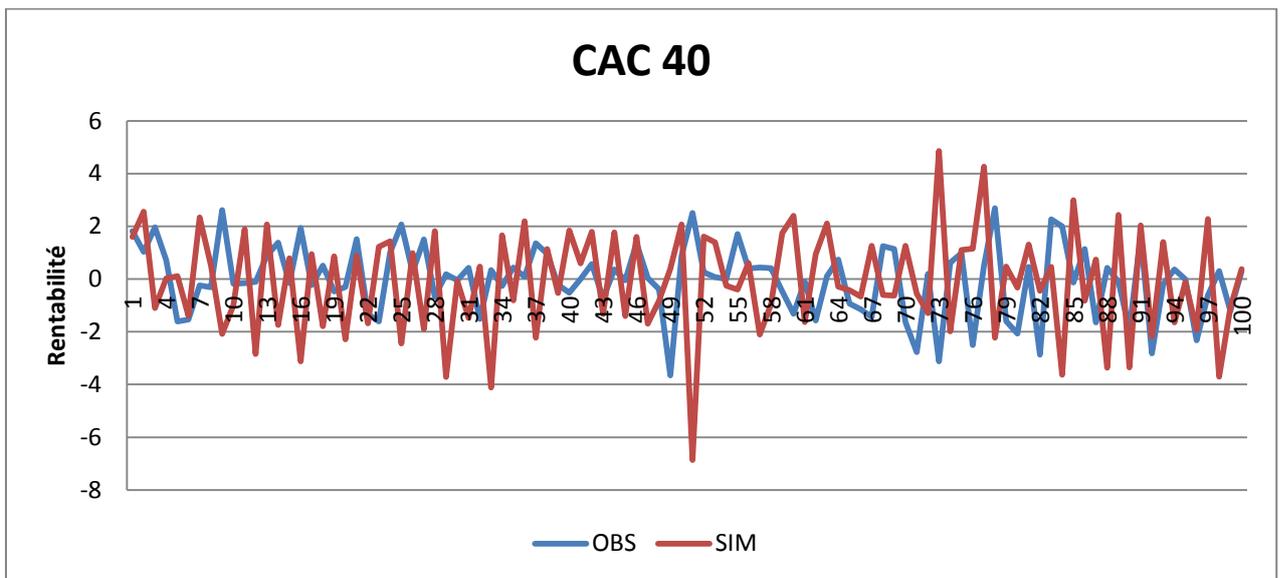
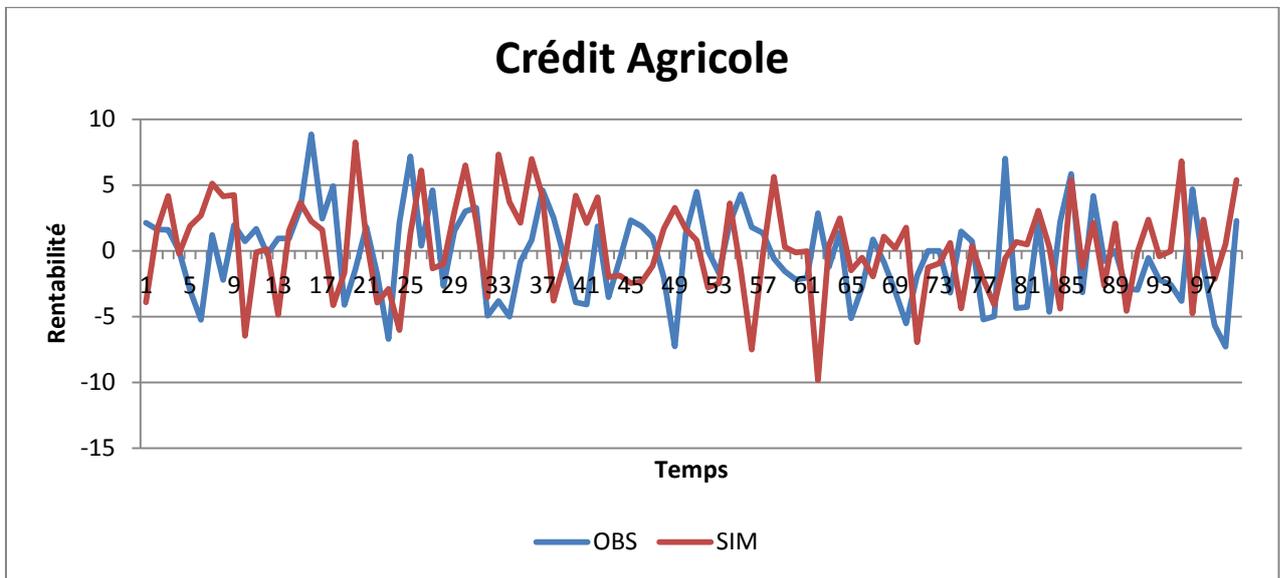
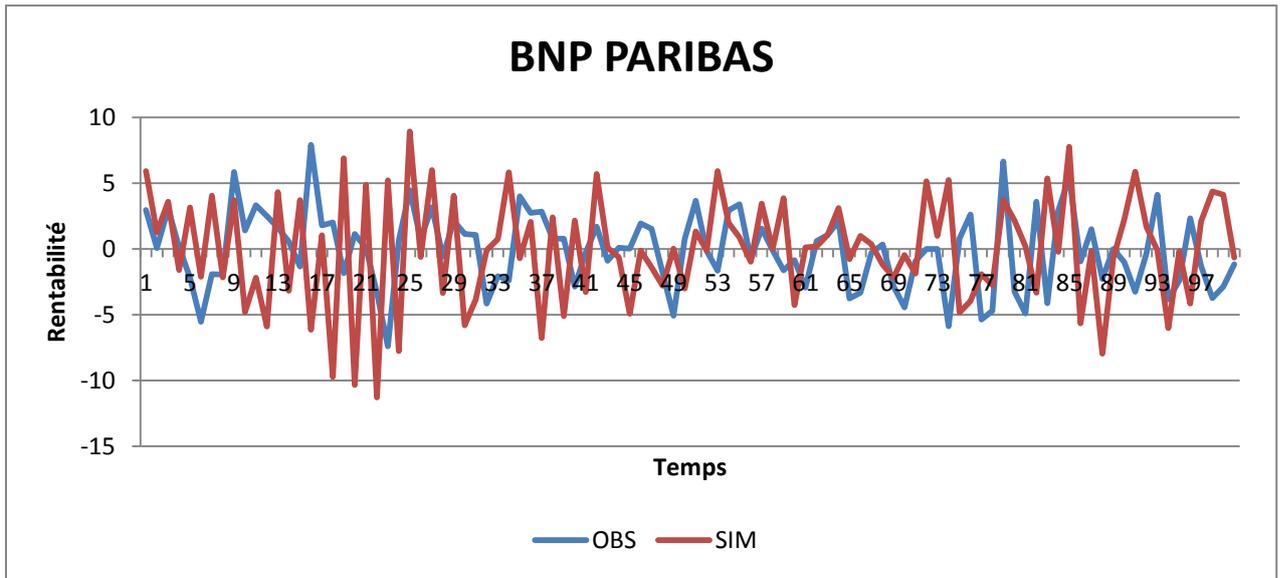
<sup>142</sup> Voir aussi le chapitre 4.

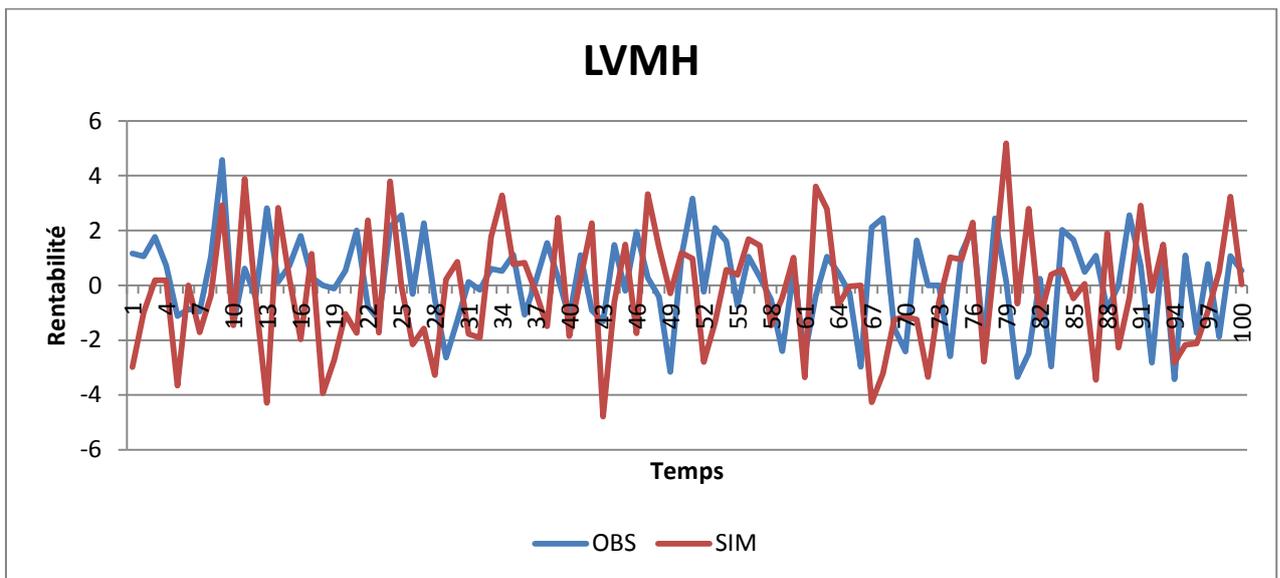
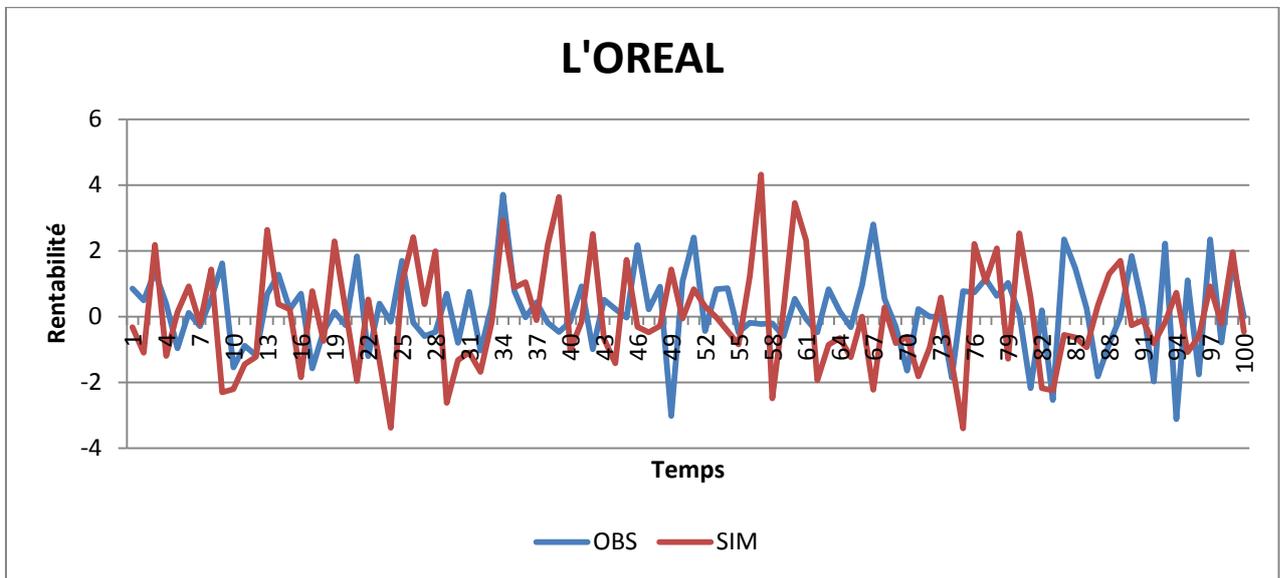
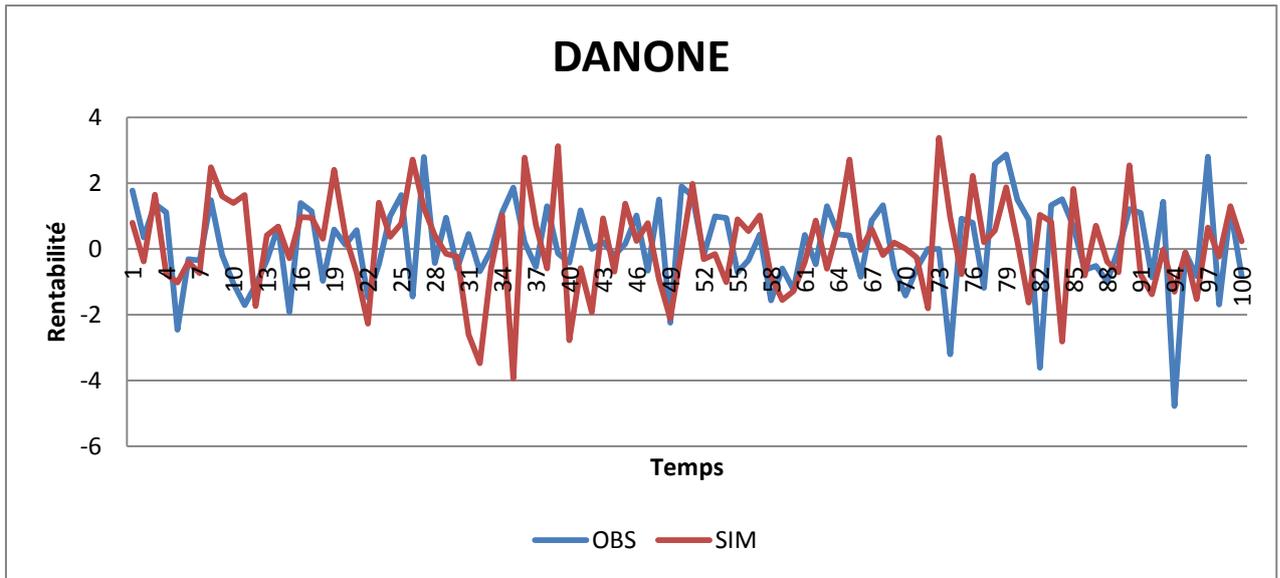
sont : l'hétérogénéité comportementale, la présence des coûts de transaction et l'effet de comportements mimétiques. Par ailleurs, d'autres études ont justifié la non-linéarité inhérente aux séries boursières essentiellement par la diversité de croyances des investisseurs (Brock et LeBaron (1996), Arthur, Holland, LeBaron, Palmer et Taylor (1997) et Brock et Hommes (1998)), l'effet de comportements de troupeau (Lux (1995)) et la présence de coûts de transaction (Sarantis (2001), Jawadi et Koubaa (2002), Manzan (2003)).

Afin de vérifier la pertinence de la modélisation choisie pour reproduire la dynamique de nos séries, nous mettons en évidence, dans les graphiques qui suivent, une comparaison entre les données réellement observées sur le marché français et des données simulées à partir des modèles LSAR relatifs à chacune de nos séries. La courbe en bleu désigne les rentabilités observées sur la période qui s'étale du 29 décembre 2011 au 17 mai 2012 (100 observations) et la courbe en rouge est relative à des données de simulation. Bien qu'il existe des différences entre nos simulations et la réalité du marché, nous remarquons que la modélisation choisie est en mesure de reproduire la plupart des périodes de baisse et de hausse des prix boursiers.

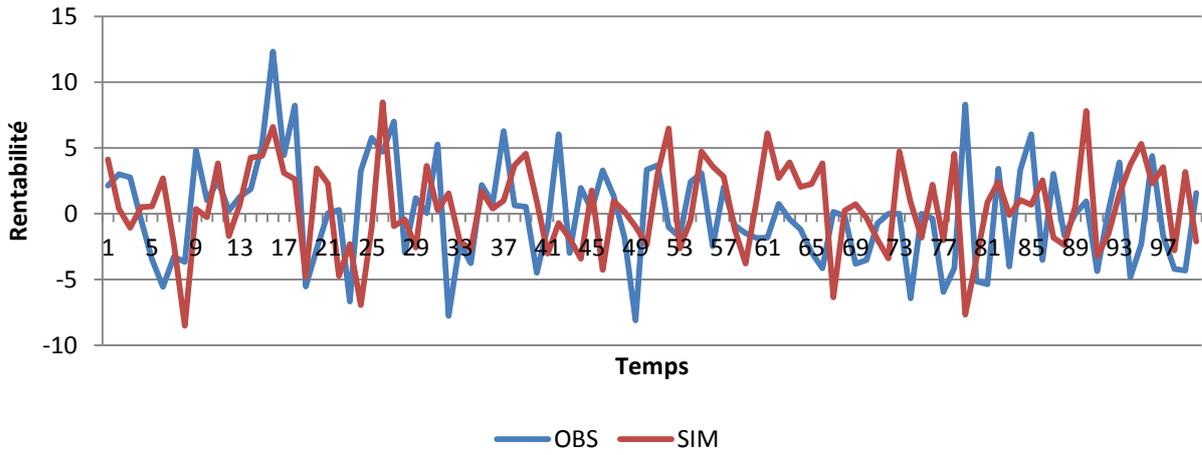
**Figure 33: Comparaison entre les rentabilités observées sur le marché et les rentabilités simulées (période : 29/12/2011 au 17/05/2012)**



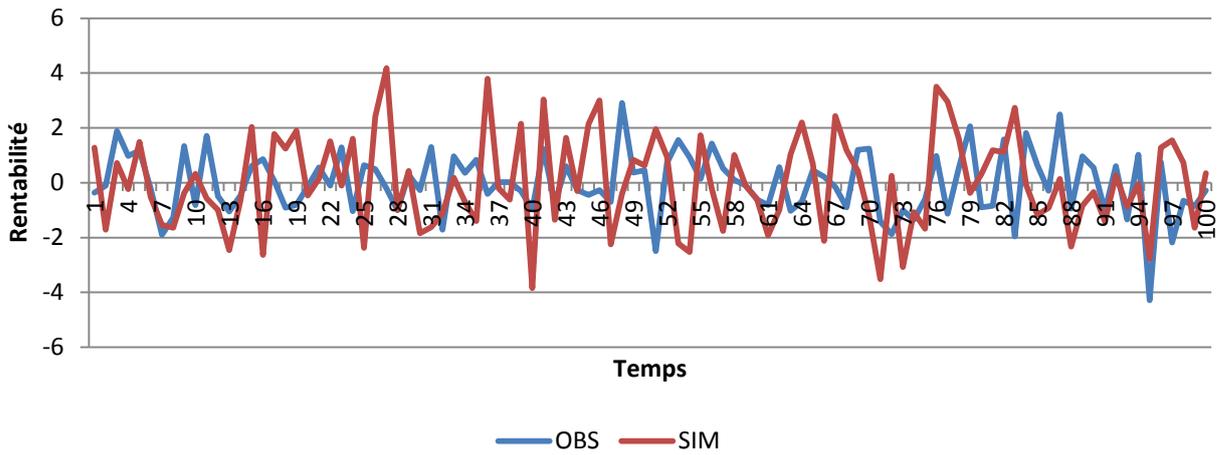




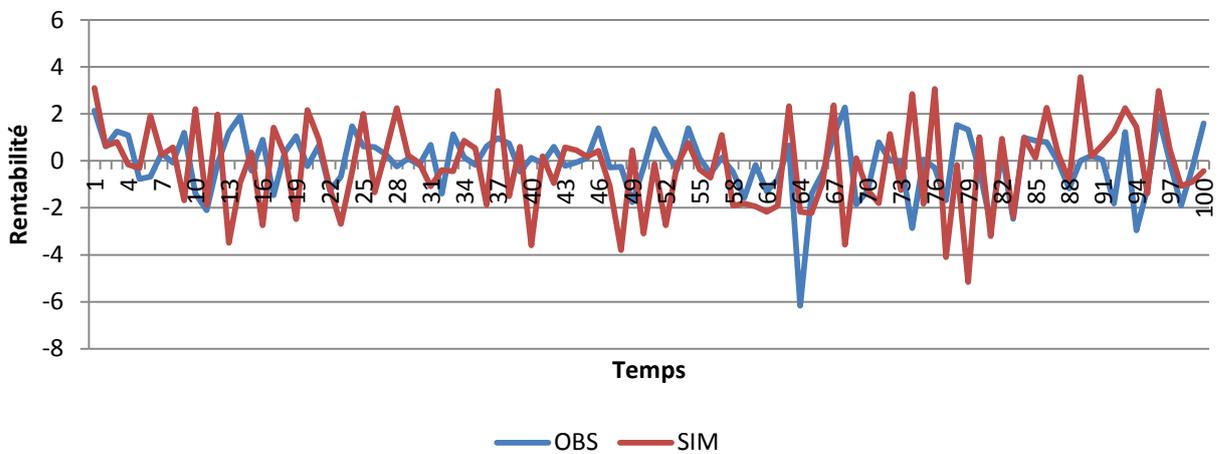
### SOCIETE GENERALE



### SANOFI AVENTIS



### TOTAL



### Fonction de réponse impulsionnelle<sup>143</sup>

Un moyen utile pour analyser le comportement dynamique d'un modèle STAR est d'étudier les effets d'un choc  $\varepsilon_t$  sur les tendances futures des prix boursiers. Les fonctions de réponse impulsionnelle sont un outil pratique pour effectuer une telle analyse.

On considère deux réalisations différentes de notre processus *LSTAR* en  $t + h$  soit  $Y_{t+h}$ .

Supposons que la première réalisation soit telle qu'entre  $t$  et  $t+h$ , le système connaisse un seul choc (ce choc intervenant en  $t$ ). La deuxième réalisation suppose que le système ne subisse pas de choc entre  $t$  et  $t+h$ . La fonction de réponse impulsionnelle est alors définie comme la différence entre ces deux réalisations qui sont identiques jusqu'en  $t-1$ . La réaction d'une variable ayant suivi un choc doit donc être comparée à la réaction de la même variable lorsque cette dernière n'a suivi aucun choc. La fonction de réponse peut donc être définie comme suit :

$$RI_y(h, \alpha, w_{t-1}) = E(y_{t+h} \uparrow \varepsilon_t = \partial, w_{t-1}) - E(y_{t+h} \uparrow w_{t-1})$$

Où  $RI_y$  est la fonction de réponse généralisée d'une variable  $Y$ ,  $h$  est l'horizon de prévision,  $\varepsilon_t$  est le choc qui génère la réponse, et  $w_{t-1}$  est l'historique (les valeurs initiales des variables dans le modèle) et enfin  $E()$  est l'opérateur espérance mathématique.

Dans les modèles non-linéaires, l'impact d'un choc dépend à la fois de l'historique du processus et du signe et l'ampleur du choc<sup>144</sup>, contrairement aux modèles linéaires qui sont caractérisés par des chocs symétriques ; c'est-à-dire qu'un choc de taille  $(-\partial)$  a un effet exactement opposé à celui d'un choc de taille  $(\partial)$ .

Koop et al (1996) ont développé les fonctions de réponse impulsionnelle généralisées pour examiner les effets des chocs dans les systèmes non linéaires. Pour calculer les fonctions de réponse généralisées aux chocs, les auteurs préconisent de spécifier la nature des chocs (son amplitude et son signe) et les conditions initiales (valeurs de départ des paramètres du modèle non linéaire). Ensuite ils proposent de calculer les espérances conditionnelles ( $E(y_{t+h} \uparrow \varepsilon_t = \alpha, w_{t-1})$  et  $E(y_{t+h} \uparrow w_{t-1})$ ) par des simulations.

---

<sup>143</sup> Voir annexe 38.

<sup>144</sup> Voir Pesaran and Potter (1997)

Dans ce travail, à l'instar de Van Dijk et al, les chocs initiaux sont égaux à  $\partial/\widehat{\sigma}_\varepsilon = \pm 3, \pm 2.9, \dots, \pm 0.2, \pm 0.1$  où  $\widehat{\sigma}_\varepsilon$  désigne l'écart type des résidus du modèle LSTAR. Ensuite, nous calculons  $RI_y$  pour  $h = 1, 2, 3 \dots N$  avec  $N = 20$ ; les espérances conditionnelles sont obtenues en tant que moyenne de 1000 simulations de la variation de  $Y_{t+h}$  obtenues par itération sur le modèle LSTAR, avec et sans l'aide du choc initial sélectionné pour obtenir  $\Delta Y_t$  et en utilisant un échantillon aléatoire des résidus du modèle LSTAR estimé.

La première remarque est que les chocs semblent être asymétriques pour la majorité de notre échantillon dans la mesure où l'impact d'un choc négatif est différent de celui d'un choc positif. De même, les chocs qui se produisent, que ce soit pendant les phase de boom ou de bust, ont tendance à atteindre leur maximum dès le premier jour, puis leur effet diminue progressivement vers zéro. Nous remarquons que le marché boursier prend alors en considération cette nouvelle information (le choc) pour l'intégrer dans les prix. Pour le cas de l'indice CAC 40, cet effet s'annule au bout du sixième jour, alors que dans d'autres cas de figure - tels que la Société Générale, LVMH, Sanofi - il ne s'annule qu'à partir du quinzième jour. Enfin, l'ampleur du choc est plus importante pour les sociétés du secteur bancaire à savoir la Société Générale et le Crédit Agricole. Ce constat s'explique par la vulnérabilité du secteur durant la période de la crise des subprimes.

## Conclusion

Les analyses présentées dans ce dernier chapitre avaient pour but d'étudier la dynamique des cours boursiers des plus grosses capitalisations boursières françaises, en ayant recours à la méthodologie des modèles à changement de régime. Ces processus permettent à l'ajustement d'être asymétrique et variable dans le temps. Ils définissent des dynamiques distinctes et des régimes différents selon que le cours est loin ou non de l'équilibre.

Les hypothèses sous jacentes trop restrictives de la théorie d'efficience informationnelle des marchés financiers (marchés parfaits, absences de coûts de transaction, gratuité de l'information, etc... qui sont à l'origine de l'existence de phénomènes de « mésalignement » durable des cours) justifient le recours à cette méthodologie. Par ailleurs, la dynamique des cours boursiers est fortement liée à la nature des intervenants sur le marché. Les résultats des tests de linéarité confirment le caractère non linéaire des séries de rentabilité.

Les estimations effectuées ont montré que les modèles à changement de régime étaient appropriés pour reproduire la dynamique des cours de l'indice CAC 40 et des plus grosses capitalisations du marché français dans la mesure où les variables explicatives du modèle LSTAR étaient significatives à l'exception de la banque BNP Paribas et d'Axa. La supériorité des modèles LSTAR par rapport aux modèles linéaires, a été ainsi montrée pour reproduire la dynamique des cours boursiers. Les fondements économiques de la non-linéarité inhérente aux séries boursières sont : l'hétérogénéité comportementale, la présence des coûts de transaction et l'effet de comportements mimétiques.

Nos résultats confirment l'existence de deux régimes : un premier régime central stable et un régime extérieur beaucoup moins stable. Ce fonctionnement du marché boursier est expliqué par la présence de deux types d'opérateurs : les fundamentalistes et les chartistes. L'action des fundamentalistes est stabilisatrice dans la mesure où elle permet aux prix de revenir aux fondamentaux ce qui explique la volatilité observée, contrairement à l'action des chartistes qui agissent sur le marché en se basant sur les prix passés et dont l'action contribue à accroître l'écart entre les prix observés et les fondamentaux.

---

## CONCLUSION GENERALE

---

La théorie financière orthodoxe repose sur trois piliers : la maximisation de l'utilité espérée, l'hypothèse d'absence d'arbitrage et celle d'efficience des marchés. Le premier pilier s'appuie sur l'hypothèse de parfaite rationalité des agents et celle d'aversion au risque, l'absence d'arbitrage devant éviter tout écart significatif entre le cours et sa valeur intrinsèque. L'efficience des marchés financiers suppose que, lorsqu'un marché est efficient, du point de vue de l'information, la cotation des titres reflète toute l'information disponible. Les prix cotés sont alors des indicateurs appropriés tant pour les investisseurs en vue d'orienter leur épargne, que pour les entreprises en vue de choisir leurs sources de financement. L'hypothèse d'efficience des marchés financiers s'avère être la pomme de discorde entre les praticiens et les théoriciens de la finance. A ce sujet, Fama (1991) écrit que « la littérature concernant les marchés efficients constitue le premier cas pour lequel la recherche académique a affecté les pratiques du monde réel. Avant les travaux sur l'efficience, la présomption selon laquelle les gestionnaires de portefeuilles avaient accès à une masse d'informations non encore dévoilée, était forte. Les recherches sur l'efficience ont montré qu'en réalité, ce type d'information est rare ».

Cependant la théorie financière dominante, qui conçoit les cours boursiers comme le reflet des valeurs économiques fondamentales, se trouve de plus en plus fragilisée face à l'évolution constatée des marchés financiers. L'efficience informationnelle des marchés financiers est devenue un thème très controversé dans la littérature et a fait l'objet d'un nombre considérable d'ouvrages et d'articles.

Notre recherche a eu pour objectif d'analyser les anomalies existant sur les marchés financiers en général, et plus particulièrement sur le marché boursier français, en mettant l'accent sur les explications des sources de dysfonctionnement des marchés et des déviations des cours par rapport à leurs fondamentaux. Par ailleurs, nous avons étudié les conséquences de ces dysfonctionnements sur la dynamique des cours des titres et avons montré que celle-ci peut être irrégulière, asymétrique, à transition lisse et non-linéaire. Il en résulte que l'hypothèse d'efficience des marchés financiers est loin d'être vérifiée en général, ce qui nous a amené à remettre en cause l'hypothèse d'ajustement linéaire des cours.

Le premier chapitre introductif avait pour objet de préciser la démarche et la problématique de la thèse. Une large revue de la littérature théorique et empirique concernant

le thème de l'efficience des marchés financiers a été exposée. Dans une première section nous avons défini cette théorie sous ses différentes formes en mettant l'accent sur les conditions nécessaires à sa validation. Ensuite dans une seconde section nous avons longuement explicité les principaux modèles et analyses de l'efficience et enfin dans la troisième section nous avons présenté une lecture de la littérature empirique de la théorie de l'efficience informationnelle des marchés financiers. En outre, au cours de nos développements nous avons souligné les difficultés, voire les contradictions que revêt la définition même du concept.

Dans le cadre de l'entreprise, l'information est une ressource stratégique. La recherche de l'information est alors un exercice crucial pour les acteurs des marchés financiers. Cependant ces acteurs se trouvent confrontés au problème de la fausse information ou encore de la rumeur financière, phénomène qui occupe une place importante dans le quotidien de ces opérateurs. Celui-ci peut amplifier ou déclencher des situations de crise par son caractère alarmiste et incontrôlable. Dans la première section du deuxième chapitre nous avons défini, dans un premier temps, le terme « rumeur » de manière générale, puis nous l'avons restitué dans le cadre de la finance en particulier. Notre intérêt s'est porté sur le cycle de vie d'une rumeur du début jusqu'à la fin, nous avons alors pu identifier les différents acteurs qui sont à l'origine des rumeurs ainsi que leurs objectifs et la réglementation qui permet d'y faire face.

Dans la deuxième section de ce chapitre, nous nous sommes intéressés à la forte instabilité qui caractérise les marchés financiers dont la volatilité a été appréhendée par l'impact des annonces de scandales financiers sur le marché boursier français. Dans notre étude, nous avons montré l'effet de l'annonce d'un scandale boursier sur les cours des actions françaises d'une part et celui lié à une société particulière sur l'ensemble du marché d'autre part. Une méthodologie d'étude d'événements a été retenue dans un premier temps afin d'expliquer l'effet sur les rentabilités des actions cotées sur le CAC40, puis nous avons pu mesurer l'impact sur la volatilité des actions du CAC40 à travers l'utilisation d'un modèle GARCH dans un deuxième temps. Les résultats obtenus ont mis en évidence l'absence de rendements anormaux autour des dates d'annonce des scandales retenus. Ce résultat implique que le marché boursier français prend en considération certaines informations mais fait l'impasse sur d'autres, alors que l'hypothèse de l'efficience des marchés financiers stipule que les prix des actifs sont censés refléter, à chaque instant, toutes les informations publiques et privées sur le marché. Nous avons pu constater ensuite une hausse de la volatilité des titres

choisis à la suite de l'éclatement des scandales financiers et avons pu conclure quant à l'effet déstabilisateur de ces informations.

Enfin dans la dernière partie de ce chapitre nous avons mis l'accent sur l'existence des dépendances dans les séries de rendements des actions du CAC40 afin de tester la forme faible de l'efficience. L'hypothèse de marche aléatoire des cours boursiers étant souvent assimilée à cette forme d'efficience nous avons alors utilisé des tests économétriques tels que le test ARCH d'Engle (1982), le test des runs de Cromwell, Labys et Terraza (1994) et le test du rapport de variances introduit par Cochrane (1988) et par Lo et Mc Kinlay (1988).

L'application du test des runs n'a pas donné une idée précise sur l'ensemble du marché français dans la mesure où le rejet de la marche aléatoire a été vérifié pour onze sociétés de notre échantillon suite à l'utilisation de cette méthode. Le test du rapport de variances, a montré l'impossibilité de prédire les rentabilités futures à partir des rentabilités passées pour l'ensemble des entreprises retenues, ce qui est cohérent avec l'hypothèse d'efficience au sens faible.

Une deuxième série des tests a mis en évidence l'existence des dépendances non linéaires dans les séries de rentabilités. En effet, la statistique du rang ré-échelonné  $R/S$  semble montrer l'existence de dépendances pour une durée de vingt jours calendaires alors que la marche aléatoire est vérifiée au-delà de cent jours calendaires. De même, la statistique BDS a confirmé l'existence de cette dépendance non linéaire. Mais ces deux tests ne permettent pas de distinguer les dépendances à court terme des dépendances à long terme.

Dans la mesure où les résultats obtenus ne permettent pas de conclure sur la validité de l'hypothèse de l'efficience informationnelle des marchés financiers, l'objectif du chapitre trois a consisté à mettre en évidence les théories alternatives à l'efficience des marchés financiers afin de cerner leur apport à l'explication des anomalies observées sur les marchés boursiers. Après avoir rappelé l'importance de l'hypothèse d'absence d'arbitrage dans la théorie financière néoclassique, nous avons soulevé le problème de l'incapacité de l'arbitrage à éliminer des mouvements systématiques et persistants des cours des titres indépendamment des fondamentaux du marché, et à absorber des variations brutales des prix boursiers qui ne sont pas liées à la divulgation de nouvelles informations. Ensuite, nous nous sommes intéressés à la finance comportementale qui, contrairement à la finance standard, n'impose aucune condition sur la rationalité des individus. Nous avons exposé les principaux biais psychologiques responsables de la déviation du comportement de l'individu par rapport à

celui de l'homo economicus (homme économique). Nous avons aussi essayé d'identifier si la volatilité excessive des titres observée sur le marché boursier français résultait de l'excès d'échange d'investisseurs sur-confiants. Les résultats obtenus ont montré que la volatilité excessive des rendements observée sur le marché boursier français n'est pas due à l'excès de confiance qu'exhibent les intervenants sur ce marché. Le rejet qui découle de cette impossibilité peut être dû à la méthodologie utilisée dans ce travail pour mettre en évidence ce biais. Dans la dernière section de ce chapitre nous avons mis l'accent sur l'approche keynésienne<sup>145</sup> pour expliquer le fonctionnement des marchés financiers tout en insistant sur la prise en compte de l'incertitude qui est au cœur de la théorie Keynésienne. Nous avons alors analysé l'aspect théorique de l'école des conventions, qui montre que l'introduction d'un mode de coordination hors prix - que Keynes nomme convention - est nécessaire pour faire face au caractère incertain de l'avenir. Aussi, nous avons étudié la logique autoréférentielle qui stipule que le prix futur dépend de l'opinion anticipée du marché. Enfin, dans le but de vérifier si la volatilité excessive observée sur les marchés financiers, et plus particulièrement sur les marchés boursiers, est liée à la présence d'opérateurs affectés d'un comportement mimétique (Keynes (1936), Orléan (2000)), nous avons testé empiriquement l'existence d'éventuels comportements grégaires sur le marché boursier français. La méthodologie de Tan et al (2008), qui se sont inspirés des travaux de Chang, Cheng et Khorana (2000), a été utilisée. Nos résultats suggèrent les opérateurs présents sur le marché boursier français ne sont pas affectés d'un comportement mimétique. Toutefois, les résultats obtenus peuvent être dus à la méthodologie utilisée (CSAD) dans la mesure où nous montrons dans le chapitre suivant que le mimétisme est à l'origine d'une instabilité boursière et une hausse de la volatilité observée sur les marchés.

L'objet du chapitre quatre est d'élaborer un modèle inspiré des travaux de « De Grauwe et Grimaldi » (2005)<sup>146</sup> dans lequel nous avons mis l'accent sur le rôle de l'hétérogénéité des anticipations dans la formation des cours boursiers. Cette prise en compte des influences interpersonnelles, reflétant la réalité des marchés boursiers - qui rejette la théorie de Walras puisque les opérateurs communiquent entre eux - constitue un aspect important de la dynamique boursière. Nous avons admis la présence de deux types d'opérateurs : d'une part, les fondamentalistes qui ramènent les cours vers leur valeur fondamentale, ce qui explique des périodes de haute volatilité observée sur le marché et,

---

<sup>145</sup> Nous nous sommes inspirés des travaux d'André Orléan.

<sup>146</sup> « Heterogeneity of agents, transactions costs and the exchange rate »

d'autre part, les chartistes qui agissent sur le marché en se basant sur les prix passés et dont l'action fait accroître l'écart entre les prix observés et les fondamentaux. Par la suite, nous avons introduit les coûts de transaction dans le modèle afin de voir leur impact sur la dynamique d'ajustement des cours boursiers. Enfin, un troisième type d'opérateurs affectés de comportements mimétiques a été rajouté au modèle, ce qui a permis d'expliquer des périodes de forte volatilité observées et des écarts persistants entre le cours et sa valeur fondamentale. L'interaction entre les fundamentalistes et les chartistes aboutit à une forme particulière d'efficience qualifiée « d'efficience par régime »<sup>147</sup>, dans la mesure où l'action déstabilisatrice des chartistes est corrigée par celle des fundamentalistes.

Nous avons aussi pu aboutir à la conclusion que les coûts de transaction, ainsi que l'hétérogénéité comportementale qui caractérise les marchés boursiers, remettent en cause l'hypothèse d'efficience des marchés. La dynamique des cours boursiers s'est avérée non-linéaire, les techniques de modélisation linéaire ne semblent pas appropriées car les phases de hausse et de baisse des cours ne sont pas symétriques.

La réconciliation entre le concept de la rationalité et celui du mimétisme est difficile. Néanmoins, une interprétation possible du mimétisme montre que celui-ci n'est pas incompatible avec la rationalité dans la mesure où copier l'opinion moyenne du marché diminue « le risque concurrentiel », (Orléan, 1990 et Mignon, 1998)<sup>148</sup>.

L'introduction d'intervenants affectés d'un comportement mimétique dans notre modèle a permis de montrer que la volatilité des prix augmente lorsque croît le nombre de ce troisième type d'opérateurs. Cette hausse de la volatilité est expliquée par le rôle des influences interpersonnelles. Les opérateurs n'ayant pas la même perception de la volatilité la formation des cours boursiers et le degré d'efficience des marchés en sont affectés.

Les influences interpersonnelles et les interactions entre les opérateurs peuvent guider les individus à avoir, jusqu'à un certain seuil, des croyances différentes de celles issues des fondamentaux. De même, elles peuvent induire de fortes fluctuations des cours boursiers et aboutir à des périodes de déviations persistantes des cours par rapport à leur niveau d'équilibre. L'interaction entre les différentes catégories d'agents affecte les prix dans la

---

<sup>147</sup> Terme utilisé par Jawadi et Sahut (2008).

<sup>148</sup> « En situation d'incertitude, le mimétisme apparaît comme un comportement parfaitement rationnel de la part des agents ignorants », (Mignon, 1998).

mesure où leurs caractéristiques spécifiques engendrent des anticipations hétérogènes et des choix d'investissements différents.

Les simulations effectuées dans ce chapitre ont montré que la prise en compte de la psychologie des opérateurs du marché, ignorée et écartée par la finance standard mais qui reflète bien la réalité des marchés financiers, fragilise l'hypothèse de l'efficience des marchés et celle de l'ajustement linéaire des cours boursiers. Nous avons montré que la prise en compte des comportements mimétiques, permet de rendre compte des processus d'amplification de la volatilité et l'émergence de bulles observés sur les marchés.

Le dernier chapitre se situe dans la continuité logique des premiers chapitres. Il cherche à étudier la dynamique du marché boursier français en présence de frictions telles que les coûts de transaction, l'asymétrie d'information et l'hétérogénéité des anticipations des intervenants. Notre étude nous conduit à rejeter l'hypothèse d'efficience dans la majorité des cas, en montrant que les cours peuvent ne pas s'ajuster de façon instantanée, linéaire et symétrique. La présence des coûts de transaction a été assimilée à une limite à l'arbitrage dans la mesure où ces coûts peuvent réduire les transactions, dissuader l'arbitrage et induire des effets d'inertie lorsque les cours tendent à rejoindre leurs valeurs d'équilibre, conduisant ainsi à des rigidités dans les prix. De telles rigidités sont plus difficilement reproduites par les modèles linéaires standards.

Afin d'appréhender l'asymétrie, la non-linéarité et les comportements anormaux caractérisant ces dynamiques, nous avons appliqué des modèles STAR aux séries quotidiennes de rendement boursier des plus grosses capitalisations boursières françaises et de l'indice du CAC 40. L'examen des résultats obtenus a montré l'intérêt à ces modèles à seuil et à transition lisse, ainsi que la capacité de ces modèles à fournir une alternative pertinente aux modèles linéaires, à l'exception de deux cas, qui concernent le cours de la banque BNP Paribas et celui du groupe d'assurance Axa.

La validation de ce type de modélisation sur les données boursières françaises peut être associée à l'importance des ordres passés sur la bourse de Paris, à la suite de la panique des opérateurs durant les périodes de crise, ainsi qu'à l'hétérogénéité des anticipations et des comportements des intervenants sur le marché boursier français. Les différentes vitesses de transition d'un régime à un autre reflètent vraisemblablement l'hétérogénéité des intervenants sur le marché boursier français, ainsi que les effets d'inertie liés à la présence de coûts de transaction.

A l'issue de nos travaux, différentes extensions et directions de recherche peuvent être avancées afin d'appréhender la dynamique non linéaire des cours boursiers. Tout d'abord, une prise en compte de la présence simultanée de non linéarités en moyenne et en variance par le biais de l'estimation de modèles de type LSTAR-GARCH ou ESTAR-STGARCH sur les rendements boursiers est une première piste. Ensuite, un passage du cadre univarié (STAR) au cadre multivarié (STR)<sup>149</sup>, avec la possibilité d'introduire des variables économiques fondamentales et explicatives, est susceptible d'apporter un éclairage complémentaire sur la dynamique des cours boursiers. Enfin, un troisième prolongement pourrait consister à prendre en compte la non linéarité et l'existence d'une mémoire longue dans les rentabilités boursières<sup>150</sup>.

---

<sup>149</sup> Voir annexes 35.

<sup>150</sup> Voir les travaux de Hillebrand and Medeiros (2009) et Hillebrand, Medeiros et Xu (2010).

## BIBLIOGRAPHIE

- Abarbanell J. et Bernard V. (1992), « Tests of Analysts' overreaction/underreaction to earnings information as an explanation for anomalous stock price behavior », *Journal of Finance*, Pages: 1181-1207.
- Abreu D. et Brunnermeier M.K. (2002), « Synchronization Risk and Delayed Arbitrage », *Journal of Financial Economics*.
- Acker D. et Duck N.W. (2008), « Cross-cultural overconfidence and biased selfattribution », *The Journal of Socio-Economics*, 37, Pages: 1815-1824.
- Aftalion F. (2003), « La nouvelle finance et la gestion des portefeuilles », *Economica*
- Aftalion F., Poncet P., (2001), « La Théorie moderne du portefeuille », *Que sais-je ?*
- Aglietta M. (1997), « Régulation et crises du capitalisme », Paris, Odile Jacob coll. « Opus »
- Aglietta M. (1995), « Macroéconomie financière », Paris, La Découverte, coll. « Repères »
- Aglietta M. et Orléan A. (1998), « La Monnaie souveraine », Paris, Odile Jacob coll.
- Alamagny F. (1993), «Le bruit, source de volatilité», *Cahier de Recherche, CEREG*, Université Paris-Dauphine.
- Akdeniz L., Salih A.A. et Ok S.T. (2007), « Are stock prices too volatile to be justified by the dividend discount model ? », *Physica A*, 376, Pages: 433-444.
- Ali A., Hwang L.S. et Trombley M.A. (2003), «Arbitrage Risk and Book-to- Market Anomaly», *Journal of Financial Economics* 69, Pages: 355-373.
- Allport G. et Postman L. (1947), « The Psychology of rumor », New York, Henry Holt.
- Al-Loughani N. et Chappel D. (1997), «On the validity of the weak form efficient markets hypothesis applied to the London stock exchange», *Applied Financial Economics* n° 7.
- Aktas N. (2004), « La Finance Comportementale : Un Etat des Lieux », *Reflets et perspectives de la vie économique*, Pages : 19-33.
- Alphonse P. (2000), « Efficient Price Discovery in Stock Index Cash and Futures Markets », *Annales d'économie et de statistique*, n°60.
- Anderson H.M. (1997), « Transaction Costs and Nonlinear Adjustment Towards Equilibrium in The US Treasury Bill Markets», *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, Vol.59, Pages: 465-484.
- Artus P. (1995), « Anomalies sur les marchés financiers », *Economie Poche, Economica*
- Artus P. et Kaabi M. (1994a), « Mimétisme : un modèle théorique simple t une application au cas de la structure des taux d'intérêt », *Revue Economique*, n.3, mai
- Artus P. et Kaabi M. (1994b), « Bulles intrinsèques, bulles d'Etat : Théorie et résultats

- empiriques dans le cas du marché boursier français », *Finance*, 15,1, Juin
- Asquith P.M. (1983), «The impact of initiating dividend payment on shareholders wealth», *Journal of Business*, 6, Pages: 77-96.
- Attali J. (1994), « Europe(s) », Librairie Arthème Fayard.
- Autume (d') A. (2004), « Commentaires, Les Crises financière : Rapport de Boyer R., Dehove M. et Plihon D. », La documentation Française, Paris
- Bachelier L. (1900), «Théorie de la spéculation », Thèse de doctorat, Annales de l'Ecole Normale Supérieur.
- Bacon D.W. et Watts D.G. (1971), «Estimating the Transition between Two Intersecting Straight Lines», *Biometrika*, 58, Pages: 525-534.
- Baily R.E. (2001), «Predictability of prices and market efficiency», *Economics of financial market*
- Balcilar M. (2008), «RSTAR: A package for smooth transition autoregressive modeling using R», R User Conference, Dortmund (Germany)
- Balke N.S. et Fomby T.B. (1997), «Threshold Cointegration», *International Economic Review*, Vol.38, Pages: 627-646.
- Banz R. (1981), « The relation between Return and Market value of common stock», *Journal of Financial Economics*, Vol 9.
- Barber B. et Odean T. (2000), «Trading is hazardous to your wealth: the common stock performance of individual investors», *Journal of Finance*, 55, Pages: 773-806.
- Barber B. et Odean T. (2001), «Boys will be boys: gender, overconfidence, and common stock investment», *Quarterly Journal of Economics*, 116, Pages: 261-292.
- Barber B. et Odean T. (2002a), «Online investors: do the slow die first? », *Review of Financial Studies* 15, Pages: 455-487.
- Barber B. et Odean T. (2002b), «All that glitters: the effect of attention and news on the buying behavior of individual and institutional investors», Working Paper (University of California, Berkeley, CA).
- Barberis N. et Huang M. (2001), «Mental accounting, loss aversion and individual stock returns», *Journal of Finance*, 56, Pages: 1247-1292.
- Barberis N. et Thaler R. (2003), «A survey of behavioral finance», Chapter 18, *Handbook of the Economics of Finance*, Edited by G.M. Constantinides, M. Harris and R. Stulz.
- Barberis N., Huang M. et Santos T. (2001), «Prospect theory and asset prices», *Quarterly Journal of Economics*, 116, Pages: 1-53.
- Barberis N., Shleifer A. et Vishny R.W. (1998), «A model of investor sentiment», *Journal of*

Finance Economics, 49, Pages:307-343

- Baumol W. et Benhabib (1989), « Chaos: Significance Mechanism and Economic Applications », Journal of Economic Perspectives 3, Pages: 77-105.
- Bayouhd F., Houfi M. A., Tissaoui K. et Zamouri S. (2008), « Volatilité excessive sur les marchés financiers : essai d'explication par la finance comportementale. Cas de l'excès de confiance sur la bourse de Tunis. », Document de travail.
- Beaver W. (1981), « Market efficiency », The Accounting Review, vol.56.
- Béchu T. et Bertrand E. (2002), « L'analyse technique ».
- Bedi J., Richards A. et Tennant P. (2003), « The Characteristics and Trading Behavior of Dual Listed Companies », DP 2003-06, Reserve Bank of Australia.
- Bekaert G. et Wu G. (1997), « Asymmetric Volatility and Risk in Equity Markets », Stanford Business School Working Paper.
- Belgacem A. (2008), « L'impact des signaux de politique monétaire sur la rentabilité et la volatilité des actions du CAC 40 », Working Paper Université Paris 10.
- Benabou R. et Tirole J. (2004a), « Incentives and Prosocial Behavior », Centre for Economic Policy Research Discussion Paper 4633.
- Benos A. et Rockinger M. (2000), « Market response to Earnings Announcements and Interim Reports: An Analysis of SBF120 Companies », Annales d'économie et de statistique.
- Benos A.V. (1998), « Aggressiveness and survival of overconfident traders », Journal of Financial Markets 1, Pages: 353-383.
- Berdot J. et Leonard J. (2002), « Politique monétaire, profits attendus et valorisation du marché américain des actions », Analyse Financière, avril 2002.
- Bernanke S. et Kuttner K. (2005), « What explains the stock market's reaction to federal reserve policy? », Journal of Finance, Vol. LX, n°3.
- Bernard V. et Thomas J. (1989), « Post Earnings Announcement Drift: Delayed Price Response or Risk Premium? », Journal of Accounting Research, Supplement, Pages: 1-36
- Bertrand E. (1997), « Analyse technique, fondements théorique et méthodes », Article 4, Encyclopédie du marché financier. Page 48.
- Bertrand J. et Bruno S. (1997), « Marchés financiers: gestion de portefeuille et des risques, » Dunod, Paris.
- Bertrand M. et Mullainathan S. (2001), « Do People Mean What They Say? Implications for Subjective Survey Data » American Economic Review, American Economic Association, vol. 91(2), Pages: 67-72, May.
- Bessec M. (2002), « Taux de change réels de 1973 à 2000 : une mesure non-linéaire des

- mésalignements », Working Paper, Eureka, Université de Paris 1- Panthéon-Sorbonne.
- Bessec M. et Robineau F.M. (2001), « Comportements chartistes et fundamentalistes : coexistence ou domination alternative sur le marché des changes », Document de travail, Université de Paris1-Sorbonne
- Bessembinder H., Chan K. et Seguin P. J. (1996), «An empirical examination of information, differences of opinion, and trading activities», *Journal of Financial Economics* 40, Pages: 105- 134.
- Bhagt S. et Romano R. (2004), « Event Studies and the Law: Part II: Empirical Studies of Corporate Law», *American Law and Economics Review*, Pages: 380-423
- Biais B., Hilton D., Mazurier K. et Pouget S. (2005), «Judgmental overconfidence, selfmonitoring and trading performance in an experimental financial market», *Review of Economic Studies*, 72, Pages : 287-312.
- Black F. (1972). « Capital Market Equilibrium with Restricted Borrowing » *The Journal of Business*, 45, Pages: 445-455, (Jul., 1972).
- Black F., Michael C. Jensen et Scholes M. (1972), « The Capital Asset Pricing Model: Some Empirical Tests » in *Studies in the Theory of Capital Markets*. Michael C. Jensen. Praeger, Pages: 79-121.
- Black F. (1976), «Studies in stock price volatility changes», *Proceeding of the 1976 Business Meeting and Economics Statistics Section, American Statistical Association*
- Blanchard O.J. (1979), «Speculative Bubbles, Crashes and Rational Expectations», *Economic Letters*, Vol.3.
- Blanchard O.J. et Watson M.W. (1984), «Bulles, anticipations rationnelles et marchés financiers», *Annales de l'INSEE*, Pages : 79-99.
- Boucher C. (2004) « Identification et comparaison des crises boursières », Complément F, *Les Crises financière : Rapport de Boyer R., Dehove M. et Plihon D.*, La documentation Française, Paris.
- Bollerslev T et Mikkelsen H.O. (1996), «Modeling and Pricing Long Memory in Stock Market Volatility », *Journal of Econometrics*, 73, Pages: 151-184.
- Bouraoui T. (2008), « L'impact des spams boursiers sur les volumes : Application de la méthodologie des études d'événement », Working Paper Université Paris 10
- Box G. et Pierce D. (1970), « Distribution of residual Autocorrelations in Autoregressive Integrated Moving Average Time Series Models », *Journal of the American Statistical Association*, vol. 65, Pages: 1509-1526.

- Boyer R., Dehove M. et Plihon D. (2004), « Les crises Financières », La Documentation Française.
- Brav A. et Heaton J.B. (2006), «Testing Behavioral Theories of Undervaluation and Overvaluation», Working paper, Duke University Fuqua School of Business.
- Brock W. et Hommes C. (1997), «A rational route to randomness», *Econometrica* 65, Pages: 1059–1095.
- Brock W. et Hommes C. (1998), «Heterogeneous beliefs and routes to chaos in a simple asset pricing model». *Journal of Economic Dynamics and Control* 22, Pages: 1235–1274.
- Brock W., Hsieh D. et Scheinkman J. (1996): «A test for independence based on the correlation dimension,» *Economic Reviews*,15, Pages: 197-235
- Broihanne M. H., Merli M. et Roger P. (2004), « Finance Comportementale », *Economica*.
- Buckner H. (1965), « A theory of rumor transmission», *Public Opinion Quarterly*, no 29,
- Caballé J. et Sákovics J. (2003), «Speculating Against an Overconfident Market», *Journal of Financial Markets*, 6, Pages: 199-225.
- Cajueiro D.O. et Tabak B.M. (2009), « Multifractality and herding behavior in the Japanese stock market », *Chaos, Solitons and Fractals*, 40, Pages: 1-8.
- Calvo G. et Mendoza E. (1998), «Rational herd behavior and globalization of securities markets», Mimeo, University of Maryland
- Camerer C. (1992), «The Rationality of Prices and Volume in Experimental Markets», *Organizational Behavior And Human Decision Processes*, 51 (2), Pages: 237-272.
- Campbell J. Y. et Kyle A. (1987), «Smart Money, Noise Trading, and Stock Price Behaviour», Mimeo, Princeton, New Jersey: Princeton University.
- Campbell J.Y. et Shiller R.J. (1988), «Stock prices, earnings and expected dividends», *Journal of Finance*, Vol 43, Pages: 661-676.
- Campbell J.Y. et Shiller R.J. (1987), «Cointegration and Tests for Present Value Models», *Journal of Political Economy*, vol.95, n°5, Pages: 1062-1088.
- Campbell J.Y. et Hentschel L. (1992), «No news is good news: an asymmetric model of changing volatility in stock returns», *Journal of Financial Economics*, 31.
- Campbell J.Y. (2000), «Asset pricing at the millennium», *Journal of Finance* 55, n°4, Pages: 1515-1567.
- Capelle-Blancard G. et Vandelanoite S. (2002), « Intraday Relation between CAC40 Cash Index and CAC40 Index Options», *Annales d'économie et de statistique*, n°66.
- Cavalcanti A.I.B. (2000), « Instabilité monétaire internationale : une approche en termes d'interaction des agents et d'hétérogénéité de l'information », Thèse de doctorat sous

la direction de Dominique Plihon, université Paris 13.

- Chan K.S et Tong H. (1986), « On Estimating Threshold in Autoregressive Models», *Journal of Times Series Analysis*, Vol. 7, Pages: 179-190.
- Chang E.C., Cheng J.W. et Khorana A. (2000), « An examination of herd behavior in equity markets: an international perspective», *Journal of Banking and Finance*, 24, Pages: 1651–1679.
- Charest G. (1978), « Dividend information, stock returns and market efficiency-II », *Journal of Financial Economics* Volume 6, Issues 2-3, Pages: 297-330
- Chari V.V. et Kehoe P.J. (2002), «On the Robustness of Herds», Working Paper 622, Federal Reserve Bank of Minneapolis
- Chari V.V. et Kehoe P.J. (2004), «Financial Crises as Herds: Overturning the critiques», *Journal of Economic Theory*, 119, Pages: 128–150.
- Chatterjee S. (1992), «Sources of value in takeovers: synergy or restructuring implications for target and bidder firms», *Strategic management journal*, vol 13, Pages: 267-286
- Chen N. (1991), «Financial Investment Opportunities and the Macroeconomy», *Journal of Finance*, Vol 46, Pages: 529-554.
- Choe H., Kho B.C. et Stulz, R.M. (1999), «Do foreign investors destabilize stock markets? The Korean experience in 1997», *Journal of Financial Economics*, 54, Pages: 227–264.
- Christie W. G. et Huang R. D. (1995), «Following the Pied Piper: Do Individual Returns Herd Around the Market? », *Financial Analysts Journal*, (July-August), Pages: 31-37.
- Chuang W.I. et Lee B.S. (2006), «An Empirical evaluation of the Overconfidence Hypothesis», *Journal of Banking and Finance*, vol 30, Pages: 2489-2515.
- Cipriani M. et Guarino A. (2008), « Transaction costs and informational cascades in financial markets », *Journal of Economic Behavior & Organization*, 68, Pages: 581-592.
- Clémons E.K et Row M.C. (1992), « Information Technology and Industrial Cooperation: The Changing Economics of Coordination and Ownership», *Journal of Management Information Systems*.
- Clémons E.K. and Weber.W. (1994), « Segmentation, Differentiation, and Flexible Pricing : Experience with Information Technology and Segment-Tailored Strategies», *Journal of Management Information Systems*
- Cobbaut R. (1997), «Théorie du marché financier», Article 95. *Encyclopédie du marché financier* Page : 1954.
- Cochrane J.H., (1988), « How Big is the Random Walk en GNP ? », *Journal of Political*

- Economy, vol. 96, Pages: 893-920.
- Constantinides G. M. (1986), « Capital Market Equilibrium with Transaction Costs», *Journal of Political Economy*, Vol. 94, Pages: 842-62.
- Copeland T. (1976), «A Model of Asset Trading under the Assumption of Sequential Information Arrival», *Journal of Finance*, 31, Pages: 1149-1168.
- Coudert V. et Verhille F. (2001), « A propos des bulles spéculatives », *Bulletin mensuel de la Banque de France*, novembre 2001.
- Cowles A. (1933), « Can Stock Market Forecasters Forecast ? », *Econometrica*, vol. 1, n°4.
- Craigwell R. Mathouraparsad S. et Maurin A. (2011), «Unemployment Hysteresis in the English-Speaking Caribbean: Evidence from Non Linear Models», MPRA Paper No. 33440
- Craine R. et Martin V. (2003), «Monetary policy shocks and security market responses», working paper, University of California.
- Cromwell J.B., Labys W.C. et Terraza M. (1994), «Univariate Tests for Time Series Models», Sage Editions.
- Cuthbertson K. (2000), « Economie Financière Quantitative : Actions, Obligations et Taux de Change», Edition Ouvertures Economiques.
- Daniel K., Hirshleifer D. et Subrahmanyam A. (1998), «Investor psychology and security market under- and overreactions», *Journal of Finance*, 53, Pages: 1839-1885.
- Daniel K., Hirshleifer D. et Subrahmanyam A. (2001), «Overconfidence, arbitrage and equilibrium asset pricing», *Journal of Finance*, 56, Pages: 921-965.
- Davidson W., Lee C. et Worrell D. (1994), «The impact of announcements of corporate illegalities on shareholder returns», *Academy of management journal*, 31, Pages: 979-989.
- De Bondt W. et Thaler R. (1985), «Does the stock market overreact? », *Journal of Finance*, 40, Pages: 793-808.
- De Bondt J. et Thaler R. (1987), « Further evidence on investor overreaction and stock market irrationality» *Journal of Finance*, Vol42, Pages: 557-581.
- De Bondt W. (1998), «Behavioral economics. A portrait of the individual investor», *European Economic Review*, 42, Pages: 831-844.
- De Brouwer, G.J. et S. Smiles (2002), « Are East Asian Financial Markets Different? A Look at Equity Markets», paper presented at the ANU-IMF conference on Financial Markets in East Asia, Sydney, 14-15 November.
- De Grauwe P. et Grimaldi M. (2006), «The Exchange Rate in a Behavioural Finance

- Framework». Princeton University Press: Princeton, New Jersey.
- De Grauwe P. et Markiewicz A. (2006), «Learning to forecast the exchange rate: Two competing approaches». CESIFO WP NO. 1717.
- De Grauwe P., Dewachter H. et Embrechts M. (1993), «Exchange Rate Theories. Chaotic Models of the Foreign Exchange Markets». Blackwell, Oxford.
- De Grauwe P. et Grimaldi M. (2005), «Heterogeneity of Agents, Transaction Costs and the Exchange Rate», *Journal of Economic Dynamics and Control*, Vol.29, 4, April.
- De Grauwe P. et Grimaldi M. (2006), «Exchange Rate Puzzles: A tale of Switching Attractors», *European Economic Review*, 50.
- De Grauwe P. et Grimaldi M. (2001), «Exchange rates, prices and money: a long run perspective», *International Journal of Finance and Economics* 6 (4), Pages: 289–314.
- De Grauwe P. et Vansteenkist E.I. (2001), «Exchange rates and fundamentals. A non-linear relationship? » CESifo Working Paper, no. 577, October.
- De Long J.B., Shleifer A., Summers L. et Waldmann R. (1990a), «Noise trader risk in financial markets», *Journal of Political Economy* 98, Pages: 703-738.
- De Long J.B., Shleifer A., Summers L. et Waldmann R. (1990b), «Positive feedback investment strategies and destabilizing rational speculation», *Journal of Finance*, 45, Pages: 375-395.
- De Long J.B., Bradford B., Shleifer A. et Summers L. (1990), «Noise trader risk in financial markets». *Journal of Political Economy*.
- Dereeper, (2004), «L'approche contrariante », *Action Future*
- Dickey D.A. et Fuller W.A. (1979), «Distribution of the Estimators for Autoregressive Times Series with a Unit Root», *Journal of the American Statistical Association*, Vol. 74, Pages: 427-431.
- Dickey D.A., Fuller W.A. (1981), « Likelihood Ratio Statistics for Autoregressive Times Series with a Unit Root» , *Econometrica*, vol.49, n°4, Pages: 1057-1072.
- Diebold F.X. (1986), «Comment on modelling the persistence of conditional variance», *Econometric Review*, 5, Pages: 51-56.
- Difonzo N. et Bordia P. (1997), « Rumor and Prediction: Making Sense (but Losing Dollars) in the Stock Market », *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, Volume 71, Issue 3, September 1997, Pages 329-353
- Driffill J. et Sola M. (1998), «Intrinsic bubbles and regime-switching», *Journal of Monetary Economics*, Elsevier, vol. 42(2), pages 357-373.
- Dufrénot G. et Mignon V. (2002), «Recent Developments in Nonlinear Cointegration with

- Applications in Macroeconomics and Finance», Kluwer Academic Publishers, 299 pages.
- Dumas B. (1992), «Dynamic Equilibrium and the Real Exchange Rates in a Spatially Separated World», *Review of Financial Studies*, Vol. 2, Pages: 153-180.
- Dumas B. (1994), «Partial Equilibrium Versus General Equilibrium Models of the International Capital Market», dans Van der Ploeg F., *The Handbook of Macroeconomics*, Blackwells, Oxford, Pages: 301-347.
- Dumas B. Kurshev A. et Uppal R. (2007), «Equilibrium portfolio strategies in the presence of sentiment risk and excess volatility », *Swiss Finance Institute*, 7, Pages: 1-49.
- Dwenger N. et Pavlov O. (2008), «Feedback analysis of speculation in a foreign currency market»
- Edwards W. (1968), «Conservatism in Human Information Processing », in *Formal Representation of Human Judgment*, B. Kleinmütz, ed, NY, Wiley.
- Eichengreen B., Mathieson D., Chadha B., Jansen L., Kodres A. and Sharma S. (1998), «Hedge Funds and Financial Market Dynamics, » *Occasional Paper N°166*, Washington D.C. : International Monetary Fund.
- Eitrheim O. et Terasvirta T. (1996), «Testing the Adequacy of Smooth Transition Autoregressive Models», *Journal of Econometrics*, Vol. 74, Pages: 59-75.
- Engle R.F. (1982), «Autoregressive Conditional Heteroscedasticity with Estimates of the Variance of U.K. Inflation», *Econometrica*, vol.50, Pages: 987-1008.
- Escribano A. et Jorda (1999), «Improving Testing and Specification of Smooth Transition Regression Models, In Rothman P. (ed), *Nonlinear Times Series Analysis of Economic and Financial Data*», Boston: kluwer, Pages: 298-319.
- Fama E. et French K. (1988), «Permanent and temporary components of stock prices», *Journal of Political Economy*, Vol 96, Pages: 246-273.
- Fama E. et French K. (1988), «Dividend Yields and expected, stock returns», *Journal of Financial Economics*, October.
- Fama E. et Blume M. (1966), «Filter Rules and Stock Market Trading», *Journal of Business*, vol.39, n°1, Pages: 226-241.
- Fama E. (1998), «Market efficiency, long-term returns and behavioral finance», *Journal of Financial Economics*, 49, Pages: 283-.307.
- Fama E. (1965), «The Behavior of Stock Market Prices», *Journal of Business*, vol.38, n°1, Pages: 31-105.
- Fama E. (1965), «Random Walks in Stock Market Prices », *Financial Analysts Journal*, vol.

21, n 5.

- Fama E. (1970), «Efficient Capital Market: A Review of Theory and Empirical Work», *Journal of Finance*, Vol.25, n.2, Pages: 383-417
- Fama E. (1991), « Efficient Capital markets: II», *The Journal of Finance*, vol XLVI, n°5, Pages: 1575-1617.
- Fama E. et Blume M. (1966), «Filter rules and stock market trading profits» *Journal of Business* January, Pages: 226-241.
- Fama E., Fisher L., Jensen M. et Roll R. (1969), «The adjustment of stock prices to new information», *International Economic Review*, Pages: 1-21.
- Faust J. et Swanson E. (2004), «Do federal Reserve Policy surprises reveal superior information about the economy?» *Contributions to macroeconomics*, Vol.4, Issue 1, Article 10.
- Fenton O. M., Nicholson N., Soane E. et Willman P. (2005), «Traders: risks, decisions and management in financial markets», Oxford: Oxford University Press.
- Flynn S. M. (2003), «Limited arbitrage, segmentation and investor heterogeneity : why the law of one price so often fails», Working paper, Vassar College, New York
- Fontaine P. (1990), «Peut-on prédire l'évolution des marchés d'actions à partir des cours et des dividendes passés?», *Journal de la Société Statistique de Paris*, Tome 131, n°1, Pages : 16-36.
- Frankel J. et Froot K. (1986), « The dollar as a speculative bubble: a tale of fundamentalists and chartists ». NBER Working Paper, no. 1963.
- Frankfurter G.M. et Mcgoun E.G. (2002), « Resistance is futile : The assimilation of behavioral finance » , *Journal of Economic Behavior and Organization*, 48, Pages: 375-389
- French K., Schwert G. et Stambaugh R. (1987), «Expected stock returns and volatility, » *Journal of Financial Economics*, 17, Pages: 5-26.
- French K.R. et Roll R. (1986), «Stock Return Variances: The Arrival of Information and the Reaction of Traders», *Journal of Financial Economics*, vol. 17, Pages: 5-26.
- Froissart P. (2002), « Les rumeurs. Histoire et Fantômes », Collections débats.
- Froissart P. (1995), « La rumeur ou la surveillance de l'intertemporel dans une société d'information », *Recherches en communications*.
- Froot, K.A. et Rogoff K. (1995), «Perspective on PPA and Long-Run Real Exchange Rates», in K. Rogoff and G. Grossman, eds., *Handbook of International Economics* (Amsterdam: North Holland).

- Froot K. A. et Dabora E. M. (1999), «How are stock prices affected by the location of trade?», *Journal of Financial Economics*, 53(2), Pages : 189–216.
- Gagewski J.F. (2000), « Frictions et Asymétrie d'information sur les marchés d'actions », *Economica*.
- Galavielle J.P. (2003), « Y a-t-il une théorie des marchés financiers», Document de travail, Université Paris 1
- Gallant A.R., Rossi P.E. et Tauchen G. (1992), «Stock prices and volume», *Review of Financial Studies*», 5, Pages: 199–242.
- Gervais S. et Odean T. (2001), «Learning to be overconfident», *Review of Financial Studies*», 14, Pages: 1-27.
- Gillet R. (1991), «Efficience informationnelle du marché boursier : définitions, tests empiriques et interprétation cohérente des résultats», *Cahiers Economiques de Bruxelles*, N°132.
- Gillet P. (1998), « Méthodologie des études d'événement : nouvelles approches », *Cahiers du CEREGE, IAE de Poitiers*, n° 165, janvier.
- Gillet P. (1999), « L'efficience des marchés financiers», *Economica*.
- Giroud F. (2000), « La rumeur du monde », Edition le livre de poche.
- Gleason C.A. et Lee C.M.C. (2003), « Analyst forecast revisions and market price discovery », *The Accounting Review*, 78, Pages: 193-225.
- Glosten L.R., Jagannathan R. et Runkle D. (1993), «On the relation between the expected value and the volatility of the nominal excess return on stocks», *Journal of Finance*, 48, Pages: 1779-1801.
- Goh K.L. et Lian K.K. (2001), « FORECASTING THE INTRADAY KUALA LUMPUR STOCK EXCHANGE COMPOSITE INDEX », FEA Working Paper No. 2001-7
- Golaka C.N. N. (2001), «long memory in Indian stock market an Empirical Evidence».
- Granger C.W.J. et Terasvirta T. (1993), «Modelling Nonlinear Economic Relations», Oxford University Press, 187 pages.
- Goetzmann W. N. et Peles (1997) « Cognitive dissonance and mutual fund investors », *Journal of Financial Research*, 20(2), Pages: 145–158.
- Grar A. (1997), « Etude d'évènement», Article 22 Encyclopédie du marché financier p.462.
- Griffin D. et Tversky A. (1992), «The weighing of evidence and the determinants of confidence», *Cognitive Psychology*, 24, Pages: 411-435.
- Grira A. (2003), « Efficience informationnelle, dynamique des rendements Boursiers et apport des processus de mémoire longue : fondements théoriques et validations

internationales »

- Grinblatt M., Masulis R. et Titman S. (1984), «The valuation effects of stock splits and stock dividends, *Journal of Financial Economics* 13, 461-90.
- Grossman S. (1976), «On the efficiency of competitive stock markets where traders have diverse information», *Journal of Finance*, vol 31.
- Grossman S., Stiglitz J. E. (1980), « On the impossibility of informationally efficient markets», *American Economic Review*, vol 70.
- Grossman S. et Shiller R.J. (1981), «The determinants of the variability of stock prices», *American Economic Review*, 71, Pages: 222-227.
- Guivarc'h A. (1996), « Conséquences des opérations d'initiés sur la composante d'asymétrie d'information de la fourchette », CEREG, Cahier de recherche n 9605
- Hamilton J.D. (1989), « A New Approach to the Economic Analysis of Nonstationary Time Series and Business Cycle», *Econometrica*, 57, Pages: 357-384.
- Hamilton J.D. (1994), « Time Series Analysis, Princeton»: Princeton University Press.
- Hamon J. (1975), « prévision de cours boursiers et méthodes, points et croix une estimation à partir de valeur financière», *Analyse financière – 3ème trimestre*, Pages : 24-37.
- Hamon J. (1997), «Efficience faible. Efficience semi-forte», Article20, *Encyclopédie du marché financier*. Page: 408.
- Harris M. et Raviv A. (1993), «Differences of Opinion Make a Horse Race», *Review of Financial Studies*, 6, Pages: 473-506.
- Henrich J., Boyd R., Bowles S., Camerer C., Fehr E., Gintis H. et McElreath R. (2001), « In Search of Homo Economicus: Behavioral Experiments in 15 Small-Scale Societies » , *The American Economic Review* vol. 91, No. 2,
- Henricksson R. (1984), «Market timing and mutual Fund performance: An Empirical Investigation», *Journal of Business*, Pages: 73-96.
- Hervé A. (1992), « La quasi marché aléatoire», *Finance*, Vol, 13, Pages : 5 – 20.
- Hiemstra C., Jones J.D. (1994), «Testing for linear and nonlinear Granger causality in the stock price–volume relation», *Journal of Finance*, 49, Pages: 1639–1664.
- Hillebrand E. et Medeiros M.C. (2012), «Nonlinearity, Breaks, and Long-Range Dependence in Time-Series Models», *CREATES Research Papers 2012-30*, School of Economics and Management, University of Aarhus.
- Hillebrand E., Medeiros M.C. et Xu J. (2012), « Asymptotic Theory For Regressions With Smoothly Changing Parameters », *CREATES Research Papers 2012-31*, School of Economics and Management, University of Aarhus.

- Hirshleifer D. (2001), « Investor Psychology and Asset Pricing », *The Journal of Finance*, 56, Pages: 1533-1597.
- Hirshleifer D. et Luo G. Y. (2001), «On the survival of overconfident traders in a competitive securities Market», *Journal of Financial Markets*, 41, Pages: 73-84.
- Houfi M.A et Kouki M. (2006), «Modèles non linéaires et tests d'efficience informationnelle»,
- Hsieh D. (1991) « Chaos and nonlinear dynamics: Application to financial market », *Journal of Finance*, 46, Pages: 1839-1877.
- Huber P. (1997), « Stock Market returns in thin markets: evidence from the Vienna stock exchange» *Applied financial Economics* n° 7, Pages: 493-498.
- Hubler J. et Schmidt G. (1998), «Décisions de GRH et performance boursière : existerait-il une spécificité du marché français?» Actes du 9ième congrès de l'AGRH, novembre 1998, Pages : 627-644.
- Hubler J. et Meschi P.X. (2000), «Alliances, acquisitions et valorisation boursière : application d'une méthodologie d'étude d'événements», *Revue Française de gestion*, vol 131, Pages : 85-97.
- Hurst H. (1951), « Long-term Storage Capacity of Reservoirs, », *Transactions of the American Society of civil Engineers*, 116, Pages: 770-799.
- Ippolito R. (1989), «Efficiency with costly information: A study of mutual fund performance», 1965-84, *Quarterly Journal of Economics*, 104, Pages: 1-23.
- Jacobson C. (1994), «Investor response to health care cost containment legislation: is American policy designed to fail? » *Academy of Management Journal*, 37, 1994, Pages : 440-451.
- Jacquillat B. et Solnik B. (1989), « Marchés financiers : gestion de portefeuille et des risques», Dunod, Paris.
- Jaffe J. (1974), «Special information and insider trading», *Journal of business*, July 1974
- Jarque C.M. et Bera A.K. (1980), «Efficient Tests for Normality, Homoscedasticity, and Serial Independence of Regression Residuals», *Economics Letters*, Vol.6, Pages: 255-259.
- Jawadi F. (2004), «Une mesure non-linéaire de l'ajustement des prix par rapport à l'équilibre», Actes de la Conférence Internationale de l'Association d'Econométrie Appliquée, AEA, 1-2 Avril, Paris.
- Jawadi F. (2006), « Ajustements non-linéaires des cours boursiers dans les pays du G7 : Essai de modélisation », Thèse de doctorat, Université de Paris 10-Nanterre.

- Jawadi F. et Chaouachi S. (2006), «Coûts de transaction et dynamique nonlinéaire des prix des actifs financiers: Une note théorique», Euro Mediterranean Economics and Finance Review, Vol.1, N°5, Décembre 2006.
- Jawadi F. et Koubaa Y. (2006), « Dynamique d'ajustement à seuil des rentabilités boursières des pays G7 : Application des modèles STECM », Euro Mediterranean Economics and Finance Review, Vol.1, n°2, Mars, pp.151-163.
- Jawadi F. et Koubaa Y. (2007), « Dynamique non-linéaire des marchés boursiers du G7 : une application des modèles STAR», Finance, Volume 28, p. 29-74.
- Jawadi F. et Sahut J.M. (2009), « Inefficiency and dynamics of financial markets », Editions L'Harmattan
- Jennings R., Starks L. et Fellingham J. (1981), «An Equilibrium Model of Asset Trading with Sequential Information Arrival», Journal of Finance, 36, Pages: 143-161.
- Jensen M. (1978), «Some anomalous evidence regarding market efficiency», Journal of Financial Economics, Vol 6, Pages: 95-101.
- Jensen M. (1969), «Risk, The Pricing of Capital Assets and the Evaluation of Investment Portfolios», Journal of Business, Pages: 167- 247.
- Jones C.M., Kaul G. et Lipson M.L. (1994), «Transactions, volume, and volatility», Review of Financial Studies, 7, Pages: 631-651.
- Jordan D et Diltz J.D. (2004), « Day trader and the disposition effect », Journal of Behavioral Finance, 5(4), Pages: 192-201.
- Jovanovic F. (2003), «Le modèle de marche aléatoire dans la théorie financière quantitative de 1863 à 1976», Document de travail, Université Paris 1.
- Kahneman D. (2003), « Maps of Bounded Rationality: Psychology for Behavioral Economics », The American Economic Review, 93(5), Pages: 1449-1475.
- Kahneman D., Slovic P. et Tversky A. (1982), «Judgment Under Uncertainty: Heuristics and Biases», Cambridge University Press.
- Kahneman D. et Tversky A. (1979), «Judgment under Uncertainty: Heuristics and Biases», Science, New Series, Vol. 185, No. 4157. (Sep. 27, 1974), Pages: 1124-1131.
- Kahneman D. et Tversky A. (1979), « Prospect Theory: An Analysis of Decision under Risk », Econometrica, 47 (2), Pages: 263-291.
- Kandel E. et Pearson N. (1995), «Differential interpretation of public signals and trade in speculative markets», Journal of Political Economy, 103, Pages: 831-872.
- Kapferer J.N. (1987), « Rumeurs - le plus vieux média du monde », Revue Française du Marketing , 1987, n° 113, Pages : 72-78.

- Karpoff J. (1987), «The relation between price changes and trading volume : A survey,»  
Journal of Financial and Quantitative Analysis, 22, Pages : 109-126.
- Kavleker A., Mikek P., Bohm B. et Borsic D. (2007), «Nonlinear econometric models: the  
smooth transition regression approach», CERGE-EI Foundation
- Keim D.B. et Stambaugh R.F., 1986. «Predicting returns in the stock and bond  
markets» Journal of Financial Economics, Elsevier, vol. 17(2), Pages: 357-390,  
December.
- Keynes J.M. (1936), «The general Theory of Employment, Interest and Money», Traduction  
française, 1996, Bibliothèque scientifique Payot
- Khaled M. et Naoui K. (2010), « Apport de la finance comportementale à l'explication de la  
volatilité excessive des prix des actifs financiers », Revue Libanaise de Gestion et  
d'Economie, N 4.
- Kilian L. et Taylor M., (2001), «Why is it so difficult to beat the random walk forecast of  
exchange rates? » University of Warwick, Mimeo, Page: 29.
- Kim D. et Kon S.J. (1994), «Alternative models for the conditional heteroscedasticity of stock  
returns», Journal of Business, 67, Pages: 563-598.
- Kimmel A.J. (2004), « Rumors and Rumor Control: A Manager's Guide to Understanding  
and Combatting rumors», Lawrence Erlbaum Associates: London.
- Ko K.J. et Huang Z. (2007), « Arrogance can be a virtue: Overconfidence, information  
acquisition, and market efficiency », Journal of Financial Economics, 84, pp. 529-560.
- Koop G., Pesaran M.H. et Potter S.M. (1996), «Impulse response analysis in nonlinear  
multivariate models». Journal of Econometrics 1996, 74, Pages: 119–147.
- Kryzanowski L. et Liu F. (1997), « Intraday Predictability of Market Microstructure Statistics  
and Technical Trading Rules»,
- Kyle A.S. et Wang F.A. (1997), «Speculation duopoly with agreement to disagree: Can  
overconfidence survive the market test? », Journal of Finance, 52, Pages : 2073-2090.
- Lakonishok J., Shleifer A. et Vishny R. W. (1992), «The Impact of Institutional Trading on  
Stock Prices», Journal of Financial Economics, 32(1), Pages: 23-43.
- Lamoureux C. G. et Lastrapes W. D. (1990), «Heteroskedasticity in stock return data :  
Volume versus GARCH effects», Journal of Finance, 45, pages : 221-229.
- Lardic S. et Mignon V., (2002), « Etude d'événements sur données intraquotidiennes  
françaises : Les réactions des actionnaires aux annonces», Revue d'Economie  
Financière, n°66, Pages : 335-340.
- Lardic S. et Mignon V., (2002), «Econométrie des séries temporelles macroéconomiques et

- financières », *Economica*
- Lardic S. et Mignon V., (2003), « Analyse intraquotidienne de l'impact des news sur le marché boursier français », *Economie Appliquée*, tome LVI, n°2, Pages : 205-237.
- Lardic S. et Mignon V., (2006), « L'efficacité informationnelle des marchés financiers », collection Repères, Editions La Découverte
- Lee I.C., Gleason C.K., et Marthur I. (2000), « Efficiency tests in french derivatives markets », *Journal of Banking and Finance*, Vol 24, Pages: 787-807.
- Lee I. H. (1998), « Market Crashes and Informational Avalanches », *Review of Economic Studies*, 65, Pages: 741-759.
- Levasseu M. (1997), « Information Comptable et marché financiers », Article 33, *Encyclopédie du marché financier*, Page : 634.
- Lichtenstein S. et Fischhoff B. (1977), « Do those who know more also know more about how much they know? » *Organizational Behavior and Human Performance*, 20, Pages: 159-183.
- Lilti J.J. (1994), « Les apports de la cointégration aux tests d'efficacité », *Journal de la Société Statistique de Paris*, tome 135, n°4, Pages : 47-63.
- Lin C.F.J. et Terasvirta T. (1994), « Testing The Constancy of Regression Parameters Against Continuous Structural Change », *Journal of Econometrics*, Vol.62, Pages: 201-228.
- Lintner J. (1965), « The Valuation of Risky Assets and the Selection of Risky Investments in Stock Portfolios and Capital Budgets », *Review of Economics and Statistics*, 47, Pages: 13-37
- Lo A. et Wang J. (2000), « Trading Volume: Definitions, Data Analysis, and Implications of Portfolio Theory, » *The Review of Financial Studies*, 13, Pages: 257-300.
- Lo A.W. et McKinlay C. (1988), « Stock Market Prices Do not Follow Random Walks : Evidence from a Single Specification Test », *Review of Financial Studies*, vol. 1, Pages: 41-66.
- Locke P. R. et Mann S. C. (2000), « Do Professional Trades Exhibit Loss Realization Aversion? » Working Paper, The George Washington University.
- Louvert P. et Taramasco O. (1993), « Analyse descriptive de la dépendance sérielle sur la rentabilité boursière », *Finance* Vol 14 n°1.
- Lundbergh S. et Terasvirta T. (1998), « Modelling Economic High-Frequency Time Series with STAR GARCH Models », Working Paper Series in Economics and Finance, n°291, Stockholm School of Economics.
- Luukkonen R. et Terasvirta T. (1991) « Testing Linearity of Economic Time Series Against

- Cyclical Assymetry», *Annales d'Economie et de Statistiques*, n°20/ 21, Pages: 125-142.
- Luukkonen R., Saikkonen P. et Terasvirta T. (1988a), «Testing Linearity Against Smooth Transition Autoregressive Models», *Biometrika*, Vol. 75, n°3, Pages: 491-499.
- Mackinlay A.C. (1997), «Event studies in economics and finance», *Journal of Economic Literature*, vol 35, n°1, Pages: 13 39
- Mai. H.M. et Tchameni E. (1997) «Prévision de résultats par les dirigeants : impact informationnel sur les cours et les volumes», *Revue économique*, vol 48, n°1, Pages : 123-145
- Malkiel B.G. (1989), « Is the Stock Market Efficient », *Science*, vol. 243.
- Malkiel, B.G. (2003). « The Efficient Market Hypothesis and Its Critics » Princeton, NJ: Center for Economic Policy Studies, Princeton University.
- Mandelbrot B. (1971), « When can price be arbitrated efficiently? A limit to the validity of random walk and martingale models», *Review of Economics and statistics*, vol. 53.
- Mandelbrot B. et MacKinlay A.C. (1969): «Robustness of the Rescaled Range R/S in the Measurement of Noncyclic Long Run Statistical Dependence, » *Water Resources Research*, 5, Pages: 967-988.
- Mangot M. (2005), «Psychologie de l'investisseur et des marchés financiers », Dunod.
- Mangot M. (2008), « Les comportements en bourse : 6 erreurs psychologiques qui coutent cher », Lextenso éditions.
- Markowitz H. (1959), «Portofolio Selection: Efficient Diversification of Investments», Wiley
- Manzan S. (2003), «Essays in Nonlinear Economic Dynamics», Thela Thesis, Tinbergen Institute.
- Marteau D. (1999), « La volatilité», *Banque et Marchés*, 40, Pages : 60-63.
- Mashruwala C., Rajgopal S. et Shevlin T. (2006), «Why is the Accrual Anomaly not Arbitrated Away? », *Journal of Accounting and Economics*, 42, Issues 1-2, October, Pages: 3-33
- Mc Williams A. et Siegel D. (1997), «Event studies in management research : theoretical and empirical issues», *Academy of management journal*, vol 40 (3), Pages: 626-657.
- Mc Williams A., Turk T. et Zardkoohi A. (1993), «Antitrust policy and mergers: the wealth effect of suprem court decisions», *Economic inquiry*, Pages: 517-533.
- Mehra R. et Prescott E.C. (1985), «The Equity Premium»: A Puzzle, *Journal of Monetary Economics*, Vol. 15, Pages: 145-62.
- Meulbroeck L.K. (1992), «An empirical analysis of illegal insider trading», *Journal of*

- Finance, vol 7 n°5, Pages: 1661-1699.
- Michael P., Nobay A.R. et Peel D.A. (1997), «Transactions Costs and Nonlinear Adjustment in the Real Exchange Rates : An Empirical Investigation», *Journal of Political Economy*, Vol. 105, Pages: 862-879.
- Michael P., Peel D.A. et Taylor M.P (1997), «Ajustement non linéaire vers le taux de change d'équilibre à long terme : le modèle monétaire révisé», *Revue Économique*, Vol. 48, n°3, Pages : 653-659.
- Mignon V. (1998), «Marchés financiers et modélisation des rentabilités boursières», *Economica*.
- Mignon V. (2008), « Les ambiguïtés de la théorie de l'efficience informationnelle des marchés financiers », *Regards Croisés sur l'économie : Comprendre la finance contemporaine, La découverte*. Pages : 104-117.
- Mood A.M. (1940), «The Distribution Theory of Runs», *Annals of Mathematical Statistics*, vol.11, Pages: 367-392.
- Mordecai I. D.K.A. (2004), «The Limits of Arbitrage: An Empirical Analysis of Evidence from Hedge Fund Performance, » Thèse de doctorat (University of Chicago Graduate School of Business).
- Morse D. (1980), «Asymmetrical information in securities markets and trading volume», *The Journal of Financial and Quantitative Analysis*, vol 15, n°15, Pages: 1129-1148
- Moschetto B.L. (1998), «Mimétisme et marchés financiers», *Economica*.
- Mullainathan S. et Thaler R.H. (2000), « Behavioral Economics » , NBER Working Paper n 7948
- Nason R., Robinson M., Smith B.F. & White R., (1997), « Intraday Volatility and Trading Volume after Takeover Announcements», *Journal of Banking & Finance*, march, pp.337-368.
- Nelson D.B. (1991), «Conditional heteroskedasticity in asset returns: A new approach», *Econometrica*, 59, Pages: 347-370.
- Niederhoffer, V. et Osborne M. F. M. (1966), « Market Making and Reversal on the Stock Exchange », *Journal of the American Statistical Association*, 61 (316), 897–916.
- Nofsinger J.R. et Sias R.W. (1999), «Herding and Feedback Trading by Institutional Investors», *Journal of Finance*, 54, Pages : 2263-2316.
- Obstfeld M. et Taylor A. (1997), «Nonlinear Aspects of Good-Market Arbitrage and Adjustment: Hecksher's Commodity Point Revisited», *Journal of the Japanese and International Economies*, Pages: .441-479.

- Odean T. (1998a), «Volume, volatility, price, and profit when all traders are above average »  
Journal of Finance, 53, Pages : 1887-1934.
- Odean T. (1998b), «Are investors reluctant to realize their losses? », Journal of Finance, 53,  
Pages: 1775-1798.
- Odean T. (1999), «Do investors trade too much? », American Economic Review, 89, Pages:  
1279-1298.
- Oehler A. et Chao G. G.C. (2002), «Institutional Herding in Bond Markets», Working Paper,  
Bamberg university, SSRN.
- Opong, K., Mulholland G., Fox A. et Farahmand K. (1999): «The Behaviour of some UK  
Equity indices: An Application of Hurst and BDS tests», Journal of Empirical  
Finance,6, Pages: 267-282
- Orléan A. (1986), «Mimétisme et Anticipations Rationnelles : Une Perspective keynésienne»,  
Recherches économiques de Louvain, Vol 52, n 5, Pages : 45-66
- Orléan A. (1989a), « Comportements mimétiques et diversité des opinions sur les marchés  
financiers », in Bourguinat H. et Artus P. (eds), Economica.
- Orléan A. (1989b), «Mimetic Contagion and Speculative Bubbles», Theory and Decision,  
Vol.27, Pages: 63-92
- Orléan A. (1990), « Le rôle des influences interpersonnelles dans la détermination des cours  
boursiers », Revue économique, Vol.41, n.5, Pages : 839-868.
- Orléan A. et Tadjeddine Y. (1998), «Efficacité informationnelle et marchés financiers,  
L'économie de l'information », sous la direction de Petit P., La Découverte
- Orléan A. (1995), «Bayesian interactions and collective dynamics of opinion: Herd behavior  
and mimetic contagion», Journal of Economic Behavior & Organization, 28, Pages:  
257-274
- Orléan A. (1999) « Le pouvoir de la finance », Odile Jacob
- Orléan A. (2001), «Psychologie des marchés. Comprendre les foules spéculatives », in  
Gravereau J. et J. Trauman (éds.), Crises financières, Paris, Economica, Pages : 105-  
128.
- Orléan A. (2004), « Les marchés financiers sont-ils rationnels ? », Reflets et perspectives de  
la vie économique, Tome XLIII, Pages : 35-41.
- Orléan A. (2004), « L'économie des conventions : Définitions et Résultats », Préface à la  
réédition de Analyse économique des conventions, Presses Universitaires de France,  
collection « Quadriga ».
- Orléan A. (2004), « 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, Compléments A, Pages : 241-270
- Orléan A. (2008), « La notion de valeur fondamentale est-elle indispensable à la théorie financière ? », *Regards Croisés sur l'Economie : Comprendre la finance contemporaine*, La Découverte, Pages : 120-128
- Patell J. et Wolfson M. (1984), « The Intraday Speed of Adjustment of Stock Prices to Earnings and Dividend Announcements », *Journal of financial Economics*, n°13, Pages: 223-252.
- Patrick R. (1998), « Théorie des marchés efficients et asymétrie d'information : une revue de la littérature », *Finance*, Vol, 9 n°1, Page : 57.
- Peel D. A. et Taylor M. P. (2000), « Nonlinear Adjustment, Long-run Equilibrium and Exchange Rate Fundamentals », *Journal of International Money and Finance*, 19, Pages: 33-53.
- Perron P. et Vodonou C. (2002), « Test of Market Efficiency: An analysis of their properties based on a continuous time asymptotic framework », Working paper, Boston university.
- Pesaran, M.H. et Potter S.M. (1997), « A floor and ceiling model of US output ». *Journal of Economic Dynamics and Control* 1997, 21, Pages: 661–695.
- Peters E. (1994) « Fractal Market Analysis: Applying Chaos Theory to Investment and Economics ». Wiley, New York.
- Phillips P. C. B. et P. Perron (1988), Testing for a Unit Root in Time Series Regression », *Biometrika*, 75, Pages: 335-346.
- Pierre L. (1995), « Hétérogénéité et interactions des agents sur le marché des changes » *Revue française D'économie*, Vol 10.
- Piluso N. (2008), « La convention financière chez Keynes », *L'Actualité économique*, vol. 84, n° 1, 2008, Pages : 101-121.
- Pindyck R. S. (1984), « Risk, Inflation, and the Stock Market, » *American Economic Review*, 74, Pages : 334-351.
- Plihon D. (2008), « Les marchés financiers sont-ils efficaces ? » *Cahiers Français Juillet-Aout* 2008, N 345.
- Pontiff J. (1996), « Costly Arbitrage: Evidence from Closed-End Funds », *Quarterly Journal of Economics*, vol. 111, N°4 (Novembre), Pages: 1135–51.
- Pontiff J. (2005), « Costly Arbitrage and the Myth of Idiosyncratic Risk » , Working paper Boston College.
- Poterba, J. M. et Summers, L. H., 1988. « Mean reversion in stock prices: Evidence and

- Implications», *Journal of Financial Economics*, Elsevier, vol. 22(1), Pages 27-59, October.
- Rabin M. (2002), « Inference by Believers in the Law of Small Numbers » , *The Quarterly Journal of Economics* 117 (3), Pages: 775-816.
- Reumeaux F. (1994), « Toute la ville en parle: Esquisse d'une théorie des rumeurs », L'Harmattan Logiques Sociales.
- Rigobon R. et Sack B. (2003), «Measuring the reaction of monetary policy to the stock market», *The quarterly journal of Economics*, May 2003.
- Rigobon R. et Sack B. (2004), «The impact of monetary policy on asset prices», *Journal of Monetary Economics*, Vol. 51, Pages: 1553-1575.
- Ritter J.R. (2003), « Behavioral Finance », *Pacific-Basin Finance Journal* Vol. 11, No. 4, Pages: 429-437.
- Rival M. (2006), «Utilité et limites de la méthode des études d'événement : le cas de l'évaluation d'une action stratégique de lobbying», Document de travail
- Roll R, (1986), «The hubris hypothesis of corporate takeovers» *Journal of bussines*, Vol 59, Pages: 197-216.
- Rosenthal L. et Young C. (1990), «The Seemingly Anomalous Price Behavior of Royal Dutch/Shell and Unilever N.V./PLC.» *Journal of Financial Economics*, 26:1, Pages: 123– 41.
- Rouquette M.L. (1990), « Le syndrome de Rumeur », In: *Communications*, 52, 1990. Rumeurs et légendes contemporaines, Pages : 119-123.
- Rozeff M. (1984), «Dividend yield are equity risk premiums», *Journal of Portefolio Management*, Winter1984.
- Ryngaert M. (1989), «Firm evaluation, takeover defenses, and the delawareare suprem», *Financial management*, Pages: 20-29.
- Saikkonen P. et Luukkonen R. (1988), «Lagrange Multiplier Tests for Testing Nonlinearity in Time Series Models», *Scandinavian Journal of Statistic*, Vol. 15, Pages: 65-68.
- Samuelson P. (1965), «Proof that properly anticipated prices fluctuate randomly», *Industrial Management Review*, spring 1965, Pages: 41-49.
- Sarantis N. (2001), «Nonlinearities, Cyclical Behaviour and Predictability in Stock Markets: International Evidence», *International Journal of Forecasting*, n°17, Pages: 459-482.
- Sauvage G. (1999), «Les marchés financiers entre hasard et raison : le facteur humain», Ed. du Seuil.
- Scheinkman J. et Xiong W. (2003), «Overconfidence and speculative bubbles», Working

- Paper.
- Schwert G.W. (1989), «Why does stock market volatility change over time? », *Journal of Finance*, 44, Pages: 1115–1153.
- Schwert G.W. (1990), «Stock volatility and the crash of 87», *Review of Financial Studies* 2, Pages: 77-102.
- Scott J., Stumpp M. et Xu P. (1999), « Behavioral Bias, Valuation and Active Management», *Financial Analysts Journal*, July/August 1999.
- Scruggs J. T. (2007), «Noise trader risk: Evidence from the Siamese twins», *Journal of Financial Markets* 10, Pages: 76–105.
- Sentana E. (1991), «Quadratic ARCH models: a potential re-interpretation of ARCH models», Working Paper, London School of Economics.
- Sercu P., Uppal R. et Van Hulle C. (1995), «The Exchange in the Presence of Transaction Costs : Implication for tests of Purchasing Power Parity», *Journal of Finance*, 50, Pages: 1309-19.
- Seyhum H.N. (1986), «Insiders' Profits, Costs Of Trading, and Market Efficiency », *Journal of Financial Economics* 16, Pages: 189-212
- Shalen C.T. (1993), «Volume, volatility, and the dispersion of beliefs», *Review of Financial Studies*, 6, Pages: 405–434.
- Shapira Z. (2001), «Aspiration levels and risk taking: by government bonds traders», New York University Working paper.
- Sharpe W. (1964), «Capital Asset Pricing: A Theory of Market Equilibrium under Conditions of Risks», *Journal of Finance*, 19, Pages: 425-442.
- Sharpe W. (2000), «Behavioral Portfolio Theory», *Journal of Financial and Quantitative*, 35(2), Pages: 127-151.
- Shapira, Z. et Venezia I. (2001), « Patterns of behavior of professionally managed and independent investors », *Journal of Banking & Finance*, 25 (8), 1573–1587.
- Shefrin H. et Statman M. (1985), « The disposition to sell winners too early and ride losers too long: theory and evidence », *Journal of Finance* 40 (July): 777-790.
- Shiller R. J. (1981), «Do Stock Prices Move Too Much to be Justified by Subsequent Changes in Dividends», *The American Economic Review*, Vol.71, n.3, Pages: 421-436.
- Shiller R. J. (1984), «Stock price and social dynamics», *Brookings Papers on Economics Activity*, 2, Pages: 457-510.
- Shiller R. J. (1989), «Investor Behavior in the October 1987 Stock Market Crash : Survey Evidence», in : *Market Volatility*, London : MIT Press, Pages : 379-402.

- Shiller R. J. (1989), *Market Volatility*», MIT Press, 464 pages, Cambridge.
- Shiller R. J. (2000), «*Irrational Exuberance*», Princeton University Press, NJ.
- Shleifer A. (2000), «*Inefficient markets: An introduction to behavioral finance*», Oxford University Press.
- Shleifer A. et Summers L. H. (1990), « *The Noise Trader Approach to Finance* », *Journal of Economic Perspectives*, 4 (2), Pages: 19-33.
- Shleifer A. et Vishny R.W. (1997), « *The Limits of Arbitrage* », *The Journal of Finance*, Vol. 52, No. 1, Pages: 35-55.
- Shu, P., Chiu, S., Chen, H., et Yeh, Y. (2004). « *Does Trading Improve Individual Investor Performance?* » *Review of Quantitative Finance and Accounting*.
- Simon H. (1955), « *A Behavioral Model of Rational Choice* », *Quarterly Journal of Economics*, 69, Pages: 99-118.
- Solnik B. (1973), «*Note on the validity of one random walk for European stock prices*», *Journal of Finance*, December 1973.
- Solnik B. (1973), «*Note on the Validity of the Random Walk for European Stock Prices*», *Journal of Finance*, Déc, vol.28, n°5, Pages: 1151-1159.
- Spieser P. (2000), « *Information économique et marchés financiers* », Edition Economica (358 pages).
- Stachowiak C. (2004) « *Prévisibilité des rentabilités boursières : Une étude empirique du marché boursier français sur données intraquotidiennes* », *Economie et Prévision*, N 166, Pages : 71-85.
- Stachowiak. C (2000), « *Etude d'événements et modélisation de la variance*», Working Paper Université Paris 10.
- Statman M. (1999), « *Over-confidence, disposition effect, and trading volume*», Santa clara university, Working paper.
- Statman M., Thorley S. et Vorkink K. (2006), «*Investor Overconfidence and Trading Volume*», *Review of Financial Studies*, 19, Pages: 1531-1565.
- Stock J.H. (1987), «*Measuring business cycle time*», *Journal of Political Economy*, 95, Pages: 1240-1261.
- Stock J.H. (1988), «*Estimating continuous-time processes subject to time deformation*», *Journal of the American Statistical Association*, 83, Pages: 77-85.
- Stracca L. (2004), « *Behavioral Finance and Asset Prices: Where Do We Stand?* », *Journal of Economic Psychology*, 25(3), Pages: 373-405.
- Summers LH, (1986), «*Does the stock market rationally reflect fundamental values?* » *Journal*

- of Finance, 41, Pages : 591-601.
- Szpiro D. (1997), «Informations et vitesse de réaction du marché boursier en continu», revue économique, Pages : 487-526.
- Tadjeddine Y. (2000), «L'hétérogénéité des décisions spéculatives: une explication à partir des représentations individuelles», Working paper, Forum, université Paris 10.
- Tan L., Chiang T.C., Mason J.R. et Nelling E. (2008), « Herding behavior in Chinese stock markets: An examination of A and B shares », Pacific-Basin Finance Journal, 16, Pages: 61-77.
- Taylor M et Peel D. (2000), «Nonlinear adjustment, long-run equilibrium and exchange rate fundamentals». Journal of International Money and Finance 19, Pages: 33–53.
- Taylor M.P., Peel D.A. et Sarno L. (2001), «Nonlinear Mean Reversion in Real Exchange Rates towards a Solution to the Purchasing Power Parity Puzzles», International Economic Review, 4, Pages: 1015-1041.
- Taylor S. (1986), « Modeling Financial Time Series», Wiley Chichester.
- Taylor S. et Brown J. (1988), « Illusion and well-being: A social psychological perspective on mental health». Psychological Bulletin, 103(2), (March), Pages: 193–210.
- Terasvirta T. (1994), «Specification, Estimation and Evaluation of Smooth Transition Autoregressive Models», Journal of the American Statistical Association, Vol. 89, Pages: 208-218.
- Terasvirta T. et Anderson H. M. (1992), «Characterizing Nonlinearities in Business Cycles using Smooth Transition Autoregressive Models», Journal of Applied Econometrics, 7, Pages: 119-136.
- Thaler R.H. (1980) « Toward a Positive Theory of Consumer Choice », Journal of Economic Behavior and Organization, 1, Pages: 39-60.
- Thaler R.H. (1985), « Mental Accounting and Consumer Choices », Marketing Science, 4, Pages: 199-214.
- Thaler R.H. et Johnson E. J. (1990), « Gambling with the house money and trying to break even : the effects of prior outcomes on risky choice », Management Science, 36 (6), Pages : 643-560.
- Thaler R.H. (2000), « From Homo-Economicus to Homo-Sapiens », Journal of Economic Perspectives, 1, Pages: 133-141.
- Topol R. (1991), «Bubbles and volatility of stock prices: Effect of mimetic contagion», Economic Journal 101 (july), Pages: 786–800.
- Tsay J.M. (1998), «Testing and Modeling Multivariate Threshold Models», Journal of the

- American Statistical Association, Vol. 47, Pages: 5-46.
- Turner C.M., Startz R., et Nelson C.R. (1989), «A Markov Model of Heteroskedasticity, Risk, and Learning in the Stock Market», *Journal of Financial Economics*, 25, Pages: 3-22.
- Tvede L. (1999), «The Psychology of Finance», John Wiley & Sons Ltd.
- Van D., Franses P.H. et Lucas A. (1999), «Testing for Smooth Transition Nonlinearity in the Presence of Additive Outliers», *Journal of Business and Economic Statistics*, Vol.17, Pages: 217-235.
- Van D., Terasvirta T. et Franses P.H. (2002), «Smooth Transition Autoregressive Models- A Survey of Recent Developments», *Econometric Reviews*, 21(1), Pages: 1-47.
- Van N. S. et Schaller H. (1993), «The Predictability of Stock Market Regime : Evidence from the Toronto Stock Exchange», *The Review of Economics and Statistics*, MIT Press, vol. 75(3), Pages 505-10.
- Van N. S. et Schaller H. (1996), «Speculative Behaviour, Regime- Switching and Stock Market Crashes», Working Papers 96-13, Bank of Canada.
- Vesseraeu T. (2000) « Aspects non linéaires du marché des actions françaises », *Série Scientifique*
- Wang F. A. (2001), «Overconfidence, investor sentiment, and evolution», *Journal of Financial Intermediation* 10, Pages: 138-170.
- Wang F.A. (1998), «Strategic trading, asymmetric information and heterogeneous prior beliefs», *Journal of Financial Markets*, 1, Pages: 321-352.
- Weber M. et Camerer C. (2000), « The disposition effect in securities trading : an experimental analysis », *Journal of Economic Behavior and Organization*, 33, Pages: 167-184.
- White H. (1980), « A Heteroskedasticity-Consistent Covariance Estimator and a Direct Test for Heteroskedasticity», *Econometrica*, vol. 48, Pages: 817-838.
- Whitelaw R. F. (2000), «Stock market risk and return: an equilibrium approach», *Review of Financial Studies*, 13 (3), Pages: 521-547.
- Working H. (1934), «A Random Difference Series for Use in the Analysis of Time Series», *Journal of the American Statistical Association*
- Wooldridge J.M. (1991), «On the application of Robust Regression-Based Diagnostics to Models of Conditional Means and Conditional Variance», *Journal of Econometrics*, Vol. 47, Pages: 5-46.
- Wurgler Jeffrey et Zhuravskaya E. V. (2002), «Does Arbitrage Flatten Demand Curves for Stocks? », *Journal of Business*, 75, Pages : 583–608

# ANNEXES

## ANNEXES du chapitre 1

### Annexe 1 : Les principaux tests de validation de la théorie de l'efficience

| Auteurs   | Tests  | Méthodologies   | conclusions  |
|---|--|---|--|
| <b>Fama (1965)</b>                                | Test d'autocorrélation et d'autocovariance et test de runs | Calcul du coefficient d'autocorrélation pour les 30 valeurs de Dow Jones au cours de la période décembre 1957 à septembre 1962<br>Tester l'hypothèse $H_0: \varphi = 0$<br>Avec $\varphi_t = \text{cov}(R_{t-1}, R_t) / \sigma(R_{t-1}) \sigma(R_t)$<br>Pour vérifier s'il existe une relation entre des rendements décalés dans le temps | Aucune autocorrélation n'a pu être décelée par conséquent validation totale de l'efficience.<br>Le test de runs tend à valider l'hypothèse de l'efficience au sens faible.   |
| <b>Solnik (1973)</b>                              | Test d'autocorrélation et d'autocovariance                 | Tester les autocorrélations quotidiennes, hebdomadaires et mensuelles sur huit places financières européennes entre Mars 1966 et avril 1971   | Quelques autocorrélations significatives à court terme mais insuffisantes pour réaliser des rendements anormaux alors il n'y a pas de remise en cause de l'efficience  |
| <b>Rorke, Willis, Hagerman Et Richmond (1980)</b> | Test de runs   | Appliquer le test sur le marché canadien à partir des taux de rendements mensuels pour la période 1958-1967   | Résultat en faveur de l'efficience au sens faible du marché boursier canadien  |
| <b>Summers (1986)</b>                             | "Mean reversion"   | Summers a travaillé sur des horizons longs  | Les excès de rentabilité sont négatifs lorsque le prix est supérieur à sa valeur fondamentale sinon il est positif ceci prouve la tendance du prix à retourner vers sa valeur fondamentale et la validation à long terme de l'efficience |
| <b>Fama et French (1988)</b>                      | Autocorrélation (longue période)                           | Tester Autocorrélation des rendements de portefeuille diversifiés d'actions américaines cotées au NYSE  | Présence d'auto corrélation proche de zéro à court terme mais de -0.25 et -0.4 sur des périodes longues de 3 à 5 ans, ce qui explique la validation de l'efficience  |
| <b>Fama et Blaume (1966)</b>                      | Méthode des filtres  | Appliquer la comparaison entre la méthode des filtres avec un portefeuille naïf sur la période 1961-1964 en utilisant 24 tailles de filtres différent s'étalant de 0.5% à 20%   | Seulement un petit filtre peut être profitable que la stratégie naïve d'achat conservation et peut être négligeable et on peut conclure la validation de l'efficience  |

|                                    |  |  |   |
|------------------------------------|--|--|---|
| <b>Galesne (1975)</b>              | Méthode des filtres                          | Appliquer la même méthode de FAMA ET BLAUME (1966) sur 100 valeurs des filtres   | Résultat comparable à celui de Fama et Blaume et par conséquent validation de l'efficacité  |
| <b>Jacque Hamon (1975)</b>         | Méthode des points et croix                  | Un graphique de points et croix est une juxtaposition de colonnes alternativement composées d'astérisques et de points les d'astérisques symbolisent un mouvement haussier et les points un mouvement baissier.<br>Hamon (1975) a appliqué cette méthode sur les cours journaliers de 102 valeurs françaises au cours de la période s'étalant du 1/1/1957 au 31/12/1971 et il a procédé par une comparaison des profits réalisés par cette méthode avec ceux d'une méthode de buy and hold qui est une politique naïve | Il semble difficile pour un investisseur de battre une stratégie de simple investissement à l'aide de méthode de points et croix car le profit dégagé par un investisseur utilisant de telle méthode sera nécessairement inférieur à la politique naïve de "buy and hold" en raison des frais de transactions acquittés |
| <b>Rozeff (1984)</b>               | Relation taux de Rendement et rentabilité    | Régression taux de rendement des actions aux rendements de dividende D/P   | On peut prévoir les rendements des actions à partir du rendement des dividendes D/P à court terme ce qui explique l'inefficacité partielle  |
| <b>Shiller (1984)</b>              | Relation taux de Rendement et rentabilité    | régression taux de rendement des actions aux rendements de dividende D/P   | Même résultat que Rozeff une inefficacité partielle   |
| <b>Fama et French (1988b)</b>      | Relation taux de Rendement et Rentabilité    | Intégration de la variable D/P dans la prévision des rendements des portefeuilles d'actions NYSE sur un horizon d'1 mois à 5 ans   | Invalidation partielle de l'efficacité  |
| <b>Campbell et Shiller (1988b)</b> | Relation taux de Rendement et PER            | Régression le taux de rendement au PER   | Le ratio(E/P) a un pouvoir de prévision qui augmente avec l'horizon des rendements par conséquent invalidation partielle de l'efficacité  |
| <b>Fama et French (1989)</b>       | Relation taux de rendement et dividend yield | Régression taux de rendement et dividend yield   | dividend yield est un bon prédicteur des returns aussi bien des obligations que ceux des actions. Vérifier l'inefficacité partielle   |
| <b>Paget Blanc (1993)</b>          | Relations Inter-marchées                     | Co-intégration   | La non validité de l'efficacité   |

|   |                                     |   |  |
|---|-------------------------------------|---|--|
| <p><b>Fama, Fisher, Jensen et Roll (1969)</b></p> | <p>Test d'étude évènementielle</p>  | <p>Etudier si le prix d'une action réagissait rapidement à l'annonce d'une Split de cette action par l'examen du comportement des rentabilités autour des dates de distribution d'action gratuite qui est reporté dans le résidu</p> $\varepsilon_{it} = R_{it} - E(R_{it}/R_m, \beta_{it})$ $\log R_{i,t} = \alpha_i + \beta_i \log R_{M,t} + U_{i,t}$ $CAR_i = \sum RA_{it}$ <p>avec CAR : cumulative abnormal return<br/>cette étude porte sur 940 distributions d'actions gratuites concernant 622 actions cotées au NYSE entre (1927-1959)</p> | <p>Le prix reflète toute l'information publiquement disponible et il y'a eu validation de l'hypothèse d'efficience sous la forme semi-forte</p>  |
| <p><b>Grinblatt, Masuli et Titman (1984)</b></p>  | <p>Test d'étude évènementielle</p>  | <p>Etudier les réactions des marchés financiers à l'annonce d'une division d'action</p>   | <p>Réaction positive du marché aux annonces des divisions des titres inefficience partielle du marché sous sa forme semi forte</p>   |
| <p><b>Asquith (1983)</b></p>                      | <p>Test d'étude évènementielle</p>  | <p>Etudier les réactions des actions de l'entreprise absorbante à l'annonce d'une opération d'absorption</p>  | <p>Les cours de l'action absorbante ne répondent que lentement à l'annonce de cette absorption ce ci prouve l'inefficience du marché</p>   |
| <p><b>Bernard et Thomas (1990)</b></p>            | <p>Test d'étude évènementielle</p>  | <p>Etudier la réaction du marché suite à l'annonce des bénéfices de 2649 entreprises sur la période de (1974-1986)</p>  | <p>Il est possible de générer des rendements anormaux et par conséquent prouver l'inefficience</p>   |
| <p><b>Jaffe (1974)</b></p>                        | <p>La méthode des résidus R.M.C</p> | <p>L'échantillon constitué de 861 observations ne contenant que des titres fortement transigés durant l'année (1960). L'auteur a examiné les rendements de ces portefeuilles au cours du mois pendant lequel se sont produites les transactions intensives et les 30 mois qui l'entourent</p>   | <p>Les initiés réalisent des rendements en excès qui varient de 3% à 5% et qui sont statistiquement significatifs au seuil de 5%. Jaffe a conclu que le marché boursier n'est pas efficient au sens fort et que les outsiders peuvent tirer profit de l'information publique concernant les opérations d'insiders et ceci est une attaque contre l'efficience semi forte</p> |

|   |  |   |   |
|---|--|---|---|
| <b>Finnerty (1976)</b>                          |  | L'auteur a procédé par l'analyse des performances ajustées pour le risque de 30.000 transactions effectuées par des initiées entre janvier (1969) et décembre (1972)  | Des profits anormaux sont réalisés par ces initiés quelque soit le sens de leur intervention à l'achat ou à la vente à partir de là on conclut l'inefficience du marché boursier  |
| <b>Sandrine LARDIC et Valérie Mignon (2002)</b> | Test de seuil et test de runs                                    | Procéder par une étude d'évènements sur la bourse de paris sur données intra quotidiennes en appliquant le test de seuil et le test de runs   | Il y'a eu présence d'un certain nombre d'informations économétriquement significatives (c'est-à-dire les informations ayant eu un impact sur les cours) ceci implique l'inefficience des marchés financiers au sens semi fort                                   |
| <b>Daniel Spiro (1997)</b>                      | Test d'autocorrélation avec l'analyse de la croissance des cours | L'auteur a analysé la vitesse de réaction des cours boursiers à une nouvelle diffusée par les agences de presse .Les données sont collectées à partir de deux sources d'information l'AFP et Reuters .L'échantillon portant sur seulement deux mois d'annonces sur la bourse de Paris | Un degré limité d'efficience semi- forte des marchés  |
| <b>Pascal Louvet Ollivier Taramasa (1993)</b>   | L'analyse factorielle Des correspondances (AFC)                  | Cette technique de l'analyse de données fournit une estimation du degré de dépendance des rentabilités successives. L'étude porte sur l'indice CAC pendant la période (1969-1991)   | La valeur de $\chi^2$ calculée = 511 qui est très supérieure à la valeur théorique $\chi^2=125$ à 81 degrés de liberté pour un seuil de signification de 0.1% par conséquent l'hypothèse d'indépendance est donc nettement rejetée ce qui prouve l'inefficience |
| <b>Peter Huber (1997)</b>                       | Test de ratio de variance  | Tester l'hypothèse de marche aléatoire Le processus de marche aléatoire est donné L'auteur a appliqué la procédure MVR sur des données quotidiennes et hebdomadaires sur la bourse de Vienne à partir de 7-1-1986 jusqu'à 31-8-1992   | l'hypothèse de marche aléatoire est rejetée sur toute la série de rendement quotidienne   |

|  |                 |  |   |
|--|-----------------|--|---|
| <p><b>Nabeel Al Loughani<br/>David Chappell<br/>(1997)</b></p> | <p>Test BDS</p> | <p>Examiner la validité de l'hypothèse de l'efficiencia du marché sous sa forme faible sur la bourse de Londres les données sont les observations quotidiennes de l'indice FTSE 30 sur la période 30/6/83 jusqu'à 16/11/89 considérant <math>\Delta \text{Log Pt} = \text{constante} + \xi_t</math><br/> <math>\Delta \text{Log Pt} \rightarrow I(1) : \Delta \text{Log Pt} \rightarrow I(0)</math><br/> L'application du test BDS est dans le but d'identifier est ce les variations du prix sont indépendamment et identiquement distribuée et par conséquent prouver l'efficiencia faible</p> | <p>L'hypothèse nulle du test BDS est rejetée à des niveaux de 5% ceci prouve que la forme faible de l'efficiencia du marché n'est plus valide pour l'indice FTSE 30 et que les séries ne présentent plus une marche aléatoire</p> |
|--|-----------------|--|---|

Source : Grira, « Efficiencia informationnelle, dynamique des rendements Boursiers et apport des processus de mémoire longue : fondements théoriques et validations internationales », 2003

## ANNEXES du chapitre 2

**Annexe 2 : L'étude autour de la date du 22 octobre 2001, date à laquelle est survenue l'affaire du « Sentier II »**

| jour | RAM          | tstat RAM    | RAMC        | tstat RAMC  |
|------|--------------|--------------|-------------|-------------|
| -20  | 0,058160866  | 3,044879517  | 0,058160866 | 3,044879517 |
| -19  | 0,023511159  | 1,230873125  | 0,081672025 | 3,023413688 |
| -18  | 0,020219286  | 1,058534625  | 0,101891311 | 3,079752189 |
| -17  | -0,0024768   | -0,129667237 | 0,099414511 | 2,602310015 |
| -16  | 0,012626414  | 0,661027093  | 0,112040924 | 2,623197139 |
| -15  | -0,012621796 | -0,660785363 | 0,099419128 | 2,124875915 |
| -14  | 0,000634234  | 0,033203873  | 0,100053362 | 1,979802716 |
| -13  | -0,003358105 | -0,175805951 | 0,096695257 | 1,789779074 |
| -12  | 0,038056322  | 1,992351979  | 0,134751579 | 2,35153722  |
| -11  | -0,006116752 | -0,320228604 | 0,128634827 | 2,129598909 |
| -10  | -0,003438464 | -0,180012947 | 0,125196363 | 1,976216944 |
| -9   | 0,005148138  | 0,269519044  | 0,130344501 | 1,96988712  |
| -8   | 0,030899209  | 1,617657625  | 0,16124371  | 2,341263827 |
| -7   | 0,008118711  | 0,425036584  | 0,16936242  | 2,369694081 |
| -6   | 0,008822416  | 0,461877454  | 0,178184836 | 2,408598226 |
| -5   | -0,022591915 | -1,182748196 | 0,155592921 | 2,036428155 |
| -4   | 0,022737873  | 1,190389493  | 0,178330794 | 2,264337361 |
| -3   | 0,027468824  | 1,438067632  | 0,205799618 | 2,539496163 |
| -2   | -0,012232225 | -0,640390267 | 0,193567392 | 2,324848456 |
| -1   | -0,015970853 | -0,836117595 | 0,177596539 | 2,0790204   |
| 0    | 0,014664587  | 0,76773101   | 0,192261126 | 2,196448802 |
| 1    | 0,025056772  | 1,311790152  | 0,217317898 | 2,425623575 |
| 2    | 0,00678528   | 0,355227843  | 0,224103178 | 2,446376782 |
| 3    | -0,019253924 | -1,007995277 | 0,204849254 | 2,18911217  |
| 4    | 0,019183282  | 1,004297009  | 0,224032536 | 2,345742524 |
| 5    | -0,01505532  | -0,788186961 | 0,208977216 | 2,145613609 |
| 6    | -0,030233144 | -1,582787339 | 0,178744072 | 1,80089758  |
| 7    | 0,019504329  | 1,021104671  | 0,198248401 | 1,961416961 |
| 8    | 0,006827235  | 0,357424317  | 0,205075636 | 1,993674789 |
| 9    | 0,004251087  | 0,222555985  | 0,209326723 | 2,000798241 |
| 10   | 0,023413014  | 1,225734955  | 0,232739737 | 2,188411264 |
| 11   | -0,002056724 | -0,107675121 | 0,230683012 | 2,134911489 |
| 12   | 0,006714716  | 0,351533665  | 0,237397729 | 2,163509663 |
| 13   | 0,0211683    | 1,10821808   | 0,258566029 | 2,321513728 |
| 14   | -0,013374477 | -0,700190265 | 0,245191551 | 2,169755155 |
| 15   | -0,027836937 | -1,45733937  | 0,217354614 | 1,89651754  |
| 16   | 0,042663772  | 2,233564487  | 0,260018386 | 2,237909117 |
| 17   | 0,017395915  | 0,910723453  | 0,277414301 | 2,356005481 |
| 18   | 0,012895754  | 0,675127775  | 0,290310054 | 2,433711101 |
| 19   | 0,001238705  | 0,06484956   | 0,291548759 | 2,41335078  |
| 20   | 0,016928283  | 0,886241646  | 0,308477042 | 2,522145684 |

**Annexe 3 : L'étude autour de la date du 4 septembre 2007, date à laquelle l'AMF a lancé une procédure de sanction contre la société générale et la BNP Paribas**

| jour | RAM      | tstat RAM | RAMC     | tsat RAMC |
|------|----------|-----------|----------|-----------|
| -20  | 0,008675 | 0,509168  | 0,008675 | 0,509168  |
| -19  | 0,021561 | 1,265429  | 0,030236 | 1,25483   |
| -18  | -0,01937 | -1,13654  | 0,010871 | 0,36838   |
| -17  | -0,03032 | -1,7794   | -0,01945 | -0,57067  |
| -16  | 0,017202 | 1,009588  | -0,00224 | -0,05892  |
| -15  | -0,01033 | -0,60635  | -0,01258 | -0,30133  |
| -14  | -0,00741 | -0,43494  | -0,01999 | -0,44337  |
| -13  | -0,03654 | -2,14461  | -0,05653 | -1,17297  |
| -12  | 0,009299 | 0,545774  | -0,04723 | 0         |
| -11  | 0,008459 | 0,496463  | -0,03877 | -0,75847  |
| -10  | 0,00549  | 0,322206  | -0,03328 | -0,61766  |
| -9   | 0,020049 | 1,176672  | -0,01323 | -0,23414  |
| -8   | 0,00168  | 0,0986    | -0,01155 | -0,19571  |
| -7   | 0,010571 | 0,620444  | -0,00098 | -0,01595  |
| -6   | 0,001632 | 0,095806  | 0,000653 | 0,010237  |
| -5   | -0,01873 | -1,09898  | -0,01807 | -0,27387  |
| -4   | 0,008261 | 0,484834  | -0,00981 | -0,14396  |
| -3   | 0,013191 | 0,77417   | 0,003379 | 0,048101  |
| -2   | 0,009875 | 0,579565  | 0,013254 | 0,183351  |
| -1   | -3,2E-05 | -0,00186  | 0,013222 | 0,178034  |
| 0    | 0,002395 | 0,140553  | 0,015617 | 0,204955  |
| 1    | -0,02292 | -1,34544  | -0,00731 | -0,09358  |
| 2    | 0,000951 | 0,05583   | -0,00636 | -0,07953  |
| 3    | -0,02987 | -1,75289  | -0,03622 | -0,44328  |
| 4    | -0,01133 | -0,66469  | -0,04755 | -0,56963  |
| 5    | 0,017051 | 1,000708  | -0,0305  | -0,35798  |
| 6    | 0,005449 | 0,319818  | -0,02505 | -0,28831  |
| 7    | 0,006127 | 0,359608  | -0,01892 | -0,21371  |
| 8    | -0,00797 | -0,46761  | -0,02689 | -0,29823  |
| 9    | -0,05997 | -3,51949  | -0,08685 | -0,94659  |
| 10   | 0,016819 | 0,987128  | -0,07004 | -0,75046  |
| 11   | 0,023767 | 1,394897  | -0,04627 | -0,48773  |
| 12   | -0,00875 | -0,51328  | -0,05501 | -0,57078  |
| 13   | 0,000376 | 0,022057  | -0,05464 | -0,55823  |
| 14   | 0,000627 | 0,036822  | -0,05401 | -0,54364  |
| 15   | -0,00467 | -0,27432  | -0,05869 | -0,58219  |
| 16   | 0,006645 | 0,390007  | -0,05204 | -0,50904  |
| 17   | 0,008879 | 0,521114  | -0,04316 | -0,41645  |
| 18   | -0,00107 | -0,06259  | -0,04423 | -0,42108  |
| 19   | 0,014191 | 0,832882  | -0,03004 | -0,28228  |
| 20   | 0,006984 | 0,409871  | -0,02305 | -0,21393  |

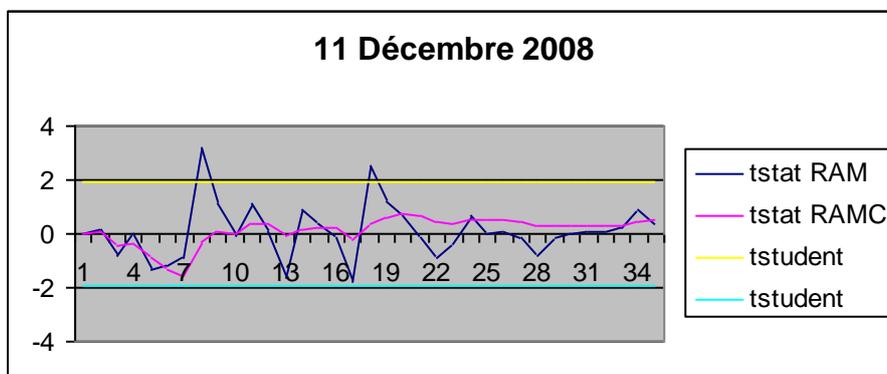
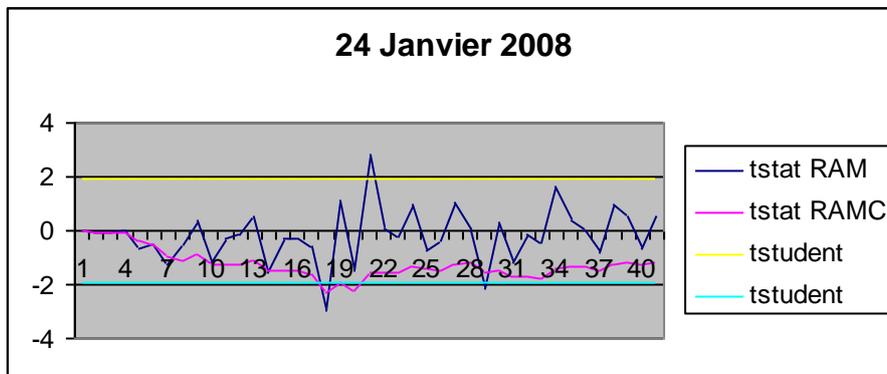
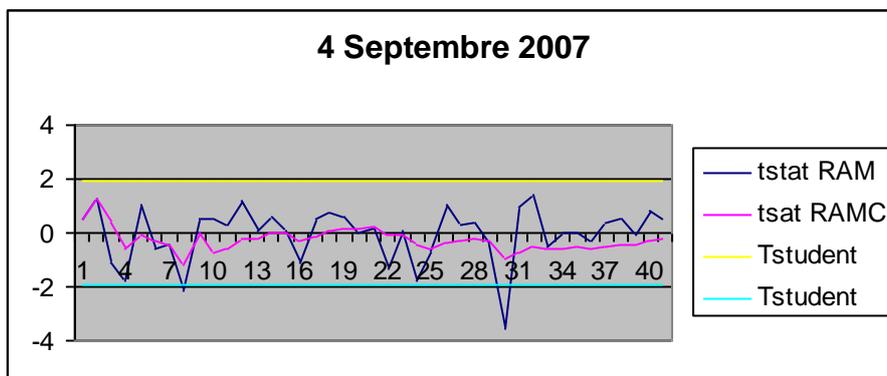
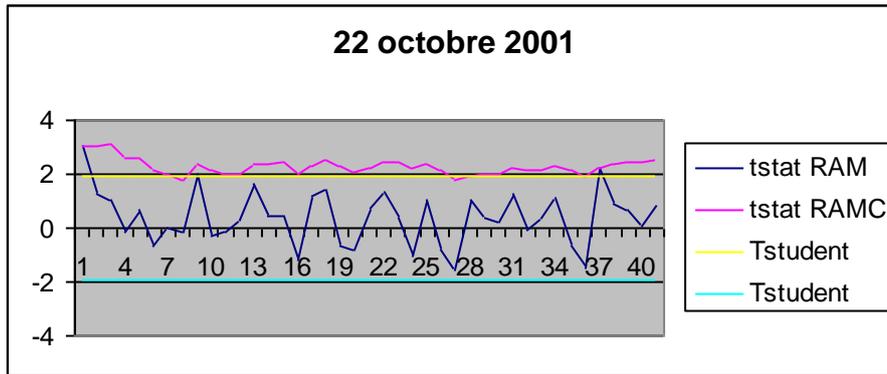
**Annexe 4 : L'étude autour du 22 janvier 2008, date à laquelle a éclaté le scandale « Jérôme Kerviel »**

| jour | RAM         | tstat RAM   | RAMC       | Tstat RAMC  |
|------|-------------|-------------|------------|-------------|
| -20  | 0,058160866 | 3,044879517 | 0,05816087 | 3,044879517 |
| -19  | 0,023511159 | 1,230873125 | 0,08167202 | 3,023413688 |
| -18  | 0,020219286 | 1,058534625 | 0,10189131 | 3,079752189 |
| -17  | -0,0024768  | -0,12966724 | 0,09941451 | 2,602310015 |
| -16  | 0,012626414 | 0,661027093 | 0,11204092 | 2,623197139 |
| -15  | -0,0126218  | -0,66078536 | 0,09941913 | 2,124875915 |
| -14  | 0,000634234 | 0,033203873 | 0,10005336 | 1,979802716 |
| -13  | -0,00335811 | -0,17580595 | 0,09669526 | 1,789779074 |
| -12  | 0,038056322 | 1,992351979 | 0,13475158 | 2,35153722  |
| -11  | -0,00611675 | -0,3202286  | 0,12863483 | 2,129598909 |
| -10  | -0,00343846 | -0,18001295 | 0,12519636 | 1,976216944 |
| -9   | 0,005148138 | 0,269519044 | 0,1303445  | 1,96988712  |
| -8   | 0,030899209 | 1,617657625 | 0,16124371 | 2,341263827 |
| -7   | 0,008118711 | 0,425036584 | 0,16936242 | 2,369694081 |
| -6   | 0,008822416 | 0,461877454 | 0,17818484 | 2,408598226 |
| -5   | -0,02259191 | -1,1827482  | 0,15559292 | 2,036428155 |
| -4   | 0,022737873 | 1,190389493 | 0,17833079 | 2,264337361 |
| -3   | 0,027468824 | 1,438067632 | 0,20579962 | 2,539496163 |
| -2   | -0,01223223 | -0,64039027 | 0,19356739 | 2,324848456 |
| -1   | -0,01597085 | -0,8361176  | 0,17759654 | 2,0790204   |
| 0    | 0,014664587 | 0,76773101  | 0,19226113 | 2,196448802 |
| 1    | 0,025056772 | 1,311790152 | 0,2173179  | 2,425623575 |
| 2    | 0,00678528  | 0,355227843 | 0,22410318 | 2,446376782 |
| 3    | -0,01925392 | -1,00799528 | 0,20484925 | 2,18911217  |
| 4    | 0,019183282 | 1,004297009 | 0,22403254 | 2,345742524 |
| 5    | -0,01505532 | -0,78818696 | 0,20897722 | 2,145613609 |
| 6    | -0,03023314 | -1,58278734 | 0,17874407 | 1,80089758  |
| 7    | 0,019504329 | 1,021104671 | 0,1982484  | 1,961416961 |
| 8    | 0,006827235 | 0,357424317 | 0,20507564 | 1,993674789 |
| 9    | 0,004251087 | 0,222555985 | 0,20932672 | 2,000798241 |
| 10   | 0,023413014 | 1,225734955 | 0,23273974 | 2,188411264 |
| 11   | -0,00205672 | -0,10767512 | 0,23068301 | 2,134911489 |
| 12   | 0,006714716 | 0,351533665 | 0,23739773 | 2,163509663 |
| 13   | 0,0211683   | 1,10821808  | 0,25856603 | 2,321513728 |
| 14   | -0,01337448 | -0,70019027 | 0,24519155 | 2,169755155 |
| 15   | -0,02783694 | -1,45733937 | 0,21735461 | 1,89651754  |
| 16   | 0,042663772 | 2,233564487 | 0,26001839 | 2,237909117 |
| 17   | 0,017395915 | 0,910723453 | 0,2774143  | 2,356005481 |
| 18   | 0,012895754 | 0,675127775 | 0,29031005 | 2,433711101 |
| 19   | 0,001238705 | 0,06484956  | 0,29154876 | 2,41335078  |
| 20   | 0,016928283 | 0,886241646 | 0,30847704 | 2,522145684 |

**Annexe 5 : L'étude autour du 11 Décembre 2008, date à laquelle a éclaté le scandale « Madoof »  
(A cause du manque des données, on s'est contenté de 35 observations)**

| Jour | RAM      | tstat RAM | RAMC     | tstat RAMC |
|------|----------|-----------|----------|------------|
| -20  | -0,00072 | -0,026037 | -0,00072 | -0,0260368 |
| -19  | 0,003567 | 0,128226  | 0,00284  | 0,0722585  |
| -18  | -0,02337 | -0,840102 | -0,02053 | -0,4260343 |
| -17  | -0,00018 | -0,006309 | -0,0207  | -0,3721111 |
| -16  | -0,03618 | -1,300721 | -0,05688 | -0,9145266 |
| -15  | -0,03284 | -1,180677 | -0,08972 | -1,3168541 |
| -14  | -0,02471 | -0,888337 | -0,11443 | -1,5549296 |
| -13  | 0,088875 | 3,195084  | -0,02556 | -0,3248706 |
| -12  | 0,030034 | 1,079745  | 0,00447  | 0,0536241  |
| -11  | -0,00142 | -0,051137 | 0,00305  | 0,0347015  |
| -10  | 0,030674 | 1,102735  | 0,03373  | 0,3655735  |
| -9   | 0,001317 | 0,047347  | 0,03504  | 0,3636778  |
| -8   | -0,04561 | -1,639853 | -0,01057 | -0,105403  |
| -7   | 0,025416 | 0,913716  | 0,01484  | 0,1426319  |
| -6   | 0,010922 | 0,39265   | 0,02577  | 0,2391774  |
| -5   | -0,00388 | -0,139578 | 0,02188  | 0,1966879  |
| -4   | -0,04959 | -1,782612 | -0,0277  | -0,2415317 |
| -3   | 0,069651 | 2,503968  | 0,04195  | 0,3554642  |
| -2   | 0,03232  | 1,16192   | 0,07427  | 0,6125461  |
| -1   | 0,018078 | 0,649909  | 0,09235  | 0,7423601  |
| 0    | -0,00497 | -0,178669 | 0,08738  | 0,6854806  |
| 1    | -0,02539 | -0,912776 | 0,06199  | 0,4751159  |
| 2    | -0,0108  | -0,388358 | 0,05119  | 0,3836942  |
| 3    | 0,018068 | 0,649549  | 0,06925  | 0,5082041  |
| 4    | 0,000219 | 0,007865  | 0,06947  | 0,4995092  |
| 5    | 0,002272 | 0,081693  | 0,07174  | 0,5058305  |
| 6    | -0,00382 | -0,137434 | 0,06792  | 0,4699256  |
| 7    | -0,02331 | -0,837932 | 0,04461  | 0,3031036  |
| 8    | -0,00369 | -0,132583 | 0,04093  | 0,2732118  |
| 9    | 0,0004   | 0,014377  | 0,04133  | 0,2712446  |
| 10   | 0,002084 | 0,074926  | 0,04341  | 0,2802909  |
| 11   | 0,002672 | 0,096066  | 0,04608  | 0,2928589  |
| 12   | 0,005649 | 0,203071  | 0,05173  | 0,3237377  |
| 13   | 0,025426 | 0,914071  | 0,07716  | 0,4757032  |
| 14   | 0,007945 | 0,285619  | 0,0851   | 0,5171365  |

## Annexe 6 : Représentations graphiques des tstat



Les graphiques présentent les ratios de Student de la RAM et de la RAMC pour chaque date sur la fenêtre événement.

**Annexe 7 : Estimation de l'équation de la variance  
Cas de l'affaire « Sentier II »**

|                    | $\alpha_0$ | z-Stat    | $\alpha_1$ | z-Stat    | $\beta$  | z-Stat   | $\gamma$  | z-Stat    |
|--------------------|------------|-----------|------------|-----------|----------|----------|-----------|-----------|
| ACCOR              | 9.74E-05   | 3.228053  | 0.170377   | 4.209974  | 0.672927 | 8.209865 | -1.35E-05 | -0.550992 |
| AIR FRANCE         | 9.11E-05   | 2.954223  | 0.126286   | 3.117206  | 0.758864 | 11.20315 | -1.78E-05 | -0.938783 |
| ALCATEL            | -2.53E-06  | -1.601175 | -0.004664  | -1.811534 | 1.006948 | 434.5595 | -2.21E-05 | -2.564801 |
| ALSTOM             | 0.000161   | 3.055217  | 0.200397   | 4.105525  | 0.681222 | 8.659203 | 0.000170  | 2.792732  |
| ARCELOR            | 8.55E-05   | 2.555004  | 0.115965   | 5.145619  | 0.761683 | 12.55776 | 8.77E-07  | 0.034404  |
| AXA                | 2.94E-05   | 2.118384  | 0.089164   | 5.174770  | 0.862513 | 24.19332 | 8.64E-06  | 0.415535  |
| BNP PARISBAS       | 0.000162   | 3.390610  | 0.174891   | 2.543051  | 0.348593 | 1.920712 | -8.21E-05 | -2.857797 |
| BOUYGUES           | 6.28E-05   | 2.661945  | 0.068591   | 3.739820  | 0.876608 | 31.64707 | -3.75E-05 | -2.357939 |
| CAP GEMENI         | 0.001224   | 0.757893  | -0.036033  | -4.035933 | 0.522235 | 0.796359 | -0.000439 | -0.752021 |
| CARREFOUR          | 5.85E-05   | 2.140116  | 0.144066   | 4.223268  | 0.713549 | 8.129823 | -1.15E-05 | -0.842831 |
| DANONE             | 0.000284   | 36.08826  | 0.056302   | 1.535360  | 0.504403 | 12.91763 | -0.000245 | -48.38583 |
| ESR                | 2.58E-05   | 3.609834  | 0.098698   | 5.110532  | 0.874451 | 41.24150 | 5.20E-05  | 2.216936  |
| France TELECOM     | 6.55E-05   | 1.535511  | 0.059817   | 1.970929  | 0.891764 | 17.08795 | -3.11E-05 | -1.414263 |
| L'OREAL            | 8.09E-05   | 1.408652  | 0.050862   | 1.683162  | 0.804837 | 6.646456 | -4.30E-05 | -1.399113 |
| LAFARGE            | 8.09E-05   | 2.890689  | 0.124171   | 2.701617  | 0.679449 | 7.063104 | -2.70E-05 | -1.820725 |
| LAGARDERE          | 3.81E-05   | 2.712527  | 0.100959   | 3.644741  | 0.854605 | 26.95840 | -1.01E-05 | -0.657849 |
| LVMH               | 3.01E-05   | 2.374922  | 0.116319   | 4.665808  | 0.837086 | 22.92283 | 4.30E-06  | 0.207869  |
| PERNOD RICARD      | 3.81E-05   | 3.035488  | 0.214961   | 5.503564  | 0.740598 | 19.37956 | -4.94E-06 | -0.467107 |
| PEUGEOT            | 3.12E-05   | 3.049980  | 0.117276   | 3.457174  | 0.800929 | 15.05415 | -1.36E-05 | -1.821259 |
| PPR                | 3.11E-05   | 2.223720  | 0.090849   | 3.419773  | 0.820119 | 13.53897 | 3.13E-05  | 2.012917  |
| RENAULT            | 3.38E-05   | 1.971585  | 0.060171   | 2.632393  | 0.888709 | 20.37161 | -1.17E-05 | -1.110702 |
| SAINT GOBIN        | 4.54E-05   | 3.660414  | 0.086375   | 3.392095  | 0.807231 | 20.84755 | -1.98E-05 | -2.050074 |
| SANOFI AVENTIS     | 9.34E-05   | 1.844669  | 0.117212   | 2.363001  | 0.706367 | 5.748901 | -1.28E-05 | -0.599776 |
| SCHNEIDER ELECTRIC | 5.50E-05   | 3.822193  | 0.148067   | 3.423193  | 0.781141 | 15.40426 | 2.32E-05  | 0.927813  |
| SOCIETE GENERALE   | 0.000156   | 2.434109  | 0.105183   | 2.416396  | 0.618308 | 4.567669 | -7.12E-05 | -1.989957 |
| STMICROELECTRONIC  | 3.64E-05   | 1.663238  | 0.043758   | 2.354969  | 0.934285 | 36.91949 | -3.56E-05 | -3.424243 |
| SUEZ               | 7.37E-05   | 3.122486  | 0.162441   | 3.360556  | 0.604133 | 5.776838 | 8.21E-06  | 0.394246  |
| TOTAL              | 6.15E-05   | 1.847443  | 0.118039   | 3.065662  | 0.717983 | 6.591022 | -1.72E-05 | -0.963585 |
| UNIBAIL            | 0.000183   | 6.691425  | 0.287482   | 3.794657  | 0.017748 | 0.161215 | -8.09E-05 | -3.235204 |
| VALLOUREC          | 0.000198   | 3.016319  | 0.192650   | 4.500147  | 0.540239 | 4.834470 | -9.54E-05 | -2.535878 |
| VINCI              | 1.48E-05   | 30.87627  | -0.048660  | -9.163242 | 1.004954 | 204.8340 | -2.43E-06 | -2.097126 |
| VIVENDI            | 2.20E-05   | 2.383125  | 0.078051   | 4.833093  | 0.884569 | 38.40324 | 7.86E-06  | 0.541252  |

**Annexe 8 : Estimation de l'équation de la variance**  
**Date du 4 septembre 2007**

|                         | $\alpha_0$ | <b>z-Stat</b> | $\alpha_1$ | <b>z-Stat</b> | $\beta$  | <b>z-Stat</b> | $\gamma$  | <b>z-Stat</b> |
|-------------------------|------------|---------------|------------|---------------|----------|---------------|-----------|---------------|
| <b>Accor</b>            | 1.27E-05   | 3.081417      | 0.025772   | 2.604479      | 0.926716 | 41.55381      | 4.13E-06  | 0.749143      |
| <b>Air France</b>       | 6.67E-05   | 2.488314      | 0.169663   | 3.781242      | 0.594170 | 4.891392      | 0.000122  | 1.916485      |
| <b>Alcatel</b>          | 0.000173   | 0.998426      | -0.024334  | -1.047060     | 0.461261 | 0.838081      | 0.000238  | 1.010081      |
| <b>Alstom</b>           | 0.000307   | 2.643390      | 0.129390   | 1.904941      | 0.256591 | 0.963562      | 0.005189  | 2.752282      |
| <b>Axa</b>              | 2.11E-05   | 2.120855      | 0.110752   | 3.053230      | 0.796883 | 11.90069      | 3.99E-06  | 0.458356      |
| <b>BNP PARIBAS</b>      | 2.13E-05   | 1.435818      | 0.065037   | 2.184568      | 0.831151 | 8.879745      | 1.47E-05  | 1.127080      |
| <b>Bouygues</b>         | 8.62E-06   | 1.174757      | 0.032008   | 1.852449      | 0.932583 | 20.23332      | 6.36E-06  | 0.863834      |
| <b>Cap Gemini</b>       | 2.03E-05   | 1.642786      | 0.085308   | 2.610203      | 0.854610 | 12.75639      | 4.26E-05  | 1.412076      |
| <b>Carrefour</b>        | 8.56E-06   | 1.942054      | 0.021186   | 1.904964      | 0.926127 | 26.83497      | -5.79E-07 | -0.228352     |
| <b>Crédit Agricole</b>  | 2.41E-05   | 2.507173      | 0.117719   | 3.131130      | 0.785174 | 12.08219      | -5.76E-06 | -0.862752     |
| <b>Danone</b>           | 1.05E-05   | 1.663365      | 0.066850   | 2.254322      | 0.859691 | 13.44717      | 5.75E-06  | 1.125199      |
| <b>EADS</b>             | 8.28E-06   | 1.745366      | 0.166270   | 4.598305      | 0.851503 | 28.74626      | -7.38E-06 | -0.750249     |
| <b>ESR</b>              | 0.000419   | 7.718688      | 0.543008   | 12.01831      | 0.172606 | 2.809522      | 3.42E-06  | 0.041584      |
| <b>France Télécom</b>   | 1.97E-05   | 0.907425      | 0.019228   | 1.012388      | 0.844866 | 5.111465      | 1.79E-05  | 0.889773      |
| <b>L'Oréal</b>          | 1.48E-05   | 1.847726      | 0.078953   | 2.406837      | 0.818027 | 10.51764      | 3.54E-06  | 0.556007      |
| <b>Lafarge</b>          | 7.24E-06   | 3.221004      | 0.088453   | 4.170283      | 0.876235 | 34.25702      | 2.81E-05  | 3.972038      |
| <b>Lagardère</b>        | 8.98E-05   | 2.351965      | 0.105043   | 2.616017      | 0.260458 | 0.916280      | 4.72E-05  | 1.933114      |
| <b>LVMH</b>             | 1.03E-05   | 1.964377      | 0.075245   | 2.794602      | 0.862187 | 16.33758      | -4.63E-07 | -0.143303     |
| <b>Pernod Ricard</b>    | 4.29E-05   | 1.109008      | -0.010090  | -3.417031     | 0.722045 | 2.786610      | 0.001372  | 1.219287      |
| <b>Peugeot</b>          | 7.29E-05   | 1.944285      | 0.082204   | 1.624568      | 0.632327 | 3.600926      | 6.39E-05  | 1.777570      |
| <b>PPR</b>              | 1.37E-05   | 2.450862      | 0.110974   | 3.059763      | 0.793525 | 12.03991      | 1.05E-05  | 1.146260      |
| <b>Renault</b>          | 9.90E-06   | 1.707532      | 0.025657   | 2.513482      | 0.938531 | 31.73015      | 1.18E-05  | 1.093142      |
| <b>Saint Gobin</b>      | 1.53E-05   | 1.967053      | 0.076364   | 2.453908      | 0.838868 | 13.19824      | 3.00E-05  | 1.844596      |
| <b>Sanofi Aventis</b>   | 2.42E-07   | 1.344728      | -0.007579  | -6.604726     | 1.004818 | 6109.389      | 2.12E-06  | 4.096835      |
| <b>SCHNEIDER ELECT</b>  | 3.82E-05   | 1.568026      | 0.048897   | 1.427649      | 0.788311 | 6.092424      | 2.94E-05  | 1.271689      |
| <b>SOCIETE GENERALE</b> | 2.58E-05   | 3.058028      | 0.195645   | 5.117870      | 0.692980 | 13.39867      | 5.92E-05  | 2.918365      |
| <b>STMICROELECT</b>     | 1.03E-05   | 0.880006      | 0.015247   | 1.051220      | 0.937220 | 14.14572      | 6.82E-07  | 0.296533      |
| <b>TOTAL</b>            | 7.97E-06   | 1.542112      | 0.077325   | 2.089443      | 0.864608 | 12.52465      | 3.22E-06  | 0.853450      |
| <b>Unibail</b>          | 1.26E-05   | 2.297391      | 0.107293   | 3.680093      | 0.859058 | 23.59609      | 3.63E-06  | 0.360649      |
| <b>VALLOUREC</b>        | 2.04E-05   | 1.682114      | 0.048732   | 3.136702      | 0.921572 | 31.46881      | -8.63E-06 | -1.120623     |
| <b>Veolia</b>           | 5.98E-05   | 3.215307      | 0.247272   | 5.606674      | 0.418601 | 3.329460      | 8.24E-06  | 0.522316      |
| <b>Vinci</b>            | 1.41E-05   | 3.810942      | 0.127124   | 3.260799      | 0.822333 | 18.20177      | 1.44E-05  | 1.258008      |
| <b>Vivendi</b>          | 1.69E-05   | 2.258506      | 0.154678   | 3.158426      | 0.705658 | 7.905991      | 2.78E-06  | 0.390496      |

**Annexe 9 : Estimation de l'équation de la variance  
Cas de l'affaire « Jérôme Kerviel »**

|                           | $\alpha_0$ | z-Stat    | $\alpha_1$ | z-Stat    | $\beta$   | z-Stat    | $\gamma$  | z-Stat    |
|---------------------------|------------|-----------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| <b>Accor</b>              | -1.63E-06  | -2.619004 | 0.001870   | 1.221134  | 1.007300  | 265.3027  | -6.65E-06 | -2.362836 |
| <b>Air France</b>         | 4.08E-05   | 2.244954  | 0.192323   | 4.225711  | 0.715035  | 9.172471  | 8.32E-05  | 1.461343  |
| <b>Alcatel</b>            | 5.83E-06   | 2.113771  | 0.026459   | 2.802725  | 0.962051  | 68.61092  | 2.05E-06  | 0.270380  |
| <b>Alstom</b>             | 0.000143   | 5.226529  | 2.538199   | 11.96788  | 0.148805  | 4.394624  | 0.000160  | 1.757011  |
| <b>Axa</b>                | 3.69E-05   | 2.591232  | 0.199769   | 6.877904  | 0.672546  | 9.305400  | 6.33E-05  | 1.216647  |
| <b>BNP Paribas</b>        | 4.01E-05   | 2.912678  | 0.152828   | 6.643365  | 0.692943  | 9.859061  | 6.55E-05  | 1.651374  |
| <b>Bouygues</b>           | 1.14E-05   | 1.449955  | 0.048534   | 2.010288  | 0.908166  | 18.76171  | 1.62E-05  | 1.190338  |
| <b>Cap Gemini</b>         | 6.75E-06   | 2.074679  | 0.072363   | 3.308722  | 0.913933  | 38.35320  | 5.37E-06  | 0.476933  |
| <b>Carrefour</b>          | 4.37E-07   | 2.514841  | -0.006522  | -28.08502 | 1.006519  | 663.4444  | -1.52E-06 | -2.068159 |
| <b>Crédit Agricole</b>    | 3.33E-05   | 2.250905  | 0.139190   | 5.246817  | 0.736506  | 9.640697  | 9.68E-05  | 1.549191  |
| <b>Danone</b>             | 6.34E-06   | 1.854345  | 0.058057   | 2.968550  | 0.909894  | 26.61187  | -1.72E-06 | -0.509618 |
| <b>EADS</b>               | 3.32E-05   | 2.238592  | 0.091783   | 2.767186  | 0.815386  | 12.96035  | 9.27E-05  | 1.609601  |
| <b>ESR</b>                | 0.000576   | 7.993414  | 0.522129   | 11.00192  | 0.078391  | 1.223959  | 0.000381  | 2.936609  |
| <b>France Télécom</b>     | 0.000195   | 4.932250  | 0.082399   | 1.691685  | -0.260398 | -1.259023 | 0.000198  | 2.996369  |
| <b>L'Oréal</b>            | 1.57E-05   | 3.360646  | 0.150177   | 4.438894  | 0.766285  | 17.51776  | 2.51E-05  | 2.315443  |
| <b>Lafarge</b>            | 5.60E-06   | 2.327142  | 0.097675   | 3.995975  | 0.887114  | 30.29058  | 1.66E-06  | 0.345457  |
| <b>Lagardère</b>          | 2.89E-05   | 3.761553  | 0.108513   | 3.799226  | 0.732799  | 11.98708  | 2.95E-05  | 1.534682  |
| <b>LVMH</b>               | 1.49E-05   | 2.353701  | 0.076517   | 3.676346  | 0.835369  | 15.73798  | 1.68E-05  | 1.569355  |
| <b>Pernod Ricard</b>      | 3.24E-05   | 172.0863  | -0.004376  | -30.79519 | 0.985440  | 4905.176  | -4.09E-05 | -198.6438 |
| <b>Peugeot</b>            | 7.49E-05   | 3.359606  | 0.175208   | 3.108843  | 0.622353  | 6.807969  | 4.96E-05  | 1.145664  |
| <b>PPR</b>                | 1.34E-05   | 2.755843  | 0.131835   | 4.866190  | 0.801474  | 18.44221  | 3.77E-05  | 1.821139  |
| <b>Renault</b>            | 1.30E-06   | 0.801005  | 0.034018   | 2.942639  | 0.965465  | 70.75129  | -1.32E-06 | -0.205460 |
| <b>Saint Gobin</b>        | 1.11E-05   | 2.010796  | 0.112093   | 3.784479  | 0.848445  | 19.18567  | 1.34E-05  | 0.748298  |
| <b>Sanofi Aventis</b>     | 6.33E-06   | 2.055926  | 0.080369   | 3.186551  | 0.922587  | 31.27210  | 6.13E-06  | 1.559508  |
| <b>Schneider elctric</b>  | 2.47E-05   | 2.639071  | 0.048897   | 2.684674  | 0.839546  | 15.70487  | 1.36E-05  | 0.890658  |
| <b>Société générale</b>   | 2.09E-05   | 2.752854  | 0.284757   | 6.132674  | 0.683938  | 12.80912  | 6.53E-05  | 1.267584  |
| <b>Stmicroelectronics</b> | 2.77E-05   | 2.370210  | 0.066560   | 2.660643  | 0.814528  | 13.24631  | 6.04E-05  | 1.722643  |
| <b>TOTAL</b>              | 1.14E-05   | 1.988287  | 0.108742   | 3.524834  | 0.822182  | 13.38553  | -7.09E-07 | -0.161304 |
| <b>Unibail</b>            | 9.36E-06   | 1.932149  | 0.111132   | 3.990315  | 0.868007  | 27.93915  | -7.08E-06 | -1.233530 |
| <b>Vallorec</b>           | 5.48E-05   | 1.867983  | 0.061972   | 2.400935  | 0.838863  | 12.23892  | 8.17E-06  | 0.469316  |
| <b>Veolia</b>             | 3.71E-05   | 3.717366  | 0.084097   | 1.993449  | 0.704035  | 8.499408  | 0.000101  | 3.161056  |
| <b>Vinci</b>              | 8.27E-06   | 3.076311  | 0.098982   | 3.123179  | 0.875625  | 24.14921  | -1.01E-06 | -0.120004 |
| <b>Vivendi</b>            | 1.58E-05   | 2.264977  | 0.187822   | 3.769631  | 0.686444  | 6.913608  | 5.25E-05  | 2.600755  |

**Annexe 10 : Estimation de l'équation de la variance  
Cas du scandale « Madoof »**

|                         | $\alpha_0$ | z-Stat   | $\alpha_1$ | z-Stat    | $\beta$  | z-Stat   | $\gamma$  | z-Stat    |
|-------------------------|------------|----------|------------|-----------|----------|----------|-----------|-----------|
| <b>Accor</b>            | 1.94E-05   | 2.505206 | 0.056870   | 4.057142  | 0.911902 | 34.67137 | -4.41E-05 | -1.940491 |
| <b>Air France</b>       | 1.25E-05   | 1.621006 | 0.111092   | 4.318096  | 0.883191 | 34.42249 | -5.14E-05 | -2.184950 |
| <b>Alcatel</b>          | 6.49E-06   | 2.519138 | 0.062484   | 3.756928  | 0.937756 | 52.58419 | -0.000260 | -5.749672 |
| <b>Alstom</b>           | 0.000257   | 5.089175 | 2.138229   | 9.978832  | 0.162200 | 3.608652 | 0.000281  | 0.557335  |
| <b>Axa</b>              | 1.15E-05   | 2.412344 | 0.173390   | 6.363508  | 0.834038 | 34.33987 | -0.000103 | -1.041896 |
| <b>BNP Paribas</b>      | 1.93E-05   | 3.488861 | 0.177385   | 7.149049  | 0.819943 | 31.80982 | -0.000392 | -2.956957 |
| <b>Bouygues</b>         | 1.40E-06   | 0.464753 | 0.055486   | 3.827502  | 0.949154 | 56.46238 | -0.000173 | -4.072173 |
| <b>Cap Gemini</b>       | 7.24E-06   | 2.096683 | 0.070800   | 3.985704  | 0.925725 | 53.20249 | -7.10E-05 | -3.124339 |
| <b>Carrefour</b>        | 4.45E-06   | 2.367304 | 0.076672   | 5.291239  | 0.919988 | 71.51555 | -8.56E-05 | -4.071905 |
| <b>Crédit Agricole</b>  | 0.000606   | 423.8876 | 0.460263   | 5.293759  | 0.242824 | 6.871261 | -0.000606 | -330.7724 |
| <b>Danone</b>           | 1.04E-05   | 3.026121 | 0.092907   | 4.615311  | 0.882115 | 39.98113 | -4.03E-05 | -4.085066 |
| <b>EADS</b>             | 1.07E-05   | 2.498367 | 0.107307   | 3.422262  | 0.888210 | 29.31180 | -5.27E-05 | -0.846618 |
| <b>ESR</b>              | 0.000118   | 5.100567 | 0.294055   | 11.35418  | 0.740708 | 51.96188 | -0.000280 | -3.140315 |
| <b>France Télécom</b>   | 2.20E-05   | 3.188656 | 0.077498   | 4.578547  | 0.859329 | 26.00721 | -1.16E-05 | -0.720056 |
| <b>L'Oréal</b>          | 9.29E-06   | 2.344258 | 0.207778   | 5.571775  | 0.791352 | 23.71065 | -3.43E-05 | -2.249726 |
| <b>Lafarge</b>          | 1.08E-05   | 3.229101 | 0.104364   | 4.642270  | 0.886231 | 41.69840 | -9.27E-05 | -7.705662 |
| <b>Lagardère</b>        | 1.05E-05   | 4.032236 | 0.179402   | 5.491475  | 0.822171 | 29.70051 | -6.54E-06 | -0.086157 |
| <b>LVMH</b>             | 7.31E-06   | 4.763578 | 0.106707   | 5.074173  | 0.884908 | 47.20235 | -7.63E-05 | -2.084023 |
| <b>Pernod Ricard</b>    | 0.000179   | 13.93256 | -0.005661  | -15.04214 | 0.936297 | 191.7886 | -0.000275 | -12.99391 |
| <b>Peugeot</b>          | 2.45E-06   | 0.780803 | 0.045151   | 3.140269  | 0.957515 | 55.89862 | -0.000158 | -3.251252 |
| <b>PPR</b>              | 1.64E-06   | 1.470073 | 0.065695   | 5.282105  | 0.942310 | 78.71492 | -0.000266 | -25.98613 |
| <b>Renault</b>          | 6.66E-06   | 1.604410 | 0.062624   | 4.491805  | 0.935916 | 56.19587 | -0.000155 | -2.288308 |
| <b>Saint Gobin</b>      | 6.29E-06   | 2.644882 | 0.110462   | 4.665117  | 0.891171 | 42.54240 | -9.19E-05 | -1.643147 |
| <b>Sanofi Aventis</b>   | 5.93E-07   | 1.382393 | 0.026059   | 4.210605  | 0.979018 | 151.2726 | -0.000107 | -5.669626 |
| <b>Schneider elect</b>  | 5.55E-06   | 1.560739 | 0.072914   | 4.478882  | 0.925247 | 49.91753 | -0.000125 | -2.791309 |
| <b>Société générale</b> | 1.41E-05   | 2.395828 | 0.205475   | 5.700709  | 0.813571 | 30.31352 | -0.000108 | -1.124067 |
| <b>STmicroelectro</b>   | 8.60E-06   | 2.548376 | 0.089187   | 3.591330  | 0.899389 | 33.64024 | -2.12E-05 | -0.748580 |
| <b>TOTAL</b>            | 8.39E-06   | 2.539126 | 0.148758   | 4.541945  | 0.838331 | 23.92957 | -5.25E-05 | -1.677951 |
| <b>Unibail</b>          | 2.76E-05   | 1.737958 | 0.088238   | 2.968780  | 0.864793 | 18.03824 | -1.65E-05 | -0.345945 |
| <b>Vallourec</b>        | 2.15E-05   | 1.611253 | 0.074606   | 3.964643  | 0.906242 | 31.82568 | -0.000132 | -4.073269 |
| <b>Veolia</b>           | 2.89E-06   | 3.242813 | 0.061718   | 6.620496  | 0.943620 | 113.0483 | -0.000107 | -1.587592 |
| <b>Vinci</b>            | 0.000487   | 53.97501 | 0.137234   | 2.689719  | 0.500433 | 11.46969 | -0.000467 | -23.17287 |
| <b>Vivendi</b>          | 2.30E-06   | 1.504732 | 0.074886   | 7.945800  | 0.926206 | 98.71126 | -6.42E-05 | -5.672558 |

### Annexe 11 : Secteur économique et année d'entrée au CAC

| <b>Titre</b>             | <b>Secteur</b>                              | <b>Année entrée CAC</b> |
|--------------------------|---|-------------------------|
| <b>Accor</b>             | Hôtellerie Restauration Tourisme            | 1987                    |
| <b>Air-France</b>        | Transport Stockage                          | 2007                    |
| <b>Air Liquide</b>       | Energie et Produits de base                 | 1987                    |
| <b>Alcatel</b>           | Télécommunication                           | 1987                    |
| <b>Alstom</b>            | Autres biens d'équipement                   | 2006                    |
| <b>Arcelor</b>           | Transformation des métaux                   | 2007                    |
| <b>AXA</b>               | Assurances                                  | 1987                    |
| <b>BNP-Paribas</b>       | Banque                                      | 1993                    |
| <b>Bouygues</b>          | Conglomérat (dont BTP Génie civil)          | 1999                    |
| <b>CapGémini</b>         | Services informatiques                      | 1998                    |
| <b>Carrefour</b>         | Distribution générale grand public          | 1987                    |
| <b>Crédit agricole</b>   | Banque                                      | 2002                    |
| <b>Danone</b>            | Agroalimentaire                             | 1987                    |
| <b>EADS</b>              | Aéronautique Espace Armement                | 2000                    |
| <b>EDF</b>               | Energie et Produits de base                 | 2005                    |
| <b>France Telecom</b>    | Télécommunication                           | 1997                    |
| <b>GDF</b>               | Energie et Produits de base                 | 2005                    |
| <b>GDF-Suez</b>          | Energie et Produits de base                 | 2008                    |
| <b>L'Oréal</b>           | Chimie Pharmacie Cosmétiques                | 1987                    |
| <b>Lafarge</b>           | Matériaux de construction                   | 1987                    |
| <b>Lagardère</b>         | Communication Médias Multimédias            | 1994                    |
| <b>LVMH</b>              | Conglomérat                                 | 1987                    |
| <b>Pernot-Ricard</b>     | Agroalimentaire                             | 2003                    |
| <b>PSA</b>               | Automobile                                  | 1987                    |
| <b>PPR</b>               | Distribution générale grand public          | 1995                    |
| <b>Renault</b>           | Automobile                                  | 1995                    |
| <b>Saint Gobain</b>      | Matériaux de construction                   | 1987                    |
| <b>Sanofi-Aventis</b>    | Chimie Pharmacie Cosmétiques                | 1999                    |
| <b>Schneider</b>         | Electricité Electronique                    | 1995                    |
| <b>Société Générale</b>  | Banque                                      | 1987                    |
| <b>STMicro</b>           | Electricité Electronique                    | 1997                    |
| <b>Suez</b>              | Energie et Produits de base                 | 2008                    |
| <b>Total</b>             | Energie et Produits de base                 | 1991                    |
| <b>Unibail-Rodamco</b>   | Immobilier                                  | 2007                    |
| <b>Vallourec</b>         | Transformation des métaux                   | 2006                    |
| <b>Veolia</b>            | Environnement et Services aux collectivités | 2001                    |
| <b>Vinci (EX.SGE)</b>    | BTP Génie Civil                             | 2002                    |
| <b>Vivendi Universal</b> | Communication Médias Multimédias            | 2000                    |

**Annexe 12 : Evolution du ROE des entreprises du CAC40**

| <b>SOCIETES</b>           | <b>2000</b> | <b>2001</b> | <b>2002</b> | <b>2003</b> | <b>2004</b> | <b>2005</b> | <b>2006</b> | <b>2007</b> |
|---------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| <b>ACCOR</b>              | 11,16       | 11,8        | 11,35       | 8,25        | 8,01        | 8,47        | 16,7        | 24,31       |
| <b>AIR FRANCE</b>         | 10,86       | 3,86        | 3,08        | 7,37        | 28,17       | 11,73       | 10,54       | 7,22        |
| <b>AIR LIQUIDE</b>        | 12,62       | 12,98       | 13,77       | 14,11       | 15,93       | 16,22       | 16,32       | 18,06       |
| <b>ALCATEL</b>            | 8,63        | -49,35      | -78,85      | -47,67      | 12,18       | 14,47       | -0,82       | -34,79      |
| <b>ALSTOM</b>             | 9,11        | -5,07       | -168,12     | -738,15     | -42,76      | 9,84        | 19,33       | 38,39       |
| <b>ARCELOR</b>            | ?           | -10,59      | -1,79       | 3,81        | 21,18       | 25,98       | 15,66       | 18,29       |
| <b>AXA</b>                | 21,36       | 3,21        | 4,96        | 4,82        | 13,65       | 12,73       | 11,47       | 13,06       |
| <b>BNP PARIBAS</b>        | 12,23       | 10,57       | 7,86        | 8,66        | 11,15       | 10,03       | 10,73       | 20,42       |
| <b>BOUYGUES</b>           | 12,13       | 9,27        | 12,99       | 10,11       | 20,82       | 18,66       | 24,36       | 19,41       |
| <b>CAP GEMINI</b>         | 10,7        | 3,5         | -14,74      | -5,85       | -11,96      | 4,71        | 7,92        | 11,42       |
| <b>CARREFOUR</b>          | 13,17       | 16,59       | 20,4        | 21,77       | 23,27       | 16,85       | 23,15       | 21,07       |
| <b>CREDIT AGRICOL</b>     |             | 5,825       | 3,904       | 2,642       | 6,219       | 7,566       | 8,269       | 6,573       |
| <b>DANONE</b>             | 10,596      | 4,376       | 10,012      | 18,506      | 9,56        | 29,73       | 10,51       | 25,7        |
| <b>DEXIA</b>              | 8,849       | 8,829       | 8,039       | 8,656       | 10,429      | 10,121      | 12,447      | ?           |
| <b>EADS</b>               |             | 12,984      | -1,883      | 1,189       | 7,466       | 12,3        | 0,874       | -3,317      |
| <b>EDF</b>                |             |             |             |             | 17,07       | 16,63       | 23,29       | 20,64       |
| <b>ESSILOR</b>            | 12,984      | 11,808      | 15,023      | 16,589      | 18,217      | 17,126      | 17,376      | 17,104      |
| <b>FRANCE TELECOM</b>     | 10,25       | -30,81      | ?           | 16,02       | 15,21       | 22,36       | 15,07       | 19,86       |
| <b>GDF</b>                |             |             |             |             | 13,22       | 15,45       | 18,48       | 17,67       |
| <b>L'OREAL</b>            | 14,77       | 17,99       | 17,29       | 18,42       | 12,19       | 13,46       | 14,1        | 19,51       |
| <b>LAFARGE</b>            | 11,87       | 9,63        | 7,86        | 9,2         | 12,85       | 12,02       | 13,47       | 17,85       |
| <b>LAGARDERE</b>          | 13,37       | 12,22       | -6,63       | 7,4         | 13,26       | 15,74       | 6,62        | 12,11       |
| <b>LVMH</b>               | 10,59       | 1,25        | 7,58        | 9,83        | 16,16       | 15,91       | 18,63       | 18,61       |
| <b>MICHELIN</b>           | 10,55       | 7,26        | 13,65       | 7,46        | 18,44       | 19,64       | 12,22       | 14,59       |
| <b>PERNOD RICARD</b>      | 9,28        | 14,51       | 16,57       | 17,13       | 16,65       | 8,52        | 11,41       | 13,26       |
| <b>PSA</b>                | 13,2        | 15,18       | 14,45       | 12,09       | 12,26       | 6,87        | 0,5         | 5,67        |
| <b>PPR</b>                | 15,26       | 12,77       | 18,99       | 8,63        | 13,09       | 7,05        | 7,96        | 9,77        |
| <b>RENAULT</b>            | 10,43       | 9,13        | 12,17       | 17,97       | 22          | 17,56       | 13,88       | 12,39       |
| <b>Rhodia</b>             | 8,39        | -8,94       | 0,27        | -489,45     | -662,36     | ?           | ?           | ?           |
| <b>SAINT GOBAIN</b>       | 14,01       | 9,51        | 9,31        | 9,42        | 11,69       | 10,82       | 11,61       | 10,11       |
| <b>Sanofi-Aventis</b>     |             |             |             |             | 5,4         | 5,54        | 9,6         | 12,7        |
| <b>(Sanofi)</b>           | 22,88       | 27,48       | 29,14       | 32,83       |             |             |             |             |
| <b>(Aventis)</b>          | -1,32       | 12,52       | 10,1        | 8,11        |             |             |             |             |
| <b>SCHNEIDER ELECTRIC</b> | 20,24       | -11,39      | 5,68        | 5,37        | 11,49       | 12,35       | 15,23       | 15,71       |
| <b>SOCIETE GENERALE</b>   | 11,4        | 8,16        | 5,38        | 8,55        | 11,17       | 12,22       | 12,87       | 4,41        |
| <b>STMICROELECTRONICS</b> | 23,62       | 4,25        | 6,15        | 3,16        | 6,59        | 3,15        | 8,04        | -4,98       |
| <b>Suez</b>               | 14,61       | 14,49       | -8,15       | -31,39      | 21,77       | 15,45       | 18,49       | 17,67       |
| <b>Total</b>              | 21,39       | 22,1        | 17,86       | 22,94       | 34,39       | 30,48       | 29,49       | 29,62       |
| <b>UNIBAIL-RODAMCO</b>    | ?           | ?           | 10,78       | 8,98        | 10,46       | 32,68       | 34,78       | 7,3         |
| <b>Valeo</b>              | 12,57       | -24,05      | 7,02        | 9,42        | 13,48       | 8,4         | 7,42        | 4,94        |
| <b>Vallourec</b>          | 10,25       | 17,37       | 12,46       | 7,45        | 20,21       | 42,07       | 44,95       | 36,72       |

|                |       |        |         |        |       |       |       |       |
|----------------|-------|--------|---------|--------|-------|-------|-------|-------|
| <b>Veolia</b>  | 9,42  | -21,73 | 4,66    | -23,41 | 10,69 | 13,8  | 15,18 | 12,31 |
| <b>Vinci</b>   | 13,04 | 16,32  | 15,56   | 16,14  | 23,19 | 18,85 | 14,89 | 19,31 |
| <b>Vivendi</b> | 4,29  | -27,69 | -106,48 | 0,39   | 26,66 | 19,74 | 23,75 | 16,95 |
| <b>Moyenne</b> | 12,4  | 3,95   | -0,81   | -23,23 | -2,89 | 15,2  | 14,8  | 14,19 |
| <b>Médiane</b> | 11,87 | 9,2    | 7,95    | 8,63   | 13,15 | 13,8  | 13,88 | 16,33 |

### Annexe 13 : Statistiques descriptives des rentabilités

| Titre            | Maximum  | Minimum   | Ecart Type | Skewness  | Kurtosis | Jarque-Bera | Nombre d'observations |
|------------------|----------|-----------|------------|-----------|----------|-------------|-----------------------|
| ACCOR            | 0.116976 | -0.138586 | 0.021701   | -0.022436 | 6.956210 | 1531.445    | 2348                  |
| AIR France       | 0.154616 | -0.225880 | 0.026498   | -0.309751 | 8.787893 | 3314.934    | 2348                  |
| ALCATEL          | 0.340326 | -0.194859 | 0.035977   | 0.127469  | 10.14644 | 5002.862    | 2348                  |
| ALSTOM           | 0.232704 | -0.737298 | 0.044094   | -3.562040 | 65.21166 | 383608.8    | 2348                  |
| ARCELOR          | 0.250314 | -0.135064 | 0.022801   | 0.508914  | 12.69964 | 7966.217    | 2010                  |
| AXA              | 0.192925 | -0.142920 | 0.027585   | 0.347170  | 9.398148 | 4052.100    | 2348                  |
| BNP PARIBAS      | 0.161309 | -0.189262 | 0.021712   | -0.290811 | 11.22767 | 6655.887    | 2348                  |
| BOUYGUES         | 0.156657 | -0.155002 | 0.024749   | 0.106775  | 8.138580 | 2587.751    | 2348                  |
| CAP GEMINI       | 0.234193 | -0.260919 | 0.031726   | -0.070698 | 8.153704 | 2600.474    | 2348                  |
| CARREFOUR        | 0.094851 | -0.116780 | 0.019912   | -0.239060 | 6.864545 | 1483.477    | 2348                  |
| CREDIT AGRICOL   | 0.233615 | -0.143482 | 0.023876   | 0.294901  | 13.05001 | 7787.099    | 1844                  |
| DANONE           | 0.097024 | -0.111036 | 0.016573   | 0.011727  | 7.909653 | 2363.319    | 2353                  |
| EADS             | 0.125753 | -0.305410 | 0.027066   | -0.558489 | 12.30709 | 8098.644    | 2212                  |
| ESR              | 0.450069 | -0.334132 | 0.038833   | 0.454082  | 17.71010 | 21250.54    | 2348                  |
| France TELECOM   | 0.227174 | -0.177292 | 0.029358   | 0.509548  | 9.459143 | 4183.264    | 2348                  |
| LAFARGE          | 0.130230 | -0.121381 | 0.021115   | -0.234881 | 7.992433 | 2460.025    | 2348                  |
| LAGARDERE        | 0.158992 | -0.147690 | 0.023218   | 0.138498  | 8.128432 | 2580.603    | 2348                  |
| L'OREAL          | 0.137489 | -0.117863 | 0.018765   | 0.043667  | 7.197293 | 1724.302    | 2348                  |
| LVMH             | 0.156161 | -0.130843 | 0.021418   | 0.276861  | 8.421630 | 2905.716    | 2348                  |
| PERNOD_RICARD    | 0.107253 | -0.690855 | 0.024227   | -9.938109 | 286.5067 | 7902106.    | 2348                  |
| PEUGEOT          | 0.129268 | -0.152660 | 0.020908   | -0.097722 | 7.614759 | 2087.196    | 2348                  |
| PPR              | 0.164937 | -0.137245 | 0.022940   | 0.188645  | 9.326064 | 3929.127    | 2348                  |
| RENAULT          | 0.150573 | -0.156546 | 0.024288   | -0.396122 | 8.469016 | 2987.613    | 2348                  |
| SAINT GOBIN      | 0.170345 | -0.254892 | 0.023534   | -0.245326 | 15.33738 | 14914.85    | 2348                  |
| SANOFI AVENTIS   | 0.136811 | -0.109128 | 0.019639   | 0.055354  | 6.570945 | 1248.735    | 2348                  |
| SHNEIDER ELECT.  | 0.151643 | -0.228192 | 0.022520   | -0.458370 | 12.07401 | 8137.592    | 2348                  |
| SOCIETE GENERALE | 0.181844 | -0.169076 | 0.024450   | -0.159889 | 9.697538 | 4398.515    | 2348                  |
| STMICRO          | 0.157556 | -0.135297 | 0.028283   | 0.158930  | 5.315683 | 534.5047    | 2348                  |
| SUEZ             | 0.131618 | -0.145712 | 0.022915   | -0.013287 | 9.949616 | 4044.946    | 2010                  |
| TOTAL            | 0.127860 | -0.096405 | 0.017990   | 0.113871  | 8.384134 | 2841.154    | 2348                  |
| UNIBAIL          | 0.112535 | -0.183588 | 0.016940   | -0.502162 | 11.55510 | 7259.074    | 2348                  |
| VALLOUREC        | 0.229397 | -0.175229 | 0.025736   | 0.114283  | 8.965067 | 3486.219    | 2348                  |
| VEOLIA           | 0.167089 | -0.239611 | 0.021420   | -0.349359 | 16.40631 | 16564.98    | 2206                  |
| VINCI            | 0.166602 | -0.132831 | 0.019640   | 0.431020  | 11.75582 | 7573.039    | 2348                  |

|         |          |           |          |           |          |          |      |
|---------|----------|-----------|----------|-----------|----------|----------|------|
| VIVENDI | 0.202721 | -0.294680 | 0.027657 | -1.344988 | 24.30863 | 45129.91 | 2348 |
|---------|----------|-----------|----------|-----------|----------|----------|------|

#### Annexe 14 : Test de Dickey-Fuller augmenté et Phillips-Perron

| Titre               | Modèle | Nombre de retards | Stat ADF  | Stat Phillips-Perron |
|---------------------|--------|-------------------|-----------|----------------------|
| ACCOR               | 1      | 0                 | -48.91017 | -49.07302            |
| AIR France          | 1      | 0                 | -46.64134 | -46.66184            |
| ALCATEL             | 1      | 0                 | -47.58569 | -47.59184            |
| ALSTOM              | 1      | 0                 | -48.22163 | -48.24397            |
| ARCELOR             | 3      | 0                 | -41.72008 | -41.63910            |
| AXA                 | 1      | 4                 | -24.48418 | -47.68198            |
| BNP PARIBAS         | 1      | 0                 | -48.61940 | -48.92968            |
| BOUYGUES            | 1      | 0                 | -46.81221 | -46.84824            |
| CAP GEMINI          | 1      | 0                 | -46.10612 | -46.05444            |
| CARREFOUR           | 1      | 0                 | -50.41157 | -50.84713            |
| CREDIT AGRICOL      | 1      | 0                 | -43.40051 | -44.04159            |
| DANONE              | 1      | 1                 | -37.92566 | -53.31414            |
| EASD                | 1      | 0                 | -45.85499 | -45.84764            |
| ESR                 | 1      | 0                 | -51.72453 | -52.07152            |
| France TELECOM      | 1      | 0                 | -45.68272 | -45.62960            |
| LAFARGE             | 1      | 0                 | -48.22402 | -48.31218            |
| LAGARDERE           | 1      | 0                 | -48.05856 | -48.05856            |
| L'OREAL             | 1      | 2                 | -33.33322 | -54.73080            |
| LVMH                | 1      | 0                 | -47.15903 | -47.15730            |
| PERNOD_RICARD       | 1      | 0                 | -52.53055 | -52.68412            |
| PEUGEOT             | 3      | 1                 | -35.83220 | -47.00567            |
| PPR                 | 1      | 0                 | -45.43275 | -45.38001            |
| RENAULT             | 3      | 0                 | -46.15004 | -46.09566            |
| SAINT GOBIN         | 1      | 0                 | -50.19264 | -50.29736            |
| SANOFI AVENTIS      | 1      | 0                 | -50.46396 | -53.08118            |
| SHNEIDER ELCTRONICS | 1      | 4                 | -25.19315 | -49.87737            |
| SOCIETE GENERALE    | 1      | 0                 | -45.58934 | -46.03211            |
| STMICRO             | 1      | 0                 | -46.12578 | -46.09433            |
| SUEZ                | 1      | 0                 | -48.27755 | -48.75080            |
| TOTAL               | 1      | 4                 | -24.23382 | -54.02167            |
| UNIBAIL             | 1      | 0                 | -51.74453 | -51.91537            |
| VALLOUREC           | 1      | 0                 | -49.26689 | -49.26344            |
| VEOLIA              | 1      | 0                 | -46.28351 | -46.30292            |
| VINCI               | 1      | 2                 | -32.37992 | -53.97119            |
| VIVENDI             | 1      | 4                 | -25.86077 | -44.85184            |

Modèle 1 : Modèle sans constante ni tendance

Modèle 2 : Modèle avec constante sans tendance

Modèle 3 : Modèle avec constante et tendance

La stat. ADF est la valeur de la statistique t de DF, elle est à comparer avec les valeurs critiques  $-1.95$  pour le modèle 1,  $-2.86$  pour le Modèle 2 et  $-3.41$  pour le modèle 3 au seuil 5%.

### Annexe 15 : Test ARCH

| Titre                | Q  | TR <sup>2</sup> |
|----------------------|----|-----------------|
| ACCOR                | 3  | 316.3511        |
| AIR France           | 1  | 61.97059        |
| ALCATEL              | 12 | 288.8147        |
| ARCELOR              | 1  | 9.786790        |
| AXA                  | 2  | 217.0791        |
| BNP PARIBAS          | 5  | 237.8577        |
| BOUYGUES             | 4  | 181.4836        |
| CAP GEMINI           | 1  | 10.59444        |
| CARREFOUR            | 1  | 182.0170        |
| CREDIT AGRICOL       | 5  | 298.4102        |
| DANONE               | 1  | 88.95610        |
| EASD                 | 5  | 67.71694        |
| ESR                  | 1  | 25.57751        |
| FRANCE_TELECOM       | 1  | 158.3840        |
| LAFARGE              | 5  | 315.6515        |
| LAGARDERE            | 3  | 400.7040        |
| L'OREAL              | 1  | 73.16089        |
| LVMH                 | 3  | 227.5270        |
| PERNOD_RICARD        | 1  | 0.063621        |
| PEUGEOT              | 2  | 226.5100        |
| PPR                  | 1  | 85.48322        |
| RENAULT              | 1  | 126.1433        |
| SAINT GOBIN          | 2  | 66.19227        |
| SANOFI AVENTIS       | 1  | 205.4677        |
| SHNEIDER ELECTRONICS | 2  | 97.83978        |
| SOCIETE GENERALE     | 1  | 96.17048        |
| STMICRO              | 1  | 76.02445        |
| SUEZ                 | 1  | 331.2735        |
| TOTAL                | 1  | 269.9282        |
| UNIBAIL              | 1  | 7.862878        |
| VALLOUREC            | 19 | 165.5731        |
| VEOLIA               | 5  | 279.8833        |
| VINCI                | 1  | 133.8537        |
| VIVENDI              | 1  | 202.1922        |

### Annexe 16: Test des runs

| Titre      | N    | M    | Prob> stat | Stat  |
|------------|------|------|------------|-------|
| ACCOR      | 1224 | 1122 | 0,2        | 1,29  |
| AIR FRANCE | 1237 | 1109 | 0,1        | 1,64  |
| ALCATEL    | 1243 | 1105 | 0,3        | -2,19 |
| ALSTOM     | 1280 | 1066 | 0,1        | 1,66  |
| ARCELOR    | 1015 | 995  | 0,01       | -2,63 |
| AXA        | 1225 | 1121 | 0,54       | -0,61 |

|                            |      |      |      |       |
|----------------------------|------|------|------|-------|
| <b>BNP PARIBAS</b>         | 1208 | 1138 | 0,05 | 1,99  |
| <b>BOUYGUES</b>            | 1215 | 1131 | 0,27 | -1,1  |
| <b>CAP GEMINI</b>          | 1173 | 1173 | 0,51 | -0,66 |
| <b>CARREFOUR</b>           | 1265 | 1083 | 0,97 | -0,4  |
| <b>CREDIT AGRICOL</b>      | 966  | 877  | 0,02 | 2,27  |
| <b>DANONE</b>              | 1245 | 1106 | 0,33 | 0,98  |
| <b>EADS</b>                | 1138 | 1072 | 0,73 | -0,34 |
| <b>ESR</b>                 | 1563 | 783  | 0,37 | -0,9  |
| <b>FRANCE_TELECOM</b>      | 1173 | 1173 | 0,39 | -0,87 |
| <b>LAFARGE</b>             | 1199 | 1147 | 0,64 | -0,47 |
| <b>LAGARDERE</b>           | 1250 | 1096 | 0,74 | 0,33  |
| <b>L'OREAL</b>             | 1209 | 1137 | 0    | 5,01  |
| <b>LVMH</b>                | 1226 | 1120 | 0,04 | 2,04  |
| <b>PERNOD_RICARD</b>       | 1226 | 1120 | 0    | 5,11  |
| <b>PEUGEOT</b>             | 1229 | 1117 | 0,13 | -1,5  |
| <b>PPR</b>                 | 1173 | 1173 | 0,05 | -1,98 |
| <b>RENAULT</b>             | 1219 | 1127 | 0,83 | -0,21 |
| <b>SAINT GOBIN</b>         | 1232 | 1114 | 0,19 | 1,32  |
| <b>SANOFI AVENTIS</b>      | 1235 | 1111 | 0,7  | 0,38  |
| <b>SHNEIDER ELCTRONICS</b> | 1219 | 1127 | 0,17 | 1,36  |
| <b>SOCIETE GENERALE</b>    | 1222 | 1124 | 0,41 | -0,83 |
| <b>STMICRO</b>             | 1173 | 1173 | 0,74 | -0,33 |
| <b>SUEZ</b>                | 1033 | 977  | 0,04 | 2,04  |
| <b>TOTAL</b>               | 1185 | 1161 | 0,28 | 1,08  |
| <b>UNIBAIL</b>             | 1186 | 1160 | 0,26 | 1,12  |
| <b>VALLOUREC</b>           | 1195 | 1151 | 0,7  | 0,39  |
| <b>VEOLIA</b>              | 1137 | 1067 | 0,79 | 0,26  |
| <b>VINCI</b>               | 1247 | 1099 | 0,04 | 2,02  |
| <b>VIVENDI</b>             | 1223 | 1123 | 0,59 | 0,54  |

Stat est la statistique de test calculé qui suit une loi normale centrée réduite sous l'hypothèse nulle  
N : nombre de fois ou les variations des rentabilités sont inférieures ou égales à zéro  
M : nombre de fois ou les variations des rentabilités sont supérieures à zéro

#### Annexe 17 : Test du rapport de variances

| Titres            | Stat | Nombre de retards |          |          |          |          |
|-------------------|------|-------------------|----------|----------|----------|----------|
|                   |      | 5                 | 23       | 66       | 132      | 260      |
| <b>Accor</b>      | RV   | 0.91584           | 0.84467  | 0.69373  | 0.65971  | 0.65989  |
|                   | Z    | -1.86096          | -1.40480 | -1.59985 | -1.24976 | -0.88752 |
| <b>Air France</b> | RV   | 1.08857           | 1.02575  | 1.04161  | 1.11815  | 1.14163  |
|                   | Z    | 1.99847           | 0.23291  | 0.21738  | 0.43394  | 0.36959  |
| <b>Alcatel</b>    | RV   | 1.03403           | 1.15526  | 1.30775  | 1.52952  | 1.49145  |
|                   | Z    | 0.75250           | 1.40415  | 1.60762  | 1.94474  | 1.28243  |
| <b>Alstom</b>     | RV   | 0.99650           | 1.01961  | 1.05314  | 0.97589  | 1.18265  |
|                   | Z    | -0.07746          | 0.17735  | 0.27757  | -0.08853 | 0.47663  |

|                       |    |          |          |                |          |          |
|-----------------------|----|----------|----------|----------------|----------|----------|
| <b>Arcelor</b>        | RV | 1.06302  | 0.97017  | 0.90283        | 0.94608  | 0.90955  |
|                       | Z  | 1.28923  | -0.24962 | -0.46963       | -0.18323 | -0.21837 |
| <b>AXA</b>            | RV | 0.92902  | 0.78742  | 0.62505        | 0.58094  | 0.75370  |
|                       | Z  | -1.56946 | -1.92254 | -1.95863       | -1.53905 | -0.64272 |
| <b>BNP</b>            | RV | 0.98221  | 0.68768  | 0.57026        | 0.50818  | 0.50939  |
|                       | Z  | -0.39331 | -2.82456 | -2.24485       | -1.80627 | -1.28025 |
| <b>Bouygues</b>       | RV | 0.99474  | 0.84579  | 0.64498        | 0.61372  | 0.81375  |
|                       | Z  | -0.11639 | -1.39467 | -1.85454       | -1.41865 | -0.48602 |
| <b>Cap Gemini</b>     | RV | 1.03912  | 1.02693  | 1.01037        | 1.20628  | 1.25811  |
|                       | Z  | 0.86508  | 0.24356  | 0.05416        | 0.75758  | 0.67354  |
| <b>CARRREFOUR</b>     | RV | 0.88173  | 0.70602  | 0.51566        | 0.48179  | 0.49151  |
|                       | Z  | -2.61513 | -2.65873 | -2.53006       | -1.90320 | -1.32690 |
| <b>CREDIT AGRICOL</b> | RV | 0.89663  | 0.70016  | 0.69692        | 0.73837  | 0.93694  |
|                       | Z  | -2.02560 | -2.40293 | -1.40298       | -0.85148 | -0.14581 |
| <b>DANONE</b>         | RV | 0.77633  | 0.65885  | 0.54524        | 0.49165  | 0.44537  |
|                       | Z  | -4.94580 | -3.08526 | -2.37557       | -1.86697 | -1.44729 |
| <b>EADS</b>           | RV | 1.07556  | 0.94120  | 0.94087        | 0.99184  | 0.97896  |
|                       | Z  | 1.62170  | -0.51613 | -0.29978       | -0.02908 | -0.05328 |
| <b>ESR</b>            | RV | 0.85609  | 0.69048  | 0.54151        | 0.53015  | 0.52624  |
|                       | Z  | -3.18213 | -2.79922 | -2.39506       | -1.72557 | -1.23627 |
| <b>France TELECOM</b> | RV | 1.04721  | 1.12167  | 1.11038        | 1.31019  | 1.43572  |
|                       | Z  | 1.04385  | 1.10033  | 0.57661        | 1.13920  | 1.13700  |
| <b>LAFARGE</b>        | RV | 0.93636  | 0.88163  | 0.90526        | 0.99617  | 0.97204  |
|                       | Z  | -1.40722 | -1.07048 | -0.49488       | -0.01408 | -0.07296 |
| <b>LAGARDERE</b>      | RV | 0.93845  | 0.85591  | 0.54979        | 0.53256  | 0.55166  |
|                       | Z  | -1.36099 | -1.30310 | -2.35179       | -1.71672 | -1.16994 |
| <b>L'OREAL</b>        | RV | 0.68549  | 0.49677  | 0.38241        | 0.33261  | 0.34285  |
|                       | Z  | -6.95455 | -4.55105 | -3.22613       | -2.45105 | -1.71483 |
| <b>LVMH</b>           | RV | 0.98625  | 0.88979  | 0.76414        | 0.72607  | 0.76766  |
|                       | Z  | -0.30410 | -0.99672 | -1.23206       | -1.00606 | -0.60628 |
| <b>PERNOD RICARD</b>  | RV | 0.85032  | 0.75208  | 0.73419        | 0.75527  | 0.90816  |
|                       | Z  | -3.30987 | -2.24215 | -1.38851       | -0.89881 | -0.23965 |
| <b>PEUGEOT</b>        | RV | 0.96954  | 0.92373  | 1.09612        | 1.09450  | 1.08416  |
|                       | Z  | -0.67344 | -0.68976 | 0.50211        | 0.34706  | 0.21961  |
| <b>PPR</b>            | RV | 1.05461  | 1.10755  | 0.95675        | 0.89953  | 1.17489  |
|                       | Z  | 1.20766  | 0.97264  | -0.22593       | -0.36899 | 0.45638  |
| <b>RENAULT</b>        | RV | 0.99965  | 1.18428  | 1.38230        | 1.17206  | 1.17260  |
|                       | Z  | -0.00769 | 1.66661  | <b>1.99702</b> | 0.63190  | 0.45041  |
| <b>SAINT GOBIN</b>    | RV | 0.87762  | 0.78494  | 0.69599        | 0.78493  | 0.85792  |
|                       | Z  | -2.70619 | -1.94499 | -1.58806       | -0.78986 | -0.37076 |
| <b>SANOFI AVENTIS</b> | RV | 0.83206  | 0.55574  | 0.49344        | 0.51706  | 0.58712  |
|                       | Z  | -3.71361 | -4.01778 | -2.64613       | -1.77367 | -1.07740 |
| <b>SHNEIDER</b>       | RV | 0.81665  | 0.67267  | 0.52919        | 0.53598  | 0.56910  |

|                         |    |          |          |          |          |          |
|-------------------------|----|----------|----------|----------|----------|----------|
|                         | Z  | -4.05437 | -2.96028 | -2.45939 | -1.70419 | -1.12444 |
| <b>SOCIETE GENERALE</b> | RV | 1.00972  | 0.74126  | 0.67845  | 0.70907  | 0.87657  |
|                         | Z  | 0.21495  | -2.33999 | -1.67972 | -1.06846 | -0.32208 |
| <b>ST MICRO</b>         | RV | 0.97899  | 0.95307  | 0.66368  | 0.58918  | 0.49290  |
|                         | Z  | -0.46448 | -0.42444 | -1.75687 | -1.50877 | -1.32326 |
| <b>SUEZ</b>             | RV | 0.79524  | 0.71597  | 0.61463  | 0.71421  | 1.15839  |
|                         | Z  | -4.18910 | -2.37653 | -1.86247 | -0.97107 | 0.38241  |
| <b>TOTAL</b>            | RV | 0.76448  | 0.52438  | 0.44133  | 0.37278  | 0.36240  |
|                         | Z  | -5.20786 | -4.30142 | -2.91837 | -2.30353 | -1.66382 |
| <b>UNIBAIL</b>          | RV | 0.84338  | 0.81221  | 0.84950  | 0.76585  | 0.76383  |
|                         | Z  | -3.46317 | -1.69837 | -0.78619 | -0.85993 | -0.61629 |
| <b>VALLOUREC</b>        | RV | 0.97098  | 1.08343  | 1.52399  | 1.50650  | 2.18797  |
|                         | Z  | -0.64165 | 0.75452  | 2.73718  | 1.86018  | 3.09998  |
| <b>VEOLIA</b>           | RV | 0.96664  | 0.93560  | 1.06055  | 1.24003  | 1.63046  |
|                         | Z  | -0.71498 | -0.56452 | 0.30660  | 0.85444  | 1.59464  |
| <b>VINCI</b>            | RV | 0.75897  | 0.59168  | 0.58966  | 0.71349  | 0.88997  |
|                         | Z  | -5.32978 | -3.69278 | -2.14351 | -1.05224 | -0.28711 |
| <b>VIVENDI</b>          | RV | 0.93415  | 0.76120  | 0.85828  | 1.02798  | 1.38118  |
|                         | Z  | -1.45621 | -2.15963 | -0.74032 | 0.10274  | 0.99468  |

RV et Z sont respectivement le rapport de variances et la statistique du test. Sous l'hypothèse nulle de marche aléatoire, Z suit une loi normale centrée réduite.

En gras : rejet de l'hypothèse nulle de marche aléatoire au seuil statistique de 5%

### Annexe 18 : Analyse des exposants de Hurst

| SOCIETES              | 20          | 40          | 60          | 125         | 200         |
|-----------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| <b>ACCOR</b>          | <b>0.74</b> | <b>0.55</b> | <b>0.54</b> | <b>0.54</b> | 0.48        |
| <b>CREDIT AGRICOL</b> | <b>0.74</b> | <b>0.51</b> | <b>0.63</b> | 0.5         | <b>0.57</b> |
| <b>Air France</b>     | <b>0.77</b> | <b>0.63</b> | <b>0.55</b> | <b>0.57</b> | <b>0.67</b> |
| <b>ALCATEL</b>        | <b>0.78</b> | <b>0.6</b>  | 0.48        | <b>0.57</b> | <b>0.62</b> |
| <b>AISTOM</b>         | <b>0.74</b> | <b>0.59</b> | <b>0.6</b>  | <b>0.58</b> | <b>0.58</b> |
| <b>ARCELOR</b>        | <b>0.78</b> | <b>0.54</b> | <b>0.66</b> | 0.48        | <b>0.54</b> |
| <b>AXA</b>            | <b>0.77</b> | <b>0.58</b> | <b>0.63</b> | <b>0.51</b> | <b>0.5</b>  |
| <b>BNP</b>            | <b>0.76</b> | <b>0.54</b> | <b>0.52</b> | <b>0.54</b> | <b>0.57</b> |
| <b>BOUYGUES</b>       | <b>0.77</b> | <b>0.61</b> | <b>0.51</b> | <b>0.56</b> | <b>0.53</b> |
| <b>CARREFOUR</b>      | <b>0.76</b> | <b>0.56</b> | <b>0.63</b> | 0.49        | 0.49        |
| <b>DANONE</b>         | <b>0.74</b> | <b>0.57</b> | <b>0.6</b>  | <b>0.58</b> | 0.49        |
| <b>EADS</b>           | <b>0.78</b> | <b>0.6</b>  | <b>0.54</b> | <b>0.54</b> | 0.48        |
| <b>ESR</b>            | <b>0.77</b> | <b>0.57</b> | <b>0.53</b> | <b>0.55</b> | <b>0.64</b> |
| <b>CAP GEMINI</b>     | <b>0.78</b> | <b>0.6</b>  | <b>0.53</b> | <b>0.53</b> | <b>0.6</b>  |
| <b>LAFARGE</b>        | <b>0.75</b> | <b>0.53</b> | <b>0.51</b> | <b>0.57</b> | <b>0.5</b>  |
| <b>LAGARDERE</b>      | <b>0.76</b> | <b>0.63</b> | <b>0.55</b> | <b>0.51</b> | 0.42        |
| <b>L'OREAL</b>        | <b>0.73</b> | <b>0.58</b> | <b>0.54</b> | <b>0.52</b> | 0.49        |
| <b>LVMH</b>           | <b>0.75</b> | <b>0.61</b> | <b>0.51</b> | 0.49        | <b>0.53</b> |
| <b>PERNOD</b>         | <b>0.72</b> | <b>0.55</b> | <b>0.51</b> | <b>0,51</b> | 0.37        |

|                    |      |      |      |      |      |
|--------------------|------|------|------|------|------|
| PEUGEOT            | 0.76 | 0.61 | 0.47 | 0.54 | 0.41 |
| PPR                | 0.77 | 0.62 | 0.59 | 0.59 | 0.51 |
| RENAULT            | 0.77 | 0.63 | 0.57 | 0.56 | 0.56 |
| SAINT GOBIN        | 0.75 | 0.57 | 0.56 | 0.55 | 0.47 |
| SANOFI AVENTIS     | 0.76 | 0.55 | 0.54 | 0.47 | 0.58 |
| SHNEIDER           | 0.75 | 0.58 | 0.55 | 0.56 | 0.39 |
| STE GENERALE       | 0.77 | 0.57 | 0.57 | 0.52 | 0.43 |
| STMICROELECTRONICS | 0.76 | 0.63 | 0.53 | 0.53 | 0.55 |
| SUEZ               | 0.74 | 0.57 | 0.52 | 0.57 | 0.58 |
| France TELECOM     | 0.78 | 0.53 | 0.58 | 0.59 | 0.54 |
| TOTAL              | 0.74 | 0.55 | 0.59 | 0.52 | 0.42 |
| UNIBAIL            | 0.73 | 0.58 | 0,5  | 0.61 | 0.68 |
| VALLOUREC          | 0.74 | 0.55 | 0.51 | 0.64 | 0.63 |
| VEOLIA             | 0.76 | 0.58 | 0.53 | 0.6  | 0.49 |
| VINCI              | 0.75 | 0.49 | 0.54 | 0.54 | 0.42 |
| VIVENDI            | 0.77 | 0.58 | 0.56 | 0.51 | 0.53 |

En gras, les valeurs significativement supérieures à 0.5

#### Annexe 19 : Tests BDS sur la période totale pour m=5

| Titre          | m=5      |
|----------------|----------|
| ACCOR          | 19.82998 |
| AIR France     | 20.22489 |
| ALCATEL        | 24.97842 |
| ALSTOM         | 20.90936 |
| ARCELOR        | 15.42622 |
| AXA            | 27.28787 |
| BNP PARIBAS    | 22.47165 |
| BOUYGUES       | 24.16860 |
| CAP GEMINI     | 20.30517 |
| CARREFOUR      | 23.96795 |
| CREDIT AGRICOL | 25.00162 |
| DANONE         | 18.17908 |
| EASD           | 23.99245 |
| ESR            | 16.88863 |
| France TELECOM | 38.53435 |
| LAFARGE        | 22.64410 |
| LAGARDERE      | 29.31605 |
| L'OREAL        | 21.61188 |
| LVMH           | 24.63327 |
| PERNOD_RICARD  | 20.31381 |
| PEUGEOT        | 21.31004 |
| PPR            | 25.78253 |
| RENAULT        | 18.49035 |

|                            |                 |
|----------------------------|-----------------|
| <b>SAINT GOBIN</b>         | <b>25.19153</b> |
| <b>SANOFI AVENTIS</b>      | <b>19.07815</b> |
| <b>SHNEIDER ELCTRONICS</b> | <b>22.94062</b> |
| <b>SOCIETE GENERALE</b>    | <b>26.29321</b> |
| <b>STMICRO</b>             | <b>26.50909</b> |
| <b>SUEZ</b>                | <b>24.74050</b> |
| <b>TOTAL</b>               | <b>23.64470</b> |
| <b>UNIBAIL</b>             | <b>18.06078</b> |
| <b>VALLOUREC</b>           | <b>19.84116</b> |
| <b>VEOLIA</b>              | <b>23.83553</b> |
| <b>VINCI</b>               | <b>18.39980</b> |
| <b>VIVENDI</b>             | <b>28.92651</b> |

En gras, les valeurs significativement différentes de zéro

#### Annexe 20 : Tests BDS sur les sous-périodes

| Titre                       | période1       | période2        | période3       | période4       |
|-----------------------------|----------------|-----------------|----------------|----------------|
| <b>ACCOR</b>                | <b>2.07799</b> | <b>4.09232</b>  | <b>1.78938</b> | <b>5.15345</b> |
| <b>AIR France</b>           | <b>3.41840</b> | <b>4.58694</b>  | <b>2.34452</b> | <b>3.97681</b> |
| <b>ALCATEL</b>              | <b>3.80567</b> | <b>3.04192</b>  | <b>0.63135</b> | <b>6.08373</b> |
| <b>ALSTOM</b>               | <b>5.58303</b> | <b>5.94948</b>  | <b>5.02500</b> | <b>7.06616</b> |
| <b>ARCELOR</b>              | <b>3.78521</b> | <b>3.29504</b>  | <b>2.45979</b> | <b>*****</b>   |
| <b>AXA</b>                  | <b>3.20073</b> | <b>5.28446</b>  | <b>0.88642</b> | <b>8.84941</b> |
| <b>BNP PARIBAS</b>          | <b>2.97679</b> | <b>4.55897</b>  | <b>0.16777</b> | <b>7.55663</b> |
| <b>BOUYGUES</b>             | <b>2.82955</b> | <b>3.40220</b>  | <b>2.95984</b> | <b>3.10490</b> |
| <b>CAP GEMINI</b>           | <b>2.09019</b> | <b>1.60507</b>  | <b>1.38272</b> | <b>3.77621</b> |
| <b>CARREFOUR</b>            | <b>4.62995</b> | <b>4.87053</b>  | <b>1.45563</b> | <b>7.60764</b> |
| <b>CREDIT AGRICOL</b>       | <b>5.79810</b> | <b>3.88719</b>  | <b>4.55447</b> | <b>*****</b>   |
| <b>DANONE</b>               | <b>3.02827</b> | <b>2.09602</b>  | <b>3.19521</b> | <b>6.94040</b> |
| <b>EADS</b>                 | <b>5.54990</b> | <b>6.11325</b>  | <b>5.64937</b> | <b>3.48273</b> |
| <b>ESR</b>                  | <b>5.51886</b> | <b>7.65568</b>  | <b>5.51454</b> | <b>6.24287</b> |
| <b>France TELECOM</b>       | <b>1.94198</b> | <b>11.50666</b> | <b>0.02689</b> | <b>5.38725</b> |
| <b>LAFARGE</b>              | <b>3.07886</b> | <b>4.73019</b>  | <b>3.02948</b> | <b>7.14084</b> |
| <b>LAGARDERE</b>            | <b>5.35018</b> | <b>2.68222</b>  | <b>3.02141</b> | <b>7.92462</b> |
| <b>L'OREAL</b>              | <b>2.95600</b> | <b>4.62009</b>  | <b>2.65476</b> | <b>5.19300</b> |
| <b>LVMH</b>                 | <b>4.80309</b> | <b>3.55372</b>  | <b>3.87794</b> | <b>4.71205</b> |
| <b>PERNOD_RICARD</b>        | <b>7.21352</b> | <b>4.08078</b>  | <b>4.08078</b> | <b>8.94283</b> |
| <b>PEUGEOT</b>              | <b>2.68678</b> | <b>3.82188</b>  | <b>3.27346</b> | <b>7.78178</b> |
| <b>PPR</b>                  | <b>1.72675</b> | <b>5.17743</b>  | <b>2.03818</b> | <b>8.98457</b> |
| <b>RENAULT</b>              | <b>2.36655</b> | <b>4.01588</b>  | <b>1.49804</b> | <b>4.19169</b> |
| <b>SAINT GOBIN</b>          | <b>3.78801</b> | <b>4.74582</b>  | <b>4.94394</b> | <b>4.43924</b> |
| <b>SANOFI AVENTIS</b>       | <b>3.16984</b> | <b>6.88242</b>  | <b>1.25371</b> | <b>5.83919</b> |
| <b>SHNEIDER ELECTRONICS</b> | <b>2.84693</b> | <b>8.21752</b>  | <b>4.12258</b> | <b>5.61312</b> |

|                         |                |                |                |                |
|-------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| <b>SOCIETE GENERALE</b> | <b>1.86239</b> | <b>5.23580</b> | <b>1.96425</b> | <b>7.03307</b> |
| <b>STMICRO</b>          | <b>2.28733</b> | <b>4.44531</b> | <b>0.32756</b> | <b>5.69938</b> |
| <b>SUEZ</b>             | <b>5.28375</b> | <b>9.92420</b> | <b>2.63701</b> | <b>*****</b>   |
| <b>TOTAL</b>            | <b>4.12071</b> | <b>6.20994</b> | <b>1.26757</b> | <b>9.66337</b> |
| <b>UNIBAIL</b>          | <b>4.92463</b> | <b>1.70600</b> | <b>3.08748</b> | <b>3.46808</b> |
| <b>VALLOUREC</b>        | <b>3.97798</b> | <b>6.02493</b> | <b>7.28325</b> | <b>6.42105</b> |
| <b>VEOLIA</b>           | <b>6.66759</b> | <b>9.49349</b> | <b>1.20894</b> | <b>5.35384</b> |
| <b>VINCI</b>            | <b>3.63431</b> | <b>3.61136</b> | <b>4.37660</b> | <b>7.15252</b> |
| <b>VIVENDI</b>          | <b>3.49748</b> | <b>8.43448</b> | <b>1.58855</b> | <b>7.91546</b> |

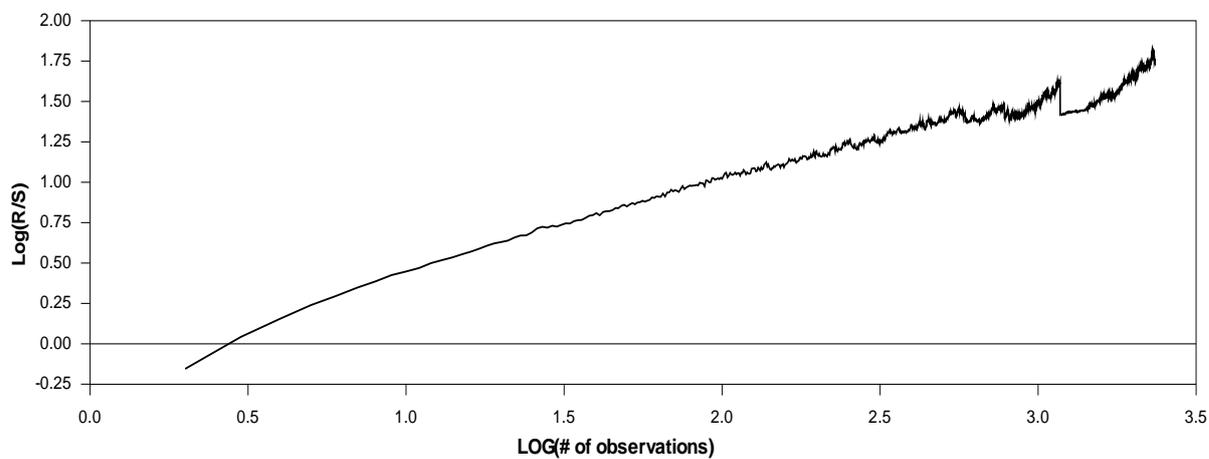
Pour une dimension  $m=2$ , la période totale est divisée en quatre sous-périodes

\*\*\*\*\* nombre d'observations trop petit pour le test BDS

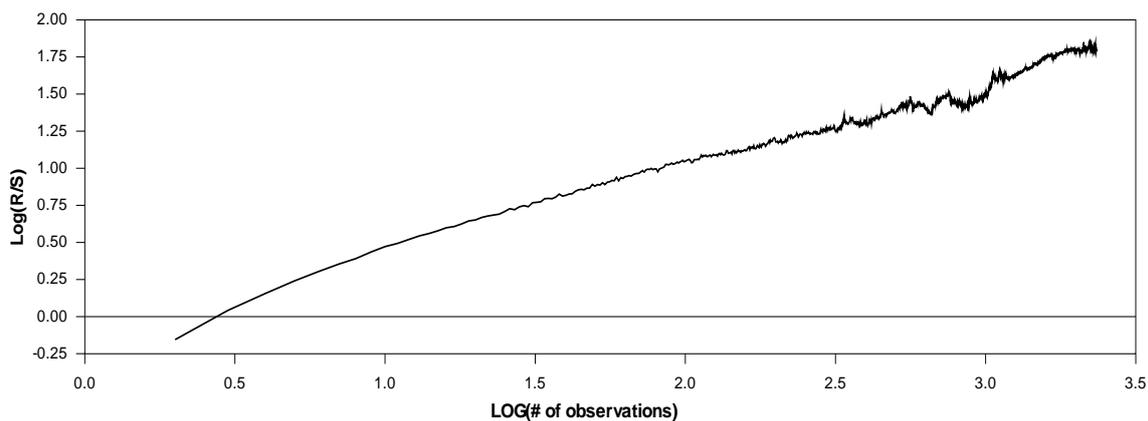
Toutes les valeurs sont significativement différentes de zéro

## Annexe 21 : Analyse graphique des exposants de Hurst pour les principales actions du CAC40

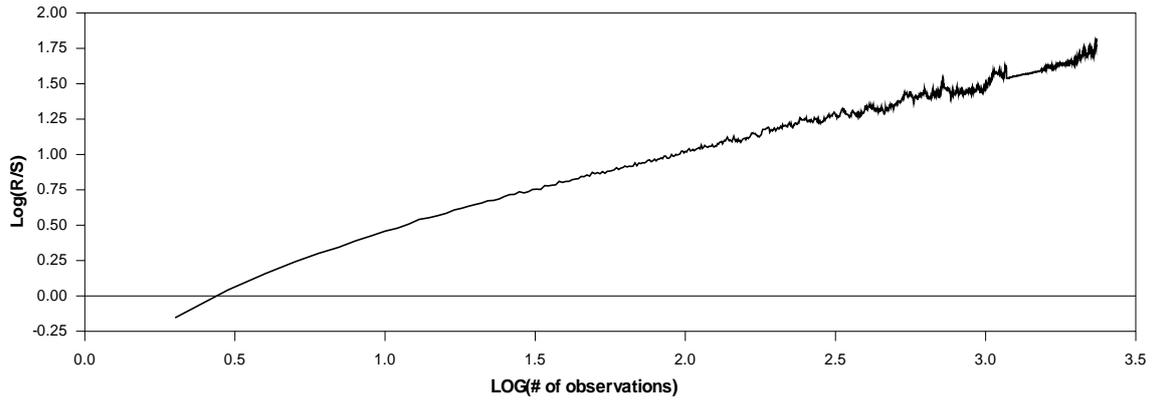
Accor



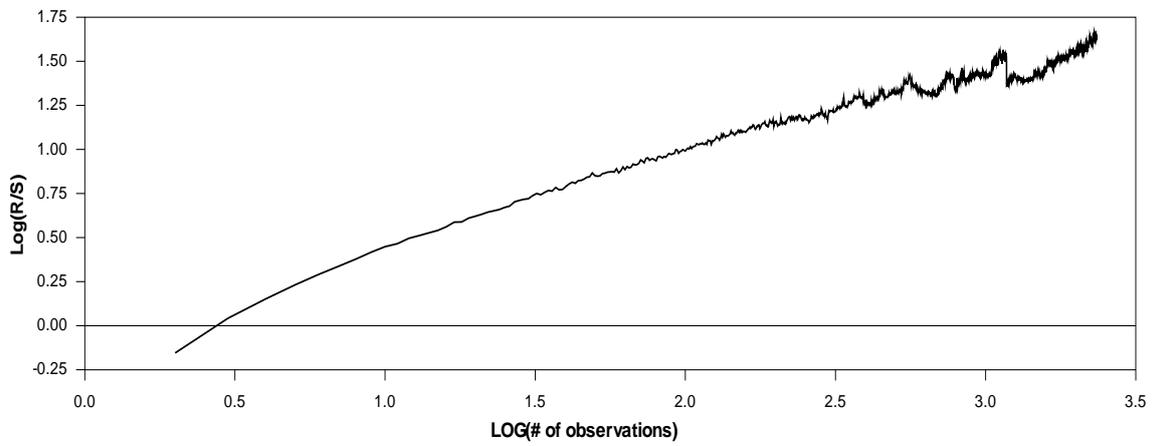
AXA



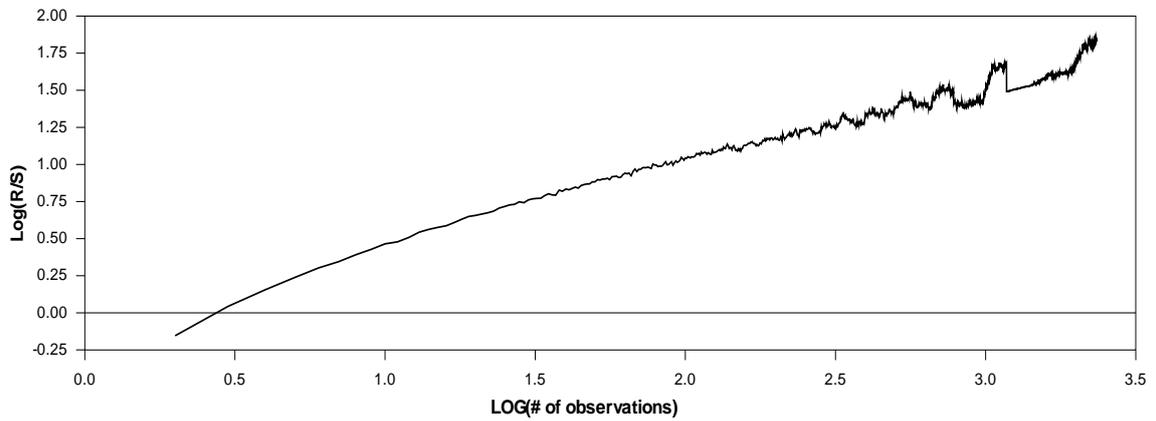
BNP PARIBAS



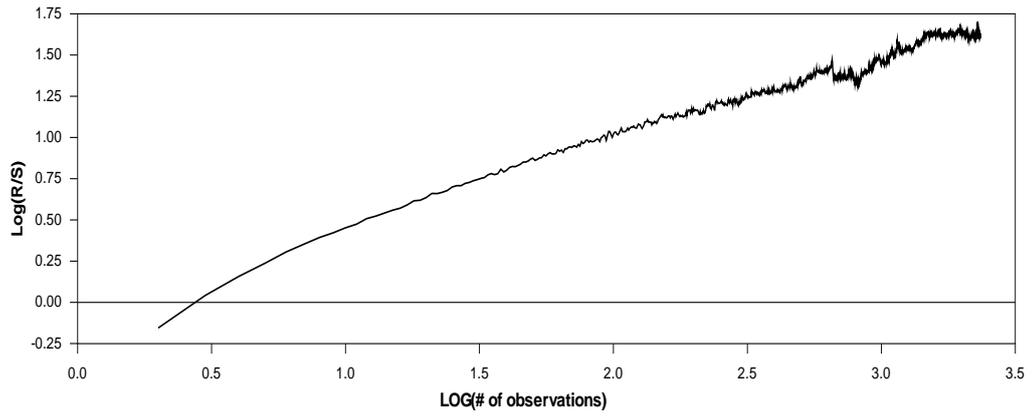
L'OREAL



Société Générale



Total



## ANNEXES du chapitre 4

### Annexe 22 : La théorie des bulles spéculatives :

Il peut exister des écarts durables entre le cours boursier et sa valeur fondamentale ; cet écart est appelé « bulle spéculative » car il tend à augmenter.

Pour le taux de change, le prix de la devise est donné par la spécification suivante :

$$S = S^* + B$$

Avec

$S$  = le cours de change au comptant

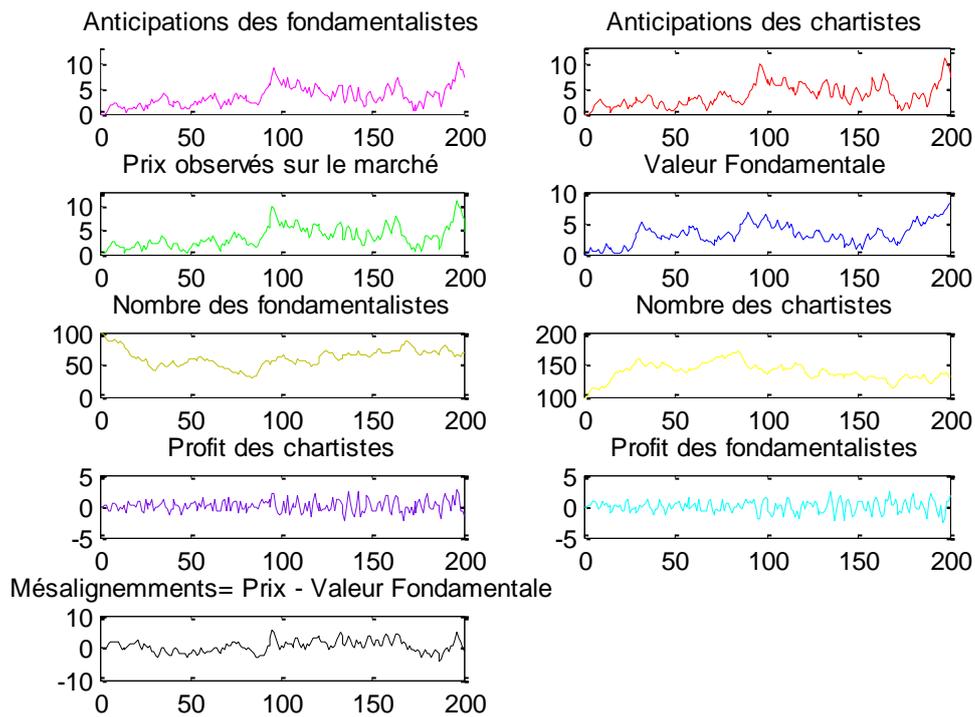
$B$  = La bulle spéculative

Blachard et Watson (1994) montrent que l'existence de bulles spéculatives peut être compatible avec l'efficacité des marchés et les anticipations rationnelles ; en effet, la théorie des bulles rationnelles prédit que :

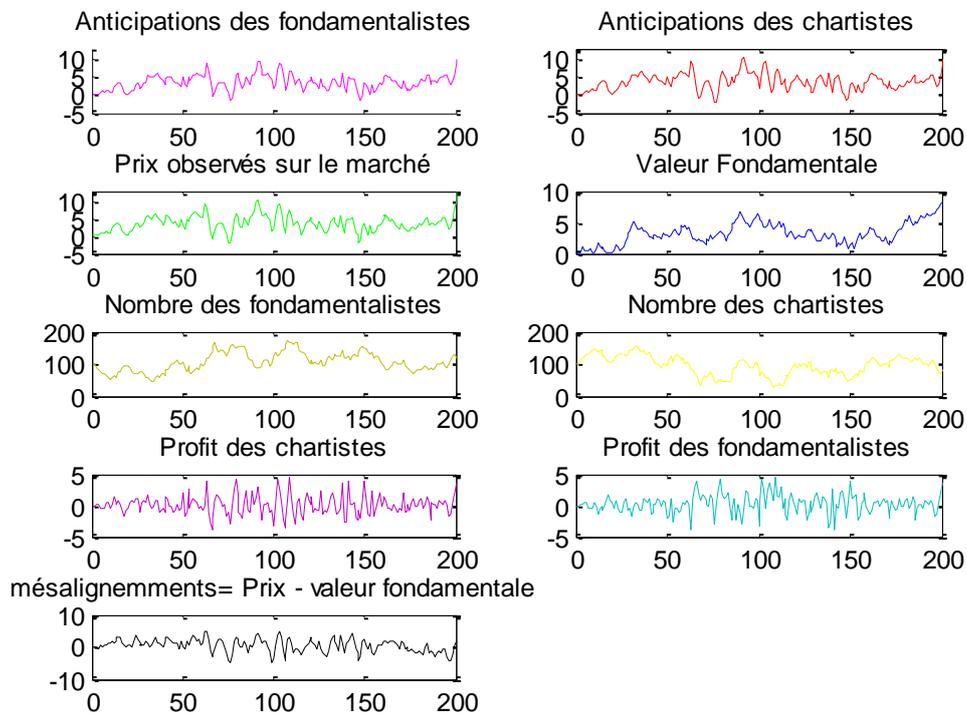
- A court terme, le marché des changes peut connaître une multiplicité de solutions d'équilibre.
- La divergence entre le prix et sa valeur fondamentale peut être croissante.
- Le taux de change dépend de sa propre valeur anticipée : les anticipations deviennent auto-réalisatrices.
- Les opérateurs savent que le cours ne correspond pas au fondamental mais ils ont rationnellement intérêt à acheter la devise aussi longtemps que le risque de perte imputable à la surévaluation est plus que compensé par le gain en capital susceptible d'être réalisé.
- Cela justifie le caractère auto-réalisateur de la hausse : en effet, plus la devise est surévaluée, plus forte est la probabilité de voir la bulle éclater et plus doit être forte l'augmentation du change pour compenser le risque croissant.
- La bulle finit par s'éclater lorsque le calcul rationnel atteint ses limites.

Cette théorie prédit qu'il est rationnel de continuer de spéculer à la hausse une devise que l'on sait surévaluée. Néanmoins, d'une part les bulles peuvent provenir d'une mauvaise identification des fondamentaux et d'autre part, les agents font des erreurs systématiques en éliminant les fondamentaux dans la détermination du cours ce qui est incompatible avec l'hypothèse d'efficacité des marchés.

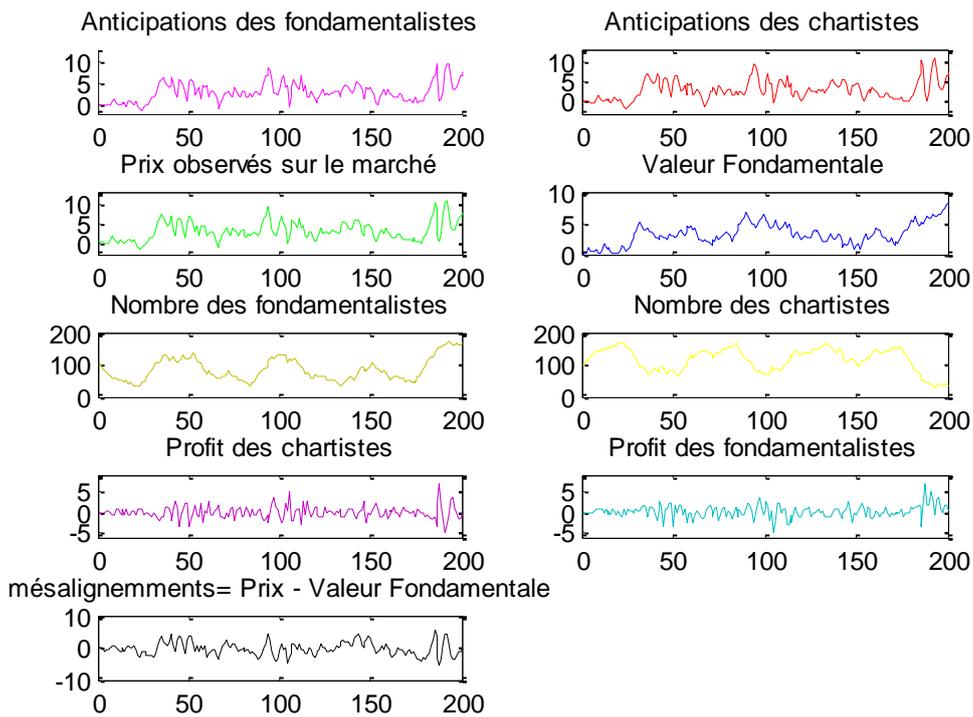
### Annexe 23 : Régime à dominance chartiste



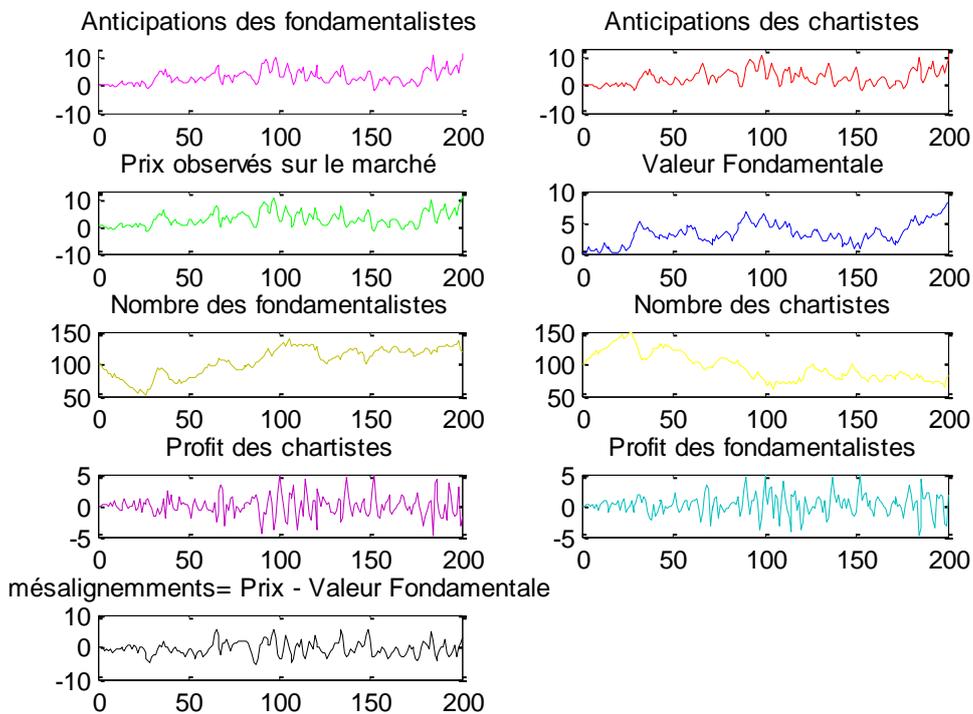
**Annexe 24 : Régime à dominance fundamentaliste**



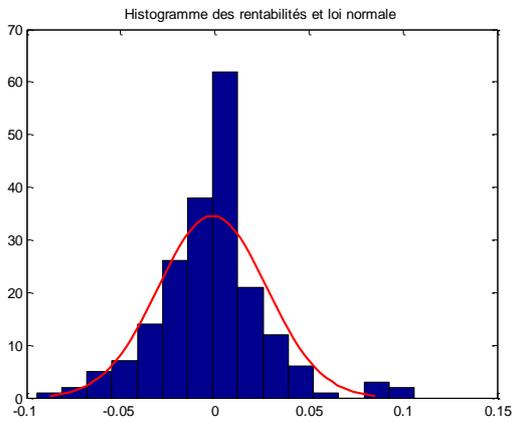
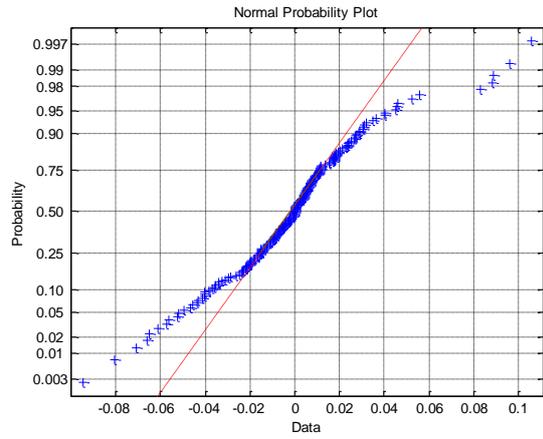
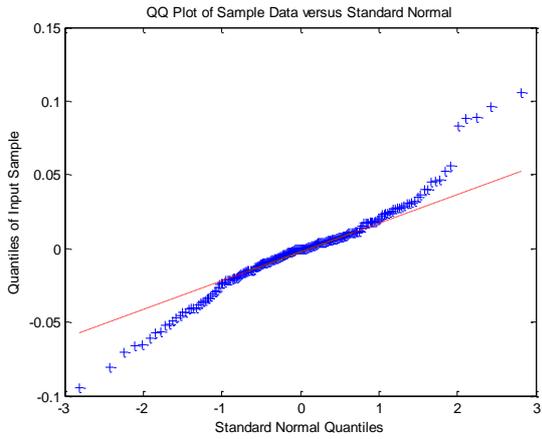
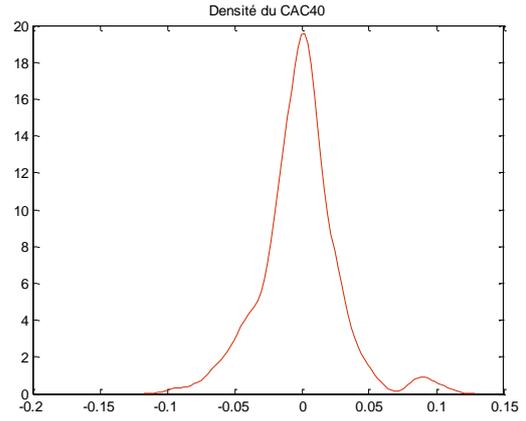
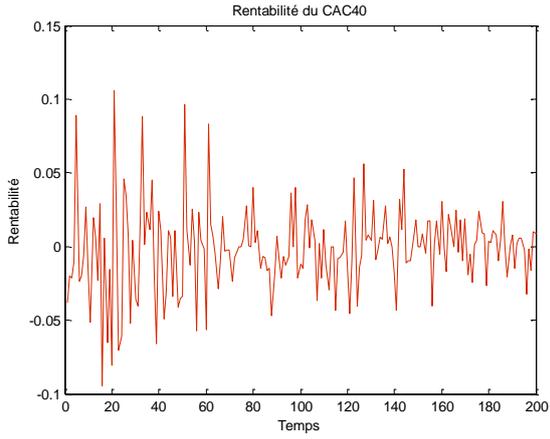
**Annexe 25 : Régime « équilibré » (alternance de la dominance)**



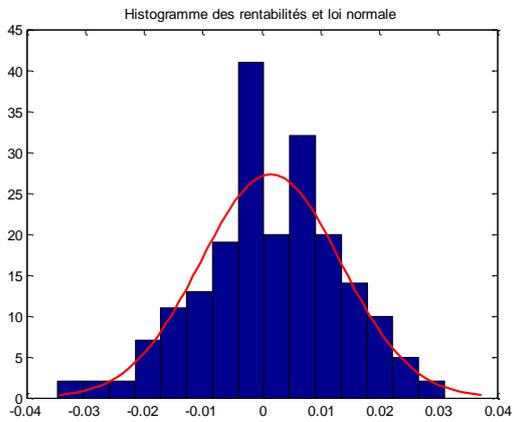
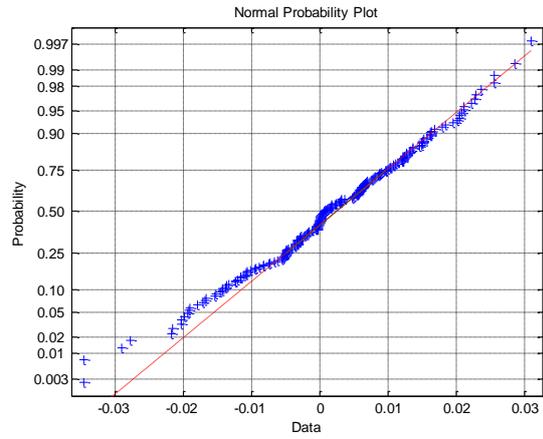
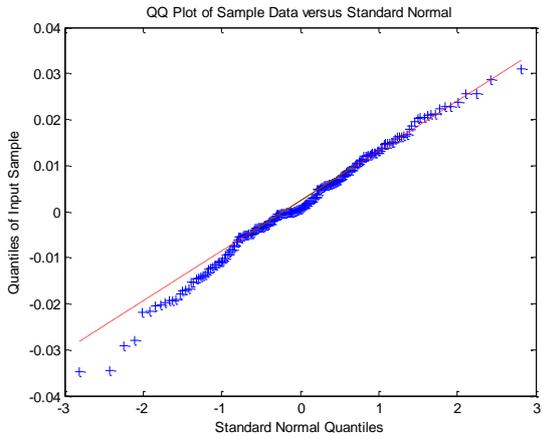
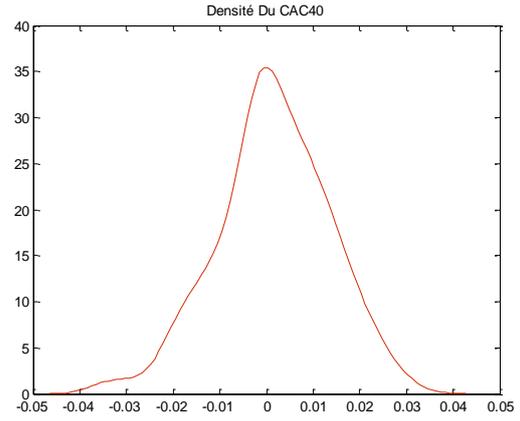
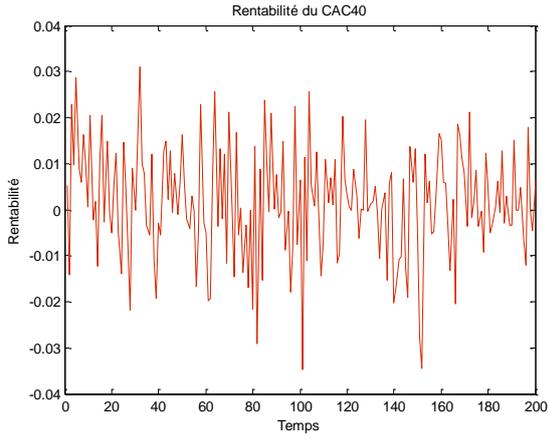
**Annexe 26 : régime avec dominance chartiste suivie d'une dominance fundamentaliste**



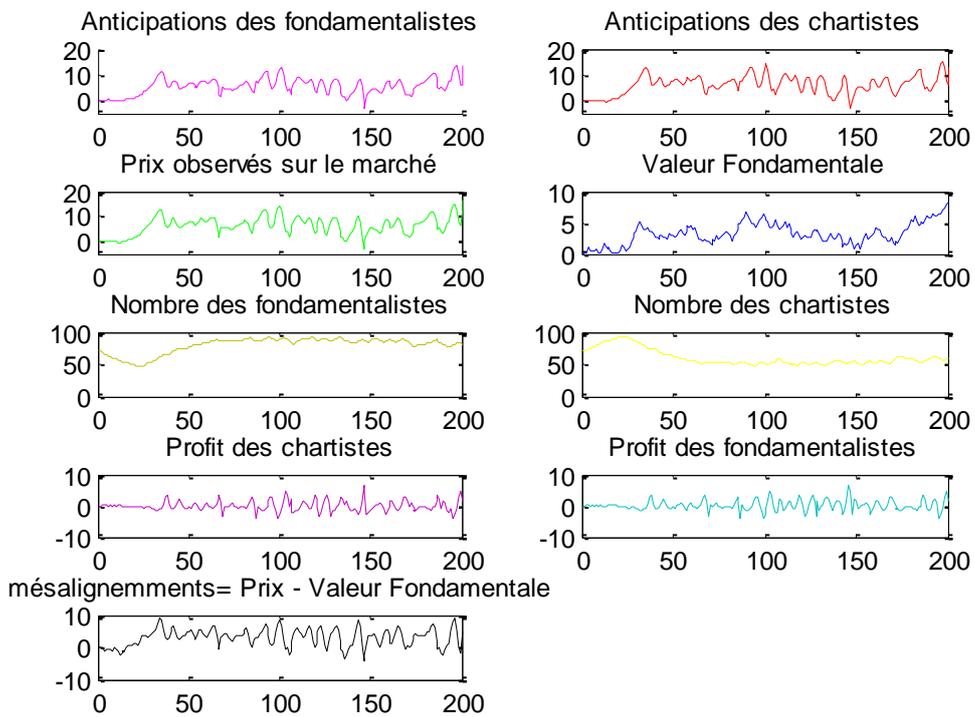
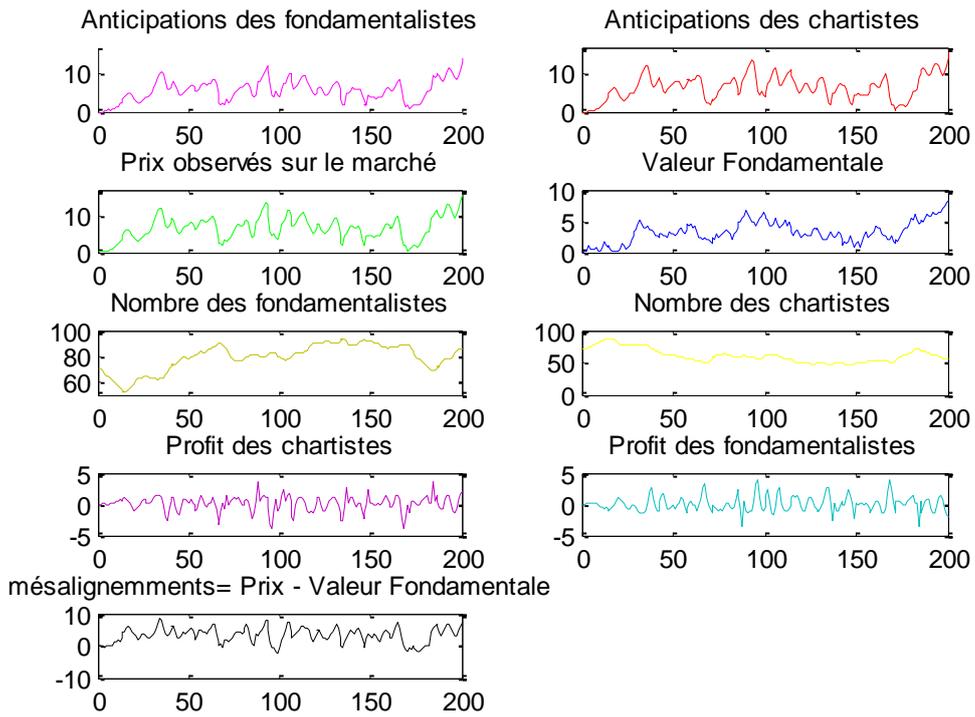
**Annexe 27 : Propriétés statistiques du CAC40 (Période 1)**

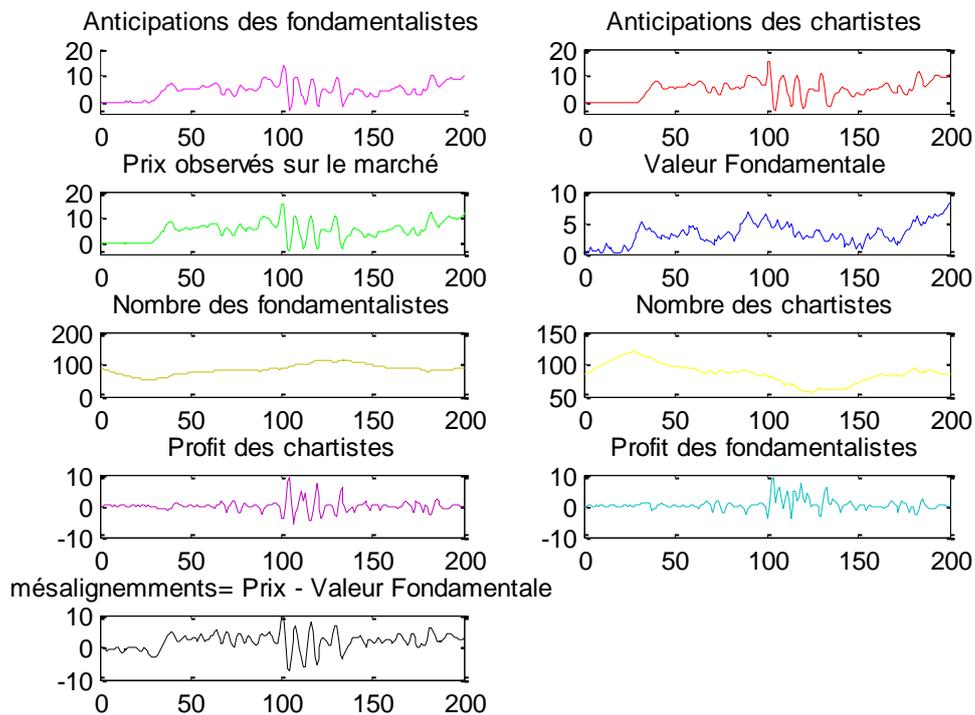
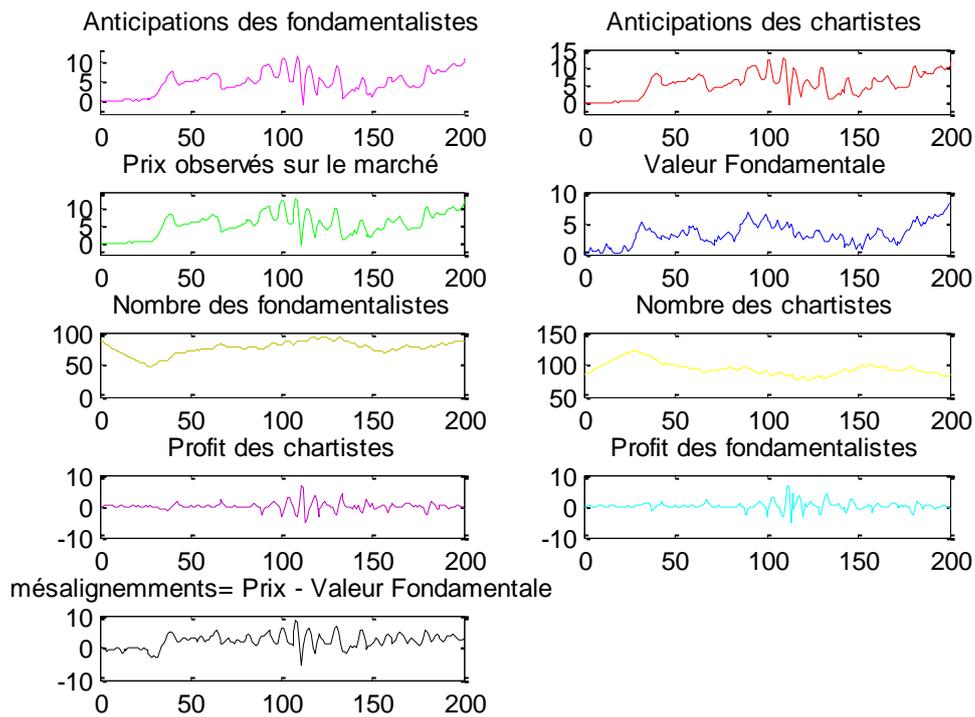


**Annexe 28 : Propriétés statistiques du CAC40 (Période 2)**



**Annexe 29 : Simulations du modèle**

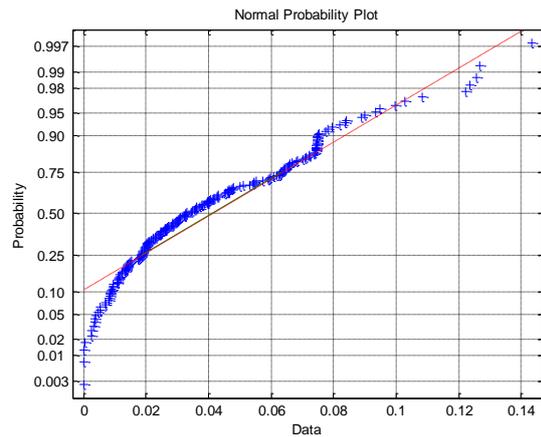
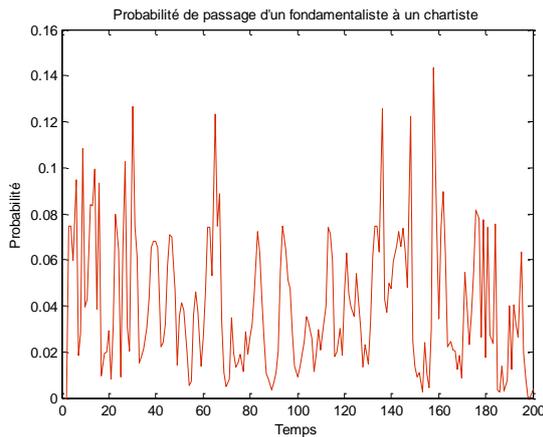




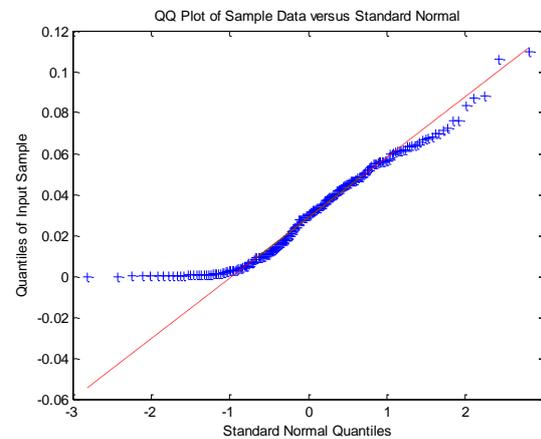
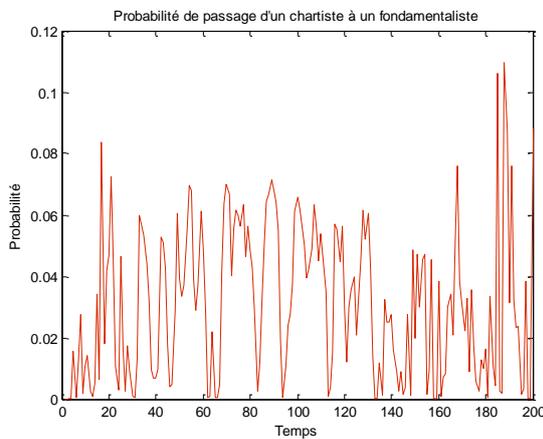
**Annexe 30 : Propriétés statistiques des probabilités de passage d'un régime à un autre**  
 Nous retenons les paramètres suivants :

$$\left\{ \begin{array}{l} c = 1 \\ \theta = -0.1 \\ \beta = 1.9 \\ \gamma_1 = \gamma_2 = 0.15 \\ z = 0.15 \end{array} \right.$$

Intéressons nous à présent aux probabilités de passage d'un régime à un autre ; commençons par la probabilité de passage du régime fondamentaliste au régime chartiste. Nous constatons que la distribution ne suit pas une loi normale.



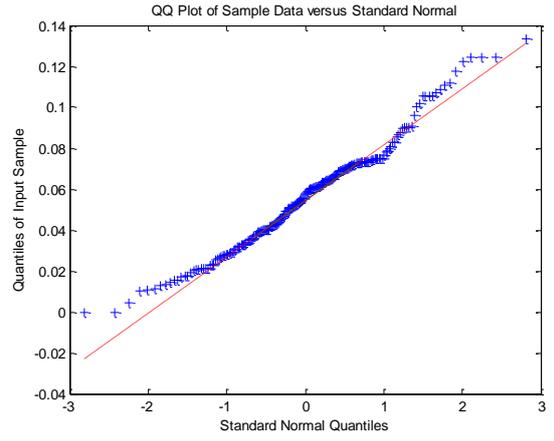
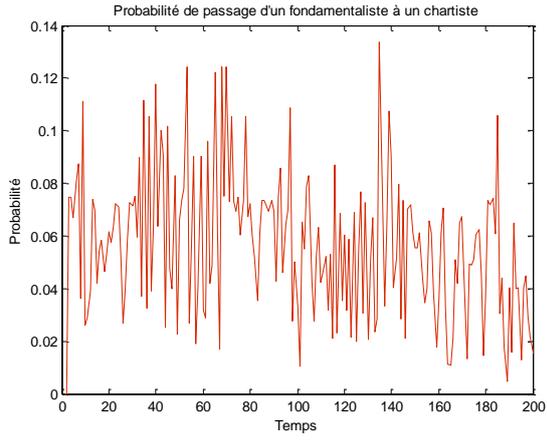
Cette conclusion relative à la non normalité de la série de probabilité est vérifiée aussi pour la probabilité de passage d'un chartiste à un fondamentaliste comme le montre les graphiques qui suivent :



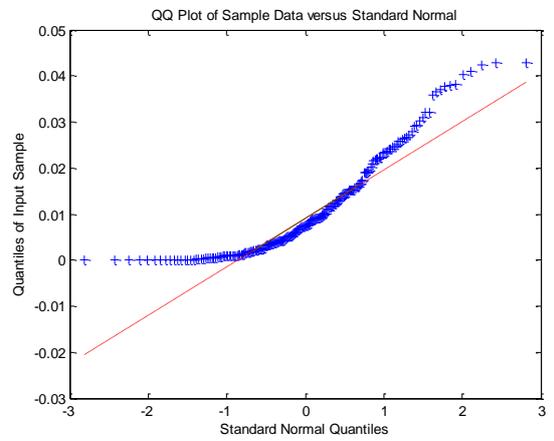
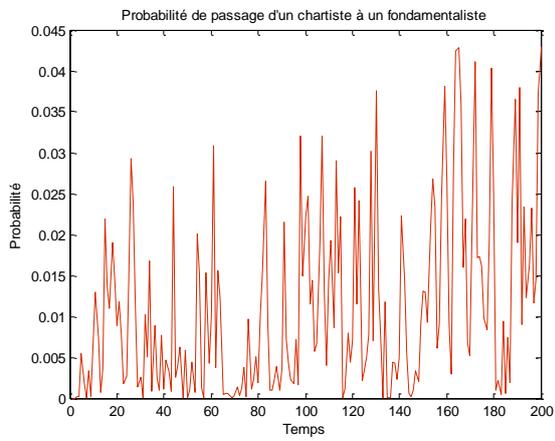
Nous passons à une seconde simulation en retenant les paramètres suivants :

$$\left\{ \begin{array}{l} c = 1.5 \\ \theta = -0.2 \\ \beta = 0.9 \\ \gamma_1 = 0.15 \\ \gamma_2 = 0.1 \\ z = 0.1 \end{array} \right.$$

Nous remarquons que les propriétés statistiques de la simulation précédente sont vérifiées.



Kurtosis= 2.9663, Skewness= 0.3771



Skewness= 1.1259, Kurtosis= 3.4883

## ANNEXES du chapitre 5

### ANNEXES 31 : Statistiques Descriptives

| Statistiques Descriptives  | AXA          | BNP          | CA           | CAC 40       | DANONE      |
|----------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------|
| moyenne                    | -6.15875e-02 | -4.98219e-02 | -1.12078e-01 | -2.74852e-02 | 8.50720e-03 |
| std.dev                    | 3.12861e+00  | 3.00242e+00  | 3.17526e+00  | 1.65432e+00  | 1.59376e+00 |
| JARQUE-BERA TEST           | 2749.9712    | 3349.7806    | 1948.1511    | 2271.4637    | 691.1706    |
| p-Value(Chi <sup>2</sup> ) | 0.0000       | 0.0000       | 0.0000       | 0.0000       | 0.0000      |
| skewness                   | 0.3428       | 0.3030       | 0.2854       | 0.1032       | -0.1889     |
| kurtosis                   | 9.4661       | 10.1006      | 8.4430       | 8.9079       | 6.2379      |
| ARCH-LM TEST 2 lags        |              |              |              |              |             |
| test statistic             | 74.7131      | 109.8784     | 38.1781      | 118.7688     | 106.5663    |
| p-Value(Chi <sup>2</sup> ) | 0.0000       | 0.0000       | 0.0000       | 0.0000       | 0.0000      |
| F statistic                | 39.2369      | 59.0426      | 19.5682      | 64.2850      | 57.1926     |
| p-Value(F)                 | 0.0000       | 0.0000       | 0.0000       | 0.0000       | 0.0000      |
| L&B:Q(20)                  | 60.3930      | 40.4090      | 33.3312      | 29.2982      | 20.4373     |
| p-val                      | 0.0000       | 0.0044       | 0.0310       | 0.0821       | 0.4309      |

| Statistiques Descriptives  | L'OREAL     | LVMH        | SANOFI       | STE GLE      | TOTAL        |
|----------------------------|-------------|-------------|--------------|--------------|--------------|
| moyenne                    | 1.52024e-02 | 2.27210e-02 | -1.88467e-02 | -1.10407e-01 | -1.98088e-02 |
| std.dev                    | 1.64056e+00 | 2.02941e+00 | 1.71614e+00  | 3.27125e+00  | 1.79692e+00  |
| JARQUE-BERA TEST           | 2590.7281   | 1836.0295   | 2809.3829    | 1729.8051    | 3662.0237    |
| p-Value(Chi <sup>2</sup> ) | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000       | 0.0000       | 0.0000       |
| skewness                   | 0.3097      | 0.1327      | 0.0123       | -0.0851      | 0.3179       |
| kurtosis                   | 9.2808      | 8.3064      | 9.5742       | 8.1543       | 10.4765      |
| ARCH-LM TEST 2 lags        |             |             |              |              |              |
| test statistic             | 68.2196     | 75.2568     | 175.2878     | 110.1705     | 227.8719     |
| p-Value(Chi <sup>2</sup> ) | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000       | 0.0000       | 0.0000       |
| F statistic                | 35.6707     | 39.5369     | 98.7546      | 59.2740      | 133.4403     |
| p-Value(F)                 | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000       | 0.0000       | 0.0000       |
| L&B:Q(20)                  | 47.6188     | 30.4597     | 27.6755      | 31.8360      | 49.2831      |
| p-val                      | 0.0005      | 0.0627      | 0.1173       | 0.0451       | 0.0003       |

## Annexe 32 : Test de linéarité

### AXA

| <b>d=1</b>   |        |                 |       |               | <b>d=2</b>   |        |           |                 |           |               |        |           |
|--------------|--------|-----------------|-------|---------------|--------------|--------|-----------|-----------------|-----------|---------------|--------|-----------|
|              |        | <b>Khi Deux</b> |       | <b>Fisher</b> |              |        |           | <b>Khi Deux</b> |           | <b>Fisher</b> |        |           |
| <b>Test</b>  | Tstat  | P value         | Tstat | P value       | <b>Test</b>  | Tstat  | P value   | Tstat           | P value   | <b>Test</b>   | Tstat  | P value   |
| <b>LM.1</b>  | 44.526 | 1.811e-08       | 9.103 | 1.521e-08     | <b>LM.1</b>  | 11.267 | 4.634e-02 | 2.254           | 4.684e-02 | <b>LM.1</b>   | 11.267 | 4.634e-02 |
| <b>LM.2</b>  | 52.487 | 9.271e-08       | 5.376 | 7.511e-08     | <b>LM.2</b>  | 20.854 | 2.214e-02 | 2.092           | 2.229e-02 | <b>LM.2</b>   | 20.854 | 2.214e-02 |
| <b>LM.3</b>  | 57.900 | 5.770e-07       | 3.955 | 4.643e-07     | <b>LM.3</b>  | 40.182 | 4.256e-04 | 2.713           | 4.043e-04 | <b>LM.3</b>   | 40.182 | 4.256e-04 |
| <b>LM.3e</b> | 44.683 | 5.411e-08       | 7.608 | 4.585e-08     | <b>LM.3e</b> | 12.622 | 4.945e-02 | 2.105           | 4.999e-02 | <b>LM.3e</b>  | 12.622 | 4.945e-02 |
| <b>LM.4</b>  | 63.191 | 2.259e-06       | 3.238 | 1.808e-06     | <b>LM.4</b>  | 64.249 | 1.536e-06 | 3.295           | 1.213e-06 | <b>LM.4</b>   | 64.249 | 1.536e-06 |
| <b>LM.S2</b> | 8.195  | 1.458e-01       | 1.631 | 1.487e-01     | <b>LM.S2</b> | 9.657  | 8.556e-02 | 1.923           | 8.750e-02 | <b>LM.S2</b>  | 9.657  | 8.556e-02 |
| <b>LM.S3</b> | 5.602  | 3.469e-01       | 1.109 | 3.534e-01     | <b>LM.S3</b> | 19.590 | 1.491e-03 | 3.914           | 1.572e-03 | <b>LM.S3</b>  | 19.590 | 1.491e-03 |
| <b>LM.S4</b> | 5.495  | 3.585e-01       | 1.085 | 3.670e-01     | <b>LM.S4</b> | 24.704 | 1.589e-04 | 4.937           | 1.732e-04 | <b>LM.S4</b>  | 24.704 | 1.589e-04 |
| <b>LM.H1</b> | 44.526 | 1.811e-08       | 9.103 | 1.521e-08     | <b>LM.H1</b> | 11.267 | 4.634e-02 | 2.254           | 4.684e-02 | <b>LM.H1</b>  | 11.267 | 4.634e-02 |
| <b>LM.H2</b> | 8.195  | 1.458e-01       | 1.631 | 1.487e-01     | <b>LM.H2</b> | 9.657  | 8.556e-02 | 1.923           | 8.750e-02 | <b>LM.H2</b>  | 9.657  | 8.556e-02 |
| <b>LM.H3</b> | 5.602  | 3.469e-01       | 1.109 | 3.534e-01     | <b>LM.H3</b> | 19.590 | 1.491e-03 | 3.914           | 1.572e-03 | <b>LM.H3</b>  | 19.590 | 1.491e-03 |
| <b>LM.H4</b> | 5.495  | 3.585e-01       | 1.085 | 3.670e-01     | <b>LM.H4</b> | 24.704 | 1.589e-04 | 4.937           | 1.732e-04 | <b>LM.H4</b>  | 24.704 | 1.589e-04 |
| <b>LM.HE</b> | 14.066 | 1.700e-01       | 1.396 | 1.762e-01     | <b>LM.HE</b> | 35.545 | 1.007e-04 | 3.577           | 1.046e-04 | <b>LM.HE</b>  | 35.545 | 1.007e-04 |
| <b>LM.HL</b> | 41.836 | 8.021e-06       | 4.227 | 8.111e-06     | <b>LM.HL</b> | 42.509 | 6.086e-06 | 4.297           | 6.131e-06 | <b>LM.HL</b>  | 42.509 | 6.086e-06 |

| <b>d=3</b>   |       |                 |       |               | <b>d=4</b>   |        |           |                 |           |               |        |           |
|--------------|-------|-----------------|-------|---------------|--------------|--------|-----------|-----------------|-----------|---------------|--------|-----------|
|              |       | <b>Khi Deux</b> |       | <b>Fisher</b> |              |        |           | <b>Khi Deux</b> |           | <b>Fisher</b> |        |           |
| <b>Test</b>  | Tstat | P value         | Tstat | P value       | <b>Test</b>  | Tstat  | P value   | Tstat           | P value   | <b>Test</b>   | Tstat  | P value   |
| <b>LM.1</b>  | 15.98 | 6.899e-03       | 3.206 | 6.944e-03     | <b>LM.1</b>  | 23.186 | 3.110e-04 | 4.6740          | 3.067e-04 | <b>LM.1</b>   | 23.186 | 3.110e-04 |
| <b>LM.2</b>  | 27.71 | 2.009e-03       | 2.792 | 1.984e-03     | <b>LM.2</b>  | 38.880 | 2.664e-05 | 3.9466          | 2.468e-05 | <b>LM.2</b>   | 38.880 | 2.664e-05 |
| <b>LM.3</b>  | 49.91 | 1.245e-05       | 3.391 | 1.094e-05     | <b>LM.3</b>  | 79.620 | 8.197e-11 | 5.5184          | 4.653e-11 | <b>LM.3</b>   | 79.620 | 8.197e-11 |
| <b>LM.3e</b> | 16.82 | 9.975e-03       | 2.812 | 1.004e-02     | <b>LM.3e</b> | 24.603 | 4.043e-04 | 4.1342          | 3.980e-04 | <b>LM.3e</b>  | 24.603 | 4.043e-04 |
| <b>LM.4</b>  | 71.33 | 1.105e-07       | 3.675 | 7.900e-08     | <b>LM.4</b>  | 82.815 | 1.300e-09 | 4.3002          | 7.620e-10 | <b>LM.4</b>   | 82.815 | 1.300e-09 |
| <b>LM.S2</b> | 11.85 | 3.689e-02       | 2.364 | 3.785e-02     | <b>LM.S2</b> | 15.931 | 7.043e-03 | 3.1861          | 7.242e-03 | <b>LM.S2</b>  | 15.931 | 7.043e-03 |
| <b>LM.S3</b> | 22.60 | 4.018e-04       | 4.525 | 4.235e-04     | <b>LM.S3</b> | 41.782 | 6.520e-08 | 8.4709          | 6.399e-08 | <b>LM.S3</b>  | 41.782 | 6.520e-08 |
| <b>LM.S4</b> | 22.12 | 4.962e-04       | 4.413 | 5.397e-04     | <b>LM.S4</b> | 3.368  | 6.435e-01 | 0.6637          | 6.511e-01 | <b>LM.S4</b>  | 3.368  | 6.435e-01 |
| <b>LM.H1</b> | 15.98 | 6.899e-03       | 3.206 | 6.944e-03     | <b>LM.H1</b> | 23.186 | 3.110e-04 | 4.6740          | 3.067e-04 | <b>LM.H1</b>  | 23.186 | 3.110e-04 |
| <b>LM.H2</b> | 11.85 | 3.689e-02       | 2.364 | 3.785e-02     | <b>LM.H2</b> | 15.931 | 7.043e-03 | 3.1861          | 7.242e-03 | <b>LM.H2</b>  | 15.931 | 7.043e-03 |
| <b>LM.H3</b> | 22.60 | 4.018e-04       | 4.525 | 4.235e-04     | <b>LM.H3</b> | 41.782 | 6.520e-08 | 8.4709          | 6.399e-08 | <b>LM.H3</b>  | 41.782 | 6.520e-08 |
| <b>LM.H4</b> | 22.12 | 4.962e-04       | 4.413 | 5.397e-04     | <b>LM.H4</b> | 3.368  | 6.435e-01 | 0.6637          | 6.511e-01 | <b>LM.H4</b>  | 3.368  | 6.435e-01 |
| <b>LM.HE</b> | 33.95 | 1.881e-04       | 3.413 | 1.963e-04     | <b>LM.HE</b> | 24.699 | 5.946e-03 | 2.4678          | 6.277e-03 | <b>LM.HE</b>  | 24.699 | 5.946e-03 |
| <b>LM.HL</b> | 51.30 | 1.534e-07       | 5.217 | 1.454e-07     | <b>LM.HL</b> | 57.123 | 1.264e-08 | 5.8307          | 1.134e-08 | <b>LM.HL</b>  | 57.123 | 1.264e-08 |

| <b>d=5</b>   |        |                 |       |               |              |
|--------------|--------|-----------------|-------|---------------|--------------|
|              |        | <b>Khi Deux</b> |       | <b>Fisher</b> |              |
| <b>Test</b>  | Tstat  | P value         | Tstat | P value       | <b>Test</b>  |
| <b>LM.1</b>  | 21.231 | 7.325e-04       | 4.274 | 7.276e-04     | <b>LM.1</b>  |
| <b>LM.2</b>  | 51.658 | 1.320e-07       | 5.288 | 1.080e-07     | <b>LM.2</b>  |
| <b>LM.3</b>  | 65.763 | 2.510e-08       | 4.516 | 1.814e-08     | <b>LM.3</b>  |
| <b>LM.3e</b> | 21.925 | 1.250e-03       | 3.678 | 1.242e-03     | <b>LM.3e</b> |
| <b>LM.4</b>  | 75.243 | 2.481e-08       | 3.887 | 1.667e-08     | <b>LM.4</b>  |
| <b>LM.S2</b> | 30.847 | 1.004e-05       | 6.229 | 9.951e-06     | <b>LM.S2</b> |
| <b>LM.S3</b> | 14.589 | 1.227e-02       | 2.906 | 1.286e-02     | <b>LM.S3</b> |
| <b>LM.S4</b> | 9.898  | 7.818e-02       | 1.959 | 8.192e-02     | <b>LM.S4</b> |
| <b>LM.H1</b> | 21.231 | 7.325e-04       | 4.274 | 7.276e-04     | <b>LM.H1</b> |
| <b>LM.H2</b> | 30.847 | 1.004e-05       | 6.229 | 9.951e-06     | <b>LM.H2</b> |
| <b>LM.H3</b> | 14.589 | 1.227e-02       | 2.906 | 1.286e-02     | <b>LM.H3</b> |
| <b>LM.H4</b> | 9.898  | 7.818e-02       | 1.959 | 8.192e-02     | <b>LM.H4</b> |
| <b>LM.HE</b> | 27.037 | 2.569e-03       | 2.706 | 2.712e-03     | <b>LM.HE</b> |
| <b>LM.HL</b> | 31.095 | 5.659e-04       | 3.120 | 5.944e-04     | <b>LM.HL</b> |

## BNP PARIBAS

| d=1   |        | Khi Deux  |       | Fisher    |       | d=2    |           | Khi Deux |           | Fisher |         |
|-------|--------|-----------|-------|-----------|-------|--------|-----------|----------|-----------|--------|---------|
| Test  | Tstat  | P value   | Tstat | P value   | Test  | Tstat  | P value   | Tstat    | P value   | Test   | P value |
| LM.1  | 8.005  | 4.590e-02 | 2.670 | 4.617e-02 | LM.1  | 5.940  | 1.146e-01 | 1.9785   | 1.153e-01 |        |         |
| LM.2  | 27.572 | 1.131e-04 | 4.648 | 1.081e-04 | LM.2  | 31.648 | 1.906e-05 | 5.3494   | 1.775e-05 |        |         |
| LM.3  | 35.583 | 4.701e-05 | 4.012 | 4.345e-05 | LM.3  | 36.753 | 2.913e-05 | 4.1474   | 2.669e-05 |        |         |
| LM.3e | 9.566  | 4.841e-02 | 2.394 | 4.868e-02 | LM.3e | 14.036 | 7.181e-03 | 3.5227   | 7.180e-03 |        |         |
| LM.4  | 40.361 | 6.264e-05 | 3.417 | 5.708e-05 | LM.4  | 37.797 | 1.658e-04 | 3.1948   | 1.540e-04 |        |         |
| LM.S2 | 19.667 | 1.989e-04 | 6.597 | 1.985e-04 | LM.S2 | 25.807 | 1.047e-05 | 8.6910   | 1.018e-05 |        |         |
| LM.S3 | 8.155  | 4.291e-02 | 2.710 | 4.377e-02 | LM.S3 | 5.211  | 1.570e-01 | 1.7281   | 1.593e-01 |        |         |
| LM.S4 | 4.889  | 1.801e-01 | 1.618 | 1.832e-01 | LM.S4 | 1.069  | 7.847e-01 | 0.3528   | 7.871e-01 |        |         |
| LM.H1 | 8.005  | 4.590e-02 | 2.670 | 4.617e-02 | LM.H1 | 5.940  | 1.146e-01 | 1.9785   | 1.153e-01 |        |         |
| LM.H2 | 19.667 | 1.989e-04 | 6.597 | 1.985e-04 | LM.H2 | 25.807 | 1.047e-05 | 8.6910   | 1.018e-05 |        |         |
| LM.H3 | 8.155  | 4.291e-02 | 2.710 | 4.377e-02 | LM.H3 | 5.211  | 1.570e-01 | 1.7281   | 1.593e-01 |        |         |
| LM.H4 | 4.889  | 1.801e-01 | 1.618 | 1.832e-01 | LM.H4 | 1.069  | 7.847e-01 | 0.3528   | 7.871e-01 |        |         |
| LM.HE | 19.617 | 3.239e-03 | 3.277 | 3.310e-03 | LM.HE | 30.931 | 2.613e-05 | 5.2056   | 2.578e-05 |        |         |
| LM.HL | 15.753 | 1.514e-02 | 2.625 | 1.551e-02 | LM.HL | 10.417 | 1.082e-01 | 1.7299   | 1.104e-01 |        |         |

| d=3   |        | Khi Deux  |        | Fisher    |      |         |
|-------|--------|-----------|--------|-----------|------|---------|
| Test  | Tstat  | P value   | Tstat  | P value   | Test | P value |
| LM.1  | 5.654  | 0.1297126 | 1.8830 | 0.1304632 |      |         |
| LM.2  | 25.376 | 0.0002909 | 4.2716 | 0.0002814 |      |         |
| LM.3  | 30.318 | 0.0003873 | 3.4068 | 0.0003706 |      |         |
| LM.3e | 6.933  | 0.1394937 | 1.7320 | 0.1403476 |      |         |
| LM.4  | 31.922 | 0.0014229 | 2.6878 | 0.0013716 |      |         |
| LM.S2 | 19.793 | 0.0001873 | 6.6397 | 0.0001869 |      |         |
| LM.S3 | 5.024  | 0.1700436 | 1.6661 | 0.1723951 |      |         |
| LM.S4 | 1.635  | 0.6513801 | 0.5401 | 0.6548537 |      |         |
| LM.H1 | 5.654  | 0.1297126 | 1.8830 | 0.1304632 |      |         |
| LM.H2 | 19.793 | 0.0001873 | 6.6397 | 0.0001869 |      |         |
| LM.H3 | 5.024  | 0.1700436 | 1.6661 | 0.1723951 |      |         |
| LM.H4 | 1.635  | 0.6513801 | 0.5401 | 0.6548537 |      |         |
| LM.HE | 20.344 | 0.0024046 | 3.4002 | 0.0024545 |      |         |
| LM.HL | 7.116  | 0.3102861 | 1.1792 | 0.3146138 |      |         |

## Crédit agricole

| d=1   |        | Khi Deux  |        | Fisher    |       | d=2    |           | Khi Deux |           | Fisher |         |
|-------|--------|-----------|--------|-----------|-------|--------|-----------|----------|-----------|--------|---------|
| Test  | Tstat  | P value   | Tstat  | P value   | Test  | Tstat  | P value   | Tstat    | P value   | Test   | P value |
| LM.1  | 2.242  | 5.237e-01 | 0.7451 | 5.252e-01 | LM.1  | 4.239  | 2.368e-01 | 1.410    | 2.380e-01 |        |         |
| LM.2  | 19.752 | 3.066e-03 | 3.3128 | 3.035e-03 | LM.2  | 15.958 | 1.398e-02 | 2.670    | 1.398e-02 |        |         |
| LM.3  | 22.044 | 8.741e-03 | 2.4637 | 8.673e-03 | LM.3  | 32.267 | 1.790e-04 | 3.630    | 1.693e-04 |        |         |
| LM.3e | 3.095  | 5.420e-01 | 0.7713 | 5.438e-01 | LM.3e | 8.001  | 9.155e-02 | 2.000    | 9.212e-02 |        |         |
| LM.4  | 38.585 | 1.231e-04 | 3.2632 | 1.137e-04 | LM.4  | 39.754 | 7.898e-05 | 3.365    | 7.231e-05 |        |         |
| LM.S2 | 17.535 | 5.485e-04 | 5.8735 | 5.506e-04 | LM.S2 | 11.751 | 8.287e-03 | 3.921    | 8.393e-03 |        |         |
| LM.S3 | 2.321  | 5.085e-01 | 0.7685 | 5.117e-01 | LM.S3 | 16.478 | 9.050e-04 | 5.505    | 9.245e-04 |        |         |
| LM.S4 | 16.779 | 7.848e-04 | 5.5958 | 8.138e-04 | LM.S4 | 7.646  | 5.393e-02 | 2.535    | 5.534e-02 |        |         |
| LM.H1 | 2.242  | 5.237e-01 | 0.7451 | 5.252e-01 | LM.H1 | 4.239  | 2.368e-01 | 1.410    | 2.380e-01 |        |         |
| LM.H2 | 17.535 | 5.485e-04 | 5.8735 | 5.506e-04 | LM.H2 | 11.751 | 8.287e-03 | 3.921    | 8.393e-03 |        |         |
| LM.H3 | 2.321  | 5.085e-01 | 0.7685 | 5.117e-01 | LM.H3 | 16.478 | 9.050e-04 | 5.505    | 9.245e-04 |        |         |
| LM.H4 | 16.779 | 7.848e-04 | 5.5958 | 8.138e-04 | LM.H4 | 7.646  | 5.393e-02 | 2.535    | 5.534e-02 |        |         |
| LM.HE | 31.438 | 2.091e-05 | 5.2925 | 2.058e-05 | LM.HE | 11.652 | 7.019e-02 | 1.937    | 7.174e-02 |        |         |
| LM.HL | 15.280 | 1.819e-02 | 2.5455 | 1.863e-02 | LM.HL | 22.718 | 8.968e-04 | 3.803    | 9.114e-04 |        |         |

| <b>d=3</b>   |        | <b>Khi Deux</b> |       | <b>Fisher</b> |  |
|--------------|--------|-----------------|-------|---------------|--|
| <b>Test</b>  | Tstat  | P value         | Tstat | P value       |  |
| <b>LM.1</b>  | 3.996  | 2.619e-01       | 1.329 | 2.632e-01     |  |
| <b>LM.2</b>  | 14.710 | 2.264e-02       | 2.459 | 2.269e-02     |  |
| <b>LM.3</b>  | 28.431 | 8.078e-04       | 3.191 | 7.810e-04     |  |
| <b>LM.3e</b> | 10.377 | 3.453e-02       | 2.598 | 3.471e-02     |  |
| <b>LM.4</b>  | 39.632 | 8.274e-05       | 3.354 | 7.582e-05     |  |
| <b>LM.S2</b> | 10.742 | 1.321e-02       | 3.582 | 1.338e-02     |  |
| <b>LM.S3</b> | 13.852 | 3.114e-03       | 4.620 | 3.187e-03     |  |
| <b>LM.S4</b> | 11.409 | 9.707e-03       | 3.792 | 1.003e-02     |  |
| <b>LM.H1</b> | 3.996  | 2.619e-01       | 1.329 | 2.632e-01     |  |
| <b>LM.H2</b> | 10.742 | 1.321e-02       | 3.582 | 1.338e-02     |  |
| <b>LM.H3</b> | 13.852 | 3.114e-03       | 4.620 | 3.187e-03     |  |
| <b>LM.H4</b> | 11.409 | 9.707e-03       | 3.792 | 1.003e-02     |  |
| <b>LM.HE</b> | 22.035 | 1.193e-03       | 3.687 | 1.214e-03     |  |
| <b>LM.HL</b> | 11.358 | 7.793e-02       | 1.887 | 7.962e-02     |  |

**Cac 40**

| <b>d=1</b>   |        | <b>Khi Deux</b> |         | <b>Fisher</b> |              | <b>d=2</b> |           | <b>Khi Deux</b> |           | <b>Fisher</b> |        |           |
|--------------|--------|-----------------|---------|---------------|--------------|------------|-----------|-----------------|-----------|---------------|--------|-----------|
| <b>Test</b>  | Tstat  | P value         | Tstat   | P value       | <b>Test</b>  | Tstat      | P value   | Tstat           | P value   | <b>Test</b>   | Tstat  | P value   |
| <b>LM.1</b>  | 33.154 | 1.111e-06       | 8.4193  | 1.018e-06     | <b>LM.1</b>  | 36.40      | 2.394e-07 | 9.263           | 2.135e-07 | <b>LM.1</b>   | 36.40  | 2.394e-07 |
| <b>LM.2</b>  | 71.660 | 2.295e-12       | 9.3100  | 1.306e-12     | <b>LM.2</b>  | 58.87      | 7.769e-10 | 7.583           | 5.531e-10 | <b>LM.2</b>   | 58.87  | 7.769e-10 |
| <b>LM.3</b>  | 82.251 | 1.533e-12       | 7.1565  | 7.584e-13     | <b>LM.3</b>  | 99.25      | 7.772e-16 | 8.736           | 2.220e-16 | <b>LM.3</b>   | 99.25  | 7.772e-16 |
| <b>LM.3e</b> | 33.927 | 2.462e-06       | 6.8917  | 2.259e-06     | <b>LM.3e</b> | 36.89      | 6.290e-07 | 7.509           | 5.632e-07 | <b>LM.3e</b>  | 36.89  | 6.290e-07 |
| <b>LM.4</b>  | 84.645 | 2.395e-11       | 5.5182  | 1.224e-11     | <b>LM.4</b>  | 124.67     | 0.000e+00 | 8.354           | 0.000e+00 | <b>LM.4</b>   | 124.67 | 0.000e+00 |
| <b>LM.S2</b> | 39.341 | 5.923e-08       | 10.0054 | 5.392e-08     | <b>LM.S2</b> | 23.00      | 1.264e-04 | 5.788           | 1.268e-04 | <b>LM.S2</b>  | 23.00  | 1.264e-04 |
| <b>LM.S3</b> | 11.101 | 2.545e-02       | 2.7647  | 2.627e-02     | <b>LM.S3</b> | 41.97      | 1.693e-08 | 10.665          | 1.585e-08 | <b>LM.S3</b>  | 41.97  | 1.693e-08 |
| <b>LM.S4</b> | 2.527  | 6.398e-01       | 0.6243  | 6.452e-01     | <b>LM.S4</b> | 27.15      | 1.858e-05 | 6.813           | 1.958e-05 | <b>LM.S4</b>  | 27.15  | 1.858e-05 |
| <b>LM.H1</b> | 33.154 | 1.111e-06       | 8.4193  | 1.018e-06     | <b>LM.H1</b> | 36.40      | 2.394e-07 | 9.263           | 2.135e-07 | <b>LM.H1</b>  | 36.40  | 2.394e-07 |
| <b>LM.H2</b> | 39.341 | 5.923e-08       | 10.0054 | 5.392e-08     | <b>LM.H2</b> | 23.00      | 1.264e-04 | 5.788           | 1.268e-04 | <b>LM.H2</b>  | 23.00  | 1.264e-04 |
| <b>LM.H3</b> | 11.101 | 2.545e-02       | 2.7647  | 2.627e-02     | <b>LM.H3</b> | 41.97      | 1.693e-08 | 10.665          | 1.585e-08 | <b>LM.H3</b>  | 41.97  | 1.693e-08 |
| <b>LM.H4</b> | 2.527  | 6.398e-01       | 0.6243  | 6.452e-01     | <b>LM.H4</b> | 27.15      | 1.858e-05 | 6.813           | 1.958e-05 | <b>LM.H4</b>  | 27.15  | 1.858e-05 |
| <b>LM.HE</b> | 46.971 | 1.553e-07       | 5.9720  | 1.441e-07     | <b>LM.HE</b> | 45.80      | 2.597e-07 | 5.818           | 2.433e-07 | <b>LM.HE</b>  | 45.80  | 2.597e-07 |
| <b>LM.HL</b> | 20.335 | 9.141e-03       | 2.5408  | 9.491e-03     | <b>LM.HL</b> | 44.38      | 4.826e-07 | 5.633           | 4.573e-07 | <b>LM.HL</b>  | 44.38  | 4.826e-07 |

| <b>d=3</b>   |        | <b>Khi Deux</b> |         | <b>Fisher</b> |              | <b>d=4</b> |           | <b>Khi Deux</b> |           | <b>Fisher</b> |        |           |
|--------------|--------|-----------------|---------|---------------|--------------|------------|-----------|-----------------|-----------|---------------|--------|-----------|
| <b>Test</b>  | Tstat  | P value         | Tstat   | P value       | <b>Test</b>  | Tstat      | P value   | Tstat           | P value   | <b>Test</b>   | Tstat  | P value   |
| <b>LM.1</b>  | 50.784 | 2.476e-10       | 13.0471 | 1.874e-10     | <b>LM.1</b>  | 28.399     | 1.035e-05 | 7.190           | 9.813e-06 | <b>LM.1</b>   | 28.399 | 1.035e-05 |
| <b>LM.2</b>  | 54.209 | 6.288e-09       | 6.9613  | 4.788e-09     | <b>LM.2</b>  | 42.518     | 1.083e-06 | 5.418           | 9.452e-07 | <b>LM.2</b>   | 42.518 | 1.083e-06 |
| <b>LM.3</b>  | 57.521 | 6.364e-08       | 4.9225  | 4.885e-08     | <b>LM.3</b>  | 49.673     | 1.595e-06 | 4.229           | 1.346e-06 | <b>LM.3</b>   | 49.673 | 1.595e-06 |
| <b>LM.3e</b> | 50.932 | 8.930e-10       | 10.4623 | 6.834e-10     | <b>LM.3e</b> | 36.273     | 8.376e-07 | 7.380           | 7.540e-07 | <b>LM.3e</b>  | 36.273 | 8.376e-07 |
| <b>LM.4</b>  | 87.715 | 6.579e-12       | 5.7303  | 3.141e-12     | <b>LM.4</b>  | 55.443     | 3.006e-06 | 3.544           | 2.486e-06 | <b>LM.4</b>   | 55.443 | 3.006e-06 |
| <b>LM.S2</b> | 3.540  | 4.718e-01       | 0.8796  | 4.754e-01     | <b>LM.S2</b> | 14.380     | 6.176e-03 | 3.598           | 6.297e-03 | <b>LM.S2</b>  | 14.380 | 6.176e-03 |
| <b>LM.S3</b> | 3.431  | 4.885e-01       | 0.8502  | 4.933e-01     | <b>LM.S3</b> | 7.355      | 1.183e-01 | 1.827           | 1.210e-01 | <b>LM.S3</b>  | 7.355  | 1.183e-01 |
| <b>LM.S4</b> | 31.349 | 2.598e-06       | 7.8902  | 2.706e-06     | <b>LM.S4</b> | 5.960      | 2.022e-01 | 1.476           | 2.071e-01 | <b>LM.S4</b>  | 5.960  | 2.022e-01 |
| <b>LM.H1</b> | 50.784 | 2.476e-10       | 13.0471 | 1.874e-10     | <b>LM.H1</b> | 28.399     | 1.035e-05 | 7.190           | 9.813e-06 | <b>LM.H1</b>  | 28.399 | 1.035e-05 |
| <b>LM.H2</b> | 3.540  | 4.718e-01       | 0.8796  | 4.754e-01     | <b>LM.H2</b> | 14.380     | 6.176e-03 | 3.598           | 6.297e-03 | <b>LM.H2</b>  | 14.380 | 6.176e-03 |
| <b>LM.H3</b> | 3.431  | 4.885e-01       | 0.8502  | 4.933e-01     | <b>LM.H3</b> | 7.355      | 1.183e-01 | 1.827           | 1.210e-01 | <b>LM.H3</b>  | 7.355  | 1.183e-01 |
| <b>LM.H4</b> | 31.349 | 2.598e-06       | 7.8902  | 2.706e-06     | <b>LM.H4</b> | 5.960      | 2.022e-01 | 1.476           | 2.071e-01 | <b>LM.H4</b>  | 5.960  | 2.022e-01 |
| <b>LM.HE</b> | 34.871 | 2.823e-05       | 4.3984  | 2.836e-05     | <b>LM.HE</b> | 20.385     | 8.972e-03 | 2.547           | 9.316e-03 | <b>LM.HE</b>  | 20.385 | 8.972e-03 |
| <b>LM.HL</b> | 33.911 | 4.216e-05       | 4.2747  | 4.255e-05     | <b>LM.HL</b> | 27.657     | 5.440e-04 | 3.472           | 5.603e-04 | <b>LM.HL</b>  | 27.657 | 5.440e-04 |

**DANONE**

| <b>d=1</b>      |              |                |               |                | <b>d=2</b>      |              |                |               |                |
|-----------------|--------------|----------------|---------------|----------------|-----------------|--------------|----------------|---------------|----------------|
| <b>Khi Deux</b> |              |                | <b>Fisher</b> |                | <b>Khi Deux</b> |              |                | <b>Fisher</b> |                |
| <b>Test</b>     | <b>Tstat</b> | <b>P value</b> | <b>Tstat</b>  | <b>P value</b> | <b>Test</b>     | <b>Tstat</b> | <b>P value</b> | <b>Tstat</b>  | <b>P value</b> |
| <b>LM.1</b>     | 24.285       | 2.179e-05      | 8.186         | 2.087e-05      | <b>LM.1</b>     | 16.79        | 7.817e-04      | 5.631         | 7.741e-04      |
| <b>LM.2</b>     | 35.799       | 3.015e-06      | 6.068         | 2.719e-06      | <b>LM.2</b>     | 27.62        | 1.108e-04      | 4.656         | 1.059e-04      |
| <b>LM.3</b>     | 39.616       | 8.917e-06      | 4.479         | 7.978e-06      | <b>LM.3</b>     | 37.80        | 1.890e-05      | 4.269         | 1.717e-05      |
| <b>LM.3e</b>    | 24.493       | 6.360e-05      | 6.189         | 6.119e-05      | <b>LM.3e</b>    | 18.14        | 1.160e-03      | 4.564         | 1.147e-03      |
| <b>LM.4</b>     | 61.747       | 1.082e-08      | 5.303         | 7.684e-09      | <b>LM.4</b>     | 50.56        | 1.115e-06      | 4.310         | 9.198e-07      |
| <b>LM.S2</b>    | 11.697       | 8.497e-03      | 3.903         | 8.605e-03      | <b>LM.S2</b>    | 10.95        | 1.200e-02      | 3.652         | 1.215e-02      |
| <b>LM.S3</b>    | 3.906        | 2.718e-01      | 1.295         | 2.747e-01      | <b>LM.S3</b>    | 10.37        | 1.569e-02      | 3.450         | 1.604e-02      |
| <b>LM.S4</b>    | 22.708       | 4.646e-05      | 7.602         | 4.782e-05      | <b>LM.S4</b>    | 13.07        | 4.488e-03      | 4.348         | 4.649e-03      |
| <b>LM.H1</b>    | 24.285       | 2.179e-05      | 8.186         | 2.087e-05      | <b>LM.H1</b>    | 16.79        | 7.817e-04      | 5.631         | 7.741e-04      |
| <b>LM.H2</b>    | 11.697       | 8.497e-03      | 3.903         | 8.605e-03      | <b>LM.H2</b>    | 10.95        | 1.200e-02      | 3.652         | 1.215e-02      |
| <b>LM.H3</b>    | 3.906        | 2.718e-01      | 1.295         | 2.747e-01      | <b>LM.H3</b>    | 10.37        | 1.569e-02      | 3.450         | 1.604e-02      |
| <b>LM.H4</b>    | 22.708       | 4.646e-05      | 7.602         | 4.782e-05      | <b>LM.H4</b>    | 13.07        | 4.488e-03      | 4.348         | 4.649e-03      |
| <b>LM.HE</b>    | 36.996       | 1.764e-06      | 6.251         | 1.679e-06      | <b>LM.HE</b>    | 29.47        | 4.961e-05      | 4.954         | 4.929e-05      |
| <b>LM.HL</b>    | 39.581       | 5.504e-07      | 6.699         | 5.142e-07      | <b>LM.HL</b>    | 26.81        | 1.573e-04      | 4.500         | 1.580e-04      |

| <b>d=3</b>      |              |                |               |                |
|-----------------|--------------|----------------|---------------|----------------|
| <b>Khi Deux</b> |              |                | <b>Fisher</b> |                |
| <b>Test</b>     | <b>Tstat</b> | <b>P value</b> | <b>Tstat</b>  | <b>P value</b> |
| <b>LM.1</b>     | 10.307       | 1.613e-02      | 3.4429        | 1.620e-02      |
| <b>LM.2</b>     | 27.653       | 1.092e-04      | 4.6620        | 1.044e-04      |
| <b>LM.3</b>     | 43.833       | 1.515e-06      | 4.9694        | 1.302e-06      |
| <b>LM.3e</b>    | 13.224       | 1.023e-02      | 3.3171        | 1.025e-02      |
| <b>LM.4</b>     | 45.950       | 7.076e-06      | 3.9049        | 6.132e-06      |
| <b>LM.S2</b>    | 17.462       | 5.679e-04      | 5.8487        | 5.702e-04      |
| <b>LM.S3</b>    | 16.472       | 9.074e-04      | 5.5030        | 9.269e-04      |
| <b>LM.S4</b>    | 2.179        | 5.362e-01      | 0.7197        | 5.402e-01      |
| <b>LM.H1</b>    | 10.307       | 1.613e-02      | 3.4429        | 1.620e-02      |
| <b>LM.H2</b>    | 17.462       | 5.679e-04      | 5.8487        | 5.702e-04      |
| <b>LM.H3</b>    | 16.472       | 9.074e-04      | 5.5030        | 9.269e-04      |
| <b>LM.H4</b>    | 2.179        | 5.362e-01      | 0.7197        | 5.402e-01      |
| <b>LM.HE</b>    | 7.778        | 2.549e-01      | 1.2894        | 2.588e-01      |
| <b>LM.HL</b>    | 20.175       | 2.578e-03      | 3.3715        | 2.632e-03      |

**L'oréal**

| <b>d=1</b>   |        |                 |        |               | <b>d=2</b>   |        |                 |        |               |
|--------------|--------|-----------------|--------|---------------|--------------|--------|-----------------|--------|---------------|
|              |        | <b>Khi Deux</b> |        | <b>Fisher</b> |              |        | <b>Khi Deux</b> |        | <b>Fisher</b> |
| <b>Test</b>  | Tstat  | P value         | Tstat  | P value       | <b>Test</b>  | Tstat  | P value         | Tstat  | P value       |
| <b>LM.1</b>  | 35.933 | 2.988e-07       | 9.1420 | 2.674e-07     | <b>LM.1</b>  | 21.020 | 3.138e-04       | 5.2961 | 3.089e-04     |
| <b>LM.2</b>  | 52.316 | 1.463e-08       | 6.7101 | 1.142e-08     | <b>LM.2</b>  | 40.161 | 2.990e-06       | 5.1099 | 2.668e-06     |
| <b>LM.3</b>  | 64.599 | 3.233e-09       | 5.5547 | 2.235e-09     | <b>LM.3</b>  | 49.528 | 1.690e-06       | 4.2163 | 1.429e-06     |
| <b>LM.3e</b> | 38.012 | 3.752e-07       | 7.7425 | 3.325e-07     | <b>LM.3e</b> | 22.106 | 4.998e-04       | 4.4561 | 4.918e-04     |
| <b>LM.4</b>  | 65.700 | 5.580e-08       | 4.2292 | 4.026e-08     | <b>LM.4</b>  | 52.386 | 9.489e-06       | 3.3423 | 8.110e-06     |
| <b>LM.S2</b> | 16.770 | 2.143e-03       | 4.2027 | 2.180e-03     | <b>LM.S2</b> | 19.403 | 6.549e-04       | 4.8709 | 6.635e-04     |
| <b>LM.S3</b> | 12.710 | 1.278e-02       | 3.1687 | 1.323e-02     | <b>LM.S3</b> | 9.615  | 4.744e-02       | 2.3923 | 4.881e-02     |
| <b>LM.S4</b> | 1.149  | 8.864e-01       | 0.2836 | 8.888e-01     | <b>LM.S4</b> | 2.951  | 5.661e-01       | 0.7292 | 5.720e-01     |
| <b>LM.H1</b> | 35.933 | 2.988e-07       | 9.1420 | 2.674e-07     | <b>LM.H1</b> | 21.020 | 3.138e-04       | 5.2961 | 3.089e-04     |
| <b>LM.H2</b> | 16.770 | 2.143e-03       | 4.2027 | 2.180e-03     | <b>LM.H2</b> | 19.403 | 6.549e-04       | 4.8709 | 6.635e-04     |
| <b>LM.H3</b> | 12.710 | 1.278e-02       | 3.1687 | 1.323e-02     | <b>LM.H3</b> | 9.615  | 4.744e-02       | 2.3923 | 4.881e-02     |
| <b>LM.H4</b> | 1.149  | 8.864e-01       | 0.2836 | 8.888e-01     | <b>LM.H4</b> | 2.951  | 5.661e-01       | 0.7292 | 5.720e-01     |
| <b>LM.HE</b> | 26.035 | 1.036e-03       | 3.2651 | 1.070e-03     | <b>LM.HE</b> | 28.531 | 3.832e-04       | 3.5839 | 3.938e-04     |
| <b>LM.HL</b> | 25.579 | 1.239e-03       | 3.2070 | 1.282e-03     | <b>LM.HL</b> | 14.156 | 7.779e-02       | 1.7617 | 8.031e-02     |

| <b>d=3</b>   |        |                 |          |               | <b>d=4</b>   |       |                 |       |               |
|--------------|--------|-----------------|----------|---------------|--------------|-------|-----------------|-------|---------------|
|              |        | <b>Khi Deux</b> |          | <b>Fisher</b> |              |       | <b>Khi Deux</b> |       | <b>Fisher</b> |
| <b>Test</b>  | Tstat  | P value         | Tstat    | P value       | <b>Test</b>  | Tstat | P value         | Tstat | P value       |
| <b>LM.1</b>  | 21.022 | 3.135e-04       | 5.297    | 3.086e-04     | <b>LM.1</b>  | 15.92 | 3.125e-03       | 3.998 | 3.125e-03     |
| <b>LM.2</b>  | 29.370 | 730e-04         | 2. 3.711 | 2.632e-04     | <b>LM.2</b>  | 30.95 | 1.434e-04       | 3.914 | 1.370e-04     |
| <b>LM.3</b>  | 41.881 | 3.488e-05       | 3.547    | 3.172e-05     | <b>LM.3</b>  | 38.61 | 1.222e-04       | 3.263 | 1.139e-04     |
| <b>LM.3e</b> | 21.405 | 6.790e-04       | 4.313    | 6.699e-04     | <b>LM.3e</b> | 18.35 | 2.536e-03       | 3.690 | 2.528e-03     |
| <b>LM.4</b>  | 50.073 | 2.232e-05       | 3.190    | 1.953e-05     | <b>LM.4</b>  | 51.63 | 1.257e-05       | 3.292 | 1.082e-05     |
| <b>LM.S2</b> | 8.462  | 7.604e-02       | 2.109    | 7.735e-02     | <b>LM.S2</b> | 15.18 | 4.335e-03       | 3.801 | 4.419e-03     |
| <b>LM.S3</b> | 12.751 | 1.256e-02       | 3.179    | 1.300e-02     | <b>LM.S3</b> | 7.81  | 9.878e-02       | 1.941 | 1.012e-01     |
| <b>LM.S4</b> | 8.419  | 7.740e-02       | 2.088    | 8.011e-02     | <b>LM.S4</b> | 13.35 | 9.667e-03       | 3.322 | 1.016e-02     |
| <b>LM.H1</b> | 21.022 | 3.135e-04       | 5.297    | 3.086e-04     | <b>LM.H1</b> | 15.92 | 3.125e-03       | 3.998 | 3.125e-03     |
| <b>LM.H2</b> | 8.462  | 7.604e-02       | 2.109    | 7.735e-02     | <b>LM.H2</b> | 15.18 | 4.335e-03       | 3.801 | 4.419e-03     |
| <b>LM.H3</b> | 12.751 | 1.256e-02       | 3.179    | 1.300e-02     | <b>LM.H3</b> | 7.81  | 9.878e-02       | 1.941 | 1.012e-01     |
| <b>LM.H4</b> | 8.419  | 7.740e-02       | 2.088    | 8.011e-02     | <b>LM.H4</b> | 13.35 | 9.667e-03       | 3.322 | 1.016e-02     |
| <b>LM.HE</b> | 14.434 | 7.113e-02       | 1.797    | 7.347e-02     | <b>LM.HE</b> | 33.65 | 4.695e-05       | 4.241 | 4.743e-05     |
| <b>LM.HL</b> | 17.495 | 2.534e-02       | 2.182    | 2.628e-02     | <b>LM.HL</b> | 17.78 | 2.291e-02       | 2.218 | 2.376e-02     |

## LVMH

| <b>d=1</b>   |       | <b>Khi Deux</b> |       | <b>Fisher</b> |              | <b>d=2</b> |           | <b>Khi Deux</b> |           | <b>Fisher</b> |        |           |
|--------------|-------|-----------------|-------|---------------|--------------|------------|-----------|-----------------|-----------|---------------|--------|-----------|
| <b>Test</b>  | Tstat | P value         | Tstat | P value       | <b>Test</b>  | Tstat      | P value   | Tstat           | P value   | <b>Test</b>   | Tstat  | P value   |
| <b>LM.1</b>  | 16.03 | 0.098673        | 1.598 | 0.101346      | <b>LM.1</b>  | 64.69      | 4.650e-10 | 6.659           | 3.475e-10 | <b>LM.1</b>   | 64.69  | 4.650e-10 |
| <b>LM.2</b>  | 36.46 | 0.013557        | 1.830 | 0.013888      | <b>LM.2</b>  | 81.90      | 1.862e-09 | 4.237           | 1.234e-09 | <b>LM.2</b>   | 81.90  | 1.862e-09 |
| <b>LM.3</b>  | 54.54 | 0.004003        | 1.834 | 0.003990      | <b>LM.3</b>  | 116.88     | 3.388e-12 | 4.102           | 1.293e-12 | <b>LM.3</b>   | 116.88 | 3.388e-12 |
| <b>LM.3e</b> | 16.09 | 0.137952        | 1.457 | 0.141573      | <b>LM.3e</b> | 70.50      | 9.809e-11 | 6.619           | 6.799e-11 | <b>LM.3e</b>  | 70.50  | 9.809e-11 |
| <b>LM.4</b>  | 71.89 | 0.001463        | 1.822 | 0.001394      | <b>LM.4</b>  | 163.70     | 1.110e-16 | 4.424           | 0.000e+00 | <b>LM.4</b>   | 163.70 | 1.110e-16 |
| <b>LM.S2</b> | 20.64 | 0.023721        | 2.050 | 0.025515      | <b>LM.S2</b> | 17.96      | 5.560e-02 | 1.781           | 5.927e-02 | <b>LM.S2</b>  | 17.96  | 5.560e-02 |
| <b>LM.S3</b> | 18.51 | 0.046991        | 1.824 | 0.052088      | <b>LM.S3</b> | 36.92      | 5.844e-05 | 3.682           | 6.972e-05 | <b>LM.S3</b>  | 36.92  | 5.844e-05 |
| <b>LM.S4</b> | 17.98 | 0.055299        | 1.759 | 0.063276      | <b>LM.S4</b> | 50.63      | 2.042e-07 | 5.062           | 2.763e-07 | <b>LM.S4</b>  | 50.63  | 2.042e-07 |
| <b>LM.H1</b> | 16.03 | 0.098673        | 1.598 | 0.101346      | <b>LM.H1</b> | 64.69      | 4.650e-10 | 6.659           | 3.475e-10 | <b>LM.H1</b>  | 64.69  | 4.650e-10 |
| <b>LM.H2</b> | 20.64 | 0.023721        | 2.050 | 0.025515      | <b>LM.H2</b> | 17.96      | 5.560e-02 | 1.781           | 5.927e-02 | <b>LM.H2</b>  | 17.96  | 5.560e-02 |
| <b>LM.H3</b> | 18.51 | 0.046991        | 1.824 | 0.052088      | <b>LM.H3</b> | 36.92      | 5.844e-05 | 3.682           | 6.972e-05 | <b>LM.H3</b>  | 36.92  | 5.844e-05 |
| <b>LM.H4</b> | 17.98 | 0.055299        | 1.759 | 0.063276      | <b>LM.H4</b> | 50.63      | 2.042e-07 | 5.062           | 2.763e-07 | <b>LM.H4</b>  | 50.63  | 2.042e-07 |
| <b>LM.HE</b> | 40.49 | 0.004330        | 2.010 | 0.005118      | <b>LM.HE</b> | 71.00      | 1.250e-07 | 3.598           | 1.397e-07 | <b>LM.HE</b>  | 71.00  | 1.250e-07 |
| <b>LM.HL</b> | 38.11 | 0.008580        | 1.889 | 0.010063      | <b>LM.HL</b> | 99.20      | 1.752e-12 | 5.124           | 1.407e-12 | <b>LM.HL</b>  | 99.20  | 1.752e-12 |

| <b>d=3</b>   |        | <b>Khi Deux</b> |       | <b>Fisher</b> |              | <b>d=4</b> |           | <b>Khi Deux</b> |           | <b>Fisher</b> |       |           |
|--------------|--------|-----------------|-------|---------------|--------------|------------|-----------|-----------------|-----------|---------------|-------|-----------|
| <b>Test</b>  | Tstat  | P value         | Tstat | P value       | <b>Test</b>  | Tstat      | P value   | Tstat           | P value   | <b>Test</b>   | Tstat | P value   |
| <b>LM.1</b>  | 72.49  | 1.463e-11       | 7.501 | 9.646e-12     | <b>LM.1</b>  | 30.30      | 7.652e-04 | 3.048           | 7.756e-04 | <b>LM.1</b>   | 30.30 | 7.652e-04 |
| <b>LM.2</b>  | 104.00 | 2.408e-13       | 5.462 | 9.981e-14     | <b>LM.2</b>  | 45.09      | 1.074e-03 | 2.275           | 1.068e-03 | <b>LM.2</b>   | 45.09 | 1.074e-03 |
| <b>LM.3</b>  | 129.24 | 2.787e-14       | 4.575 | 7.438e-15     | <b>LM.3</b>  | 54.15      | 4.427e-03 | 1.821           | 4.420e-03 | <b>LM.3</b>   | 54.15 | 4.427e-03 |
| <b>LM.3e</b> | 74.87  | 1.436e-11       | 7.050 | 9.235e-12     | <b>LM.3e</b> | 38.98      | 5.343e-05 | 3.583           | 5.235e-05 | <b>LM.3e</b>  | 38.98 | 5.343e-05 |
| <b>LM.4</b>  | 146.85 | 4.030e-14       | 3.921 | 8.327e-15     | <b>LM.4</b>  | 71.82      | 1.487e-03 | 1.821           | 1.418e-03 | <b>LM.4</b>   | 71.82 | 1.487e-03 |
| <b>LM.S2</b> | 33.05  | 2.669e-04       | 3.310 | 2.911e-04     | <b>LM.S2</b> | 15.08      | 1.291e-01 | 1.493           | 1.360e-01 | <b>LM.S2</b>  | 15.08 | 1.291e-01 |
| <b>LM.S3</b> | 27.05  | 2.558e-03       | 2.680 | 2.971e-03     | <b>LM.S3</b> | 9.33       | 5.010e-01 | 0.914           | 5.192e-01 | <b>LM.S3</b>  | 9.33  | 5.010e-01 |
| <b>LM.S4</b> | 19.20  | 3.774e-02       | 1.881 | 4.370e-02     | <b>LM.S4</b> | 18.31      | 4.994e-02 | 1.792           | 5.733e-02 | <b>LM.S4</b>  | 18.31 | 4.994e-02 |
| <b>LM.H1</b> | 72.49  | 1.463e-11       | 7.501 | 9.646e-12     | <b>LM.H1</b> | 30.30      | 7.652e-04 | 3.048           | 7.756e-04 | <b>LM.H1</b>  | 30.30 | 7.652e-04 |
| <b>LM.H2</b> | 33.05  | 2.669e-04       | 3.310 | 2.911e-04     | <b>LM.H2</b> | 15.08      | 1.291e-01 | 1.493           | 1.360e-01 | <b>LM.H2</b>  | 15.08 | 1.291e-01 |
| <b>LM.H3</b> | 27.05  | 2.558e-03       | 2.680 | 2.971e-03     | <b>LM.H3</b> | 9.33       | 5.010e-01 | 0.914           | 5.192e-01 | <b>LM.H3</b>  | 9.33  | 5.010e-01 |
| <b>LM.H4</b> | 19.20  | 3.774e-02       | 1.881 | 4.370e-02     | <b>LM.H4</b> | 18.31      | 4.994e-02 | 1.792           | 5.733e-02 | <b>LM.H4</b>  | 18.31 | 4.994e-02 |
| <b>LM.HE</b> | 55.06  | 4.017e-05       | 2.761 | 4.799e-05     | <b>LM.HE</b> | 28.89      | 8.999e-02 | 1.423           | 1.009e-01 | <b>LM.HE</b>  | 28.89 | 8.999e-02 |
| <b>LM.HL</b> | 57.53  | 1.708e-05       | 2.889 | 2.030e-05     | <b>LM.HL</b> | 22.47      | 3.158e-01 | 1.102           | 3.395e-01 | <b>LM.HL</b>  | 22.47 | 3.158e-01 |

| <b>d=5</b>   |        | <b>Khi Deux</b> |       | <b>Fisher</b> |  |
|--------------|--------|-----------------|-------|---------------|--|
| <b>Test</b>  | Tstat  | P value         | Tstat | P value       |  |
| <b>LM.1</b>  | 29.99  | 8.604e-04       | 3.017 | 8.729e-04     |  |
| <b>LM.2</b>  | 76.39  | 1.595e-08       | 3.937 | 1.157e-08     |  |
| <b>LM.3</b>  | 112.68 | 1.672e-11       | 3.943 | 7.106e-12     |  |
| <b>LM.3e</b> | 30.06  | 1.549e-03       | 2.747 | 1.576e-03     |  |
| <b>LM.4</b>  | 153.36 | 3.442e-15       | 4.114 | 5.551e-16     |  |
| <b>LM.S2</b> | 47.31  | 8.275e-07       | 4.783 | 8.629e-07     |  |
| <b>LM.S3</b> | 38.17  | 3.546e-05       | 3.810 | 4.236e-05     |  |
| <b>LM.S4</b> | 43.86  | 3.492e-06       | 4.365 | 4.690e-06     |  |
| <b>LM.H1</b> | 29.99  | 8.604e-04       | 3.017 | 8.729e-04     |  |
| <b>LM.H2</b> | 47.31  | 8.275e-07       | 4.783 | 8.629e-07     |  |
| <b>LM.H3</b> | 38.17  | 3.546e-05       | 3.810 | 4.236e-05     |  |
| <b>LM.H4</b> | 43.86  | 3.492e-06       | 4.365 | 4.690e-06     |  |
| <b>LM.HE</b> | 90.86  | 5.251e-11       | 4.667 | 4.785e-11     |  |
| <b>LM.HL</b> | 97.34  | 3.763e-12       | 5.022 | 3.114e-12     |  |

**Sanofi**

| <b>d=1</b>   |        | <b>Khi Deux</b> |        | <b>Fisher</b> |              | <b>d=2</b> |           | <b>Khi Deux</b> |           | <b>Fisher</b> |        |           |
|--------------|--------|-----------------|--------|---------------|--------------|------------|-----------|-----------------|-----------|---------------|--------|-----------|
| <b>Test</b>  | Tstat  | P value         | Tstat  | P value       | <b>Test</b>  | Tstat      | P value   | Tstat           | P value   | <b>Test</b>   | Tstat  | P value   |
| <b>LM.1</b>  | 35.53  | 3.395e-06       | 6.010  | 3.164e-06     | <b>LM.1</b>  | 89.98      | 0.000e+00 | 15.785          | 0.000e+00 | <b>LM.1</b>   | 89.98  | 0.000e+00 |
| <b>LM.2</b>  | 113.16 | 0.000e+00       | 10.045 | 0.000e+00     | <b>LM.2</b>  | 115.41     | 0.000e+00 | 10.262          | 0.000e+00 | <b>LM.2</b>   | 115.41 | 0.000e+00 |
| <b>LM.3</b>  | 134.77 | 0.000e+00       | 8.065  | 0.000e+00     | <b>LM.3</b>  | 139.30     | 0.000e+00 | 8.363           | 0.000e+00 | <b>LM.3</b>   | 139.30 | 0.000e+00 |
| <b>LM.3e</b> | 62.51  | 4.751e-11       | 9.220  | 3.256e-11     | <b>LM.3e</b> | 91.56      | 1.110e-16 | 13.772          | 0.000e+00 | <b>LM.3e</b>  | 91.56  | 1.110e-16 |
| <b>LM.4</b>  | 154.31 | 0.000e+00       | 6.995  | 0.000e+00     | <b>LM.4</b>  | 150.84     | 0.000e+00 | 6.821           | 0.000e+00 | <b>LM.4</b>   | 150.84 | 0.000e+00 |
| <b>LM.S2</b> | 79.44  | 4.663e-15       | 13.782 | 2.665e-15     | <b>LM.S2</b> | 26.99      | 1.452e-04 | 4.522           | 1.491e-04 | <b>LM.S2</b>  | 26.99  | 1.452e-04 |
| <b>LM.S3</b> | 23.30  | 7.010e-04       | 3.880  | 7.533e-04     | <b>LM.S3</b> | 25.80      | 2.430e-04 | 4.302           | 2.612e-04 | <b>LM.S3</b>  | 25.80  | 2.430e-04 |
| <b>LM.S4</b> | 21.40  | 1.556e-03       | 3.544  | 1.728e-03     | <b>LM.S4</b> | 12.67      | 4.852e-02 | 2.087           | 5.192e-02 | <b>LM.S4</b>  | 12.67  | 4.852e-02 |
| <b>LM.H1</b> | 35.53  | 3.395e-06       | 6.010  | 3.164e-06     | <b>LM.H1</b> | 89.98      | 0.000e+00 | 15.785          | 0.000e+00 | <b>LM.H1</b>  | 89.98  | 0.000e+00 |
| <b>LM.H2</b> | 79.44  | 4.663e-15       | 13.782 | 2.665e-15     | <b>LM.H2</b> | 26.99      | 1.452e-04 | 4.522           | 1.491e-04 | <b>LM.H2</b>  | 26.99  | 1.452e-04 |
| <b>LM.H3</b> | 23.30  | 7.010e-04       | 3.880  | 7.533e-04     | <b>LM.H3</b> | 25.80      | 2.430e-04 | 4.302           | 2.612e-04 | <b>LM.H3</b>  | 25.80  | 2.430e-04 |
| <b>LM.H4</b> | 21.40  | 1.556e-03       | 3.544  | 1.728e-03     | <b>LM.H4</b> | 12.67      | 4.852e-02 | 2.087           | 5.192e-02 | <b>LM.H4</b>  | 12.67  | 4.852e-02 |
| <b>LM.HE</b> | 35.64  | 3.698e-04       | 2.979  | 3.963e-04     | <b>LM.HE</b> | 61.36      | 1.275e-08 | 5.217           | 1.174e-08 | <b>LM.HE</b>  | 61.36  | 1.275e-08 |
| <b>LM.HL</b> | 53.95  | 2.794e-07       | 4.564  | 2.749e-07     | <b>LM.HL</b> | 79.48      | 5.182e-12 | 6.841           | 3.749e-12 | <b>LM.HL</b>  | 79.48  | 5.182e-12 |

| <b>d=3</b>   |       | <b>Khi Deux</b> |       | <b>Fisher</b> |              | <b>d=4</b> |           | <b>Khi Deux</b> |           | <b>Fisher</b> |        |           |
|--------------|-------|-----------------|-------|---------------|--------------|------------|-----------|-----------------|-----------|---------------|--------|-----------|
| <b>Test</b>  | Tstat | P value         | Tstat | P value       | <b>Test</b>  | Tstat      | P value   | Tstat           | P value   | <b>Test</b>   | Tstat  | P value   |
| <b>LM.1</b>  | 31.85 | 1.745e-05       | 5.374 | 1.667e-05     | <b>LM.1</b>  | 59.166     | 6.648e-11 | 10.165          | 4.731e-11 | <b>LM.1</b>   | 59.166 | 6.648e-11 |
| <b>LM.2</b>  | 57.24 | 7.143e-08       | 4.892 | 5.671e-08     | <b>LM.2</b>  | 75.381     | 3.113e-11 | 6.521           | 1.852e-11 | <b>LM.2</b>   | 75.381 | 3.113e-11 |
| <b>LM.3</b>  | 81.35 | 4.978e-10       | 4.692 | 2.954e-10     | <b>LM.3</b>  | 90.388     | 1.230e-11 | 5.246           | 6.051e-12 | <b>LM.3</b>   | 90.388 | 1.230e-11 |
| <b>LM.3e</b> | 31.85 | 4.328e-05       | 4.603 | 4.161e-05     | <b>LM.3e</b> | 59.377     | 2.010e-10 | 8.740           | 1.447e-10 | <b>LM.3e</b>  | 59.377 | 2.010e-10 |
| <b>LM.4</b>  | 93.50 | 3.767e-10       | 4.062 | 1.966e-10     | <b>LM.4</b>  | 96.460     | 1.198e-10 | 4.199           | 5.859e-11 | <b>LM.4</b>   | 96.460 | 1.198e-10 |
| <b>LM.S2</b> | 25.93 | 2.298e-04       | 4.341 | 2.365e-04     | <b>LM.S2</b> | 16.856     | 9.828e-03 | 2.805           | 1.020e-02 | <b>LM.S2</b>  | 16.856 | 9.828e-03 |
| <b>LM.S3</b> | 25.02 | 3.382e-04       | 4.170 | 3.635e-04     | <b>LM.S3</b> | 15.771     | 1.504e-02 | 2.613           | 1.596e-02 | <b>LM.S3</b>  | 15.771 | 1.504e-02 |
| <b>LM.S4</b> | 12.83 | 4.588e-02       | 2.113 | 4.914e-02     | <b>LM.S4</b> | 6.447      | 3.750e-01 | 1.057           | 3.862e-01 | <b>LM.S4</b>  | 6.447  | 3.750e-01 |
| <b>LM.H1</b> | 31.85 | 1.745e-05       | 5.374 | 1.667e-05     | <b>LM.H1</b> | 59.166     | 6.648e-11 | 10.165          | 4.731e-11 | <b>LM.H1</b>  | 59.166 | 6.648e-11 |
| <b>LM.H2</b> | 25.93 | 2.298e-04       | 4.341 | 2.365e-04     | <b>LM.H2</b> | 16.856     | 9.828e-03 | 2.805           | 1.020e-02 | <b>LM.H2</b>  | 16.856 | 9.828e-03 |
| <b>LM.H3</b> | 25.02 | 3.382e-04       | 4.170 | 3.635e-04     | <b>LM.H3</b> | 15.771     | 1.504e-02 | 2.613           | 1.596e-02 | <b>LM.H3</b>  | 15.771 | 1.504e-02 |
| <b>LM.H4</b> | 12.83 | 4.588e-02       | 2.113 | 4.914e-02     | <b>LM.H4</b> | 6.447      | 3.750e-01 | 1.057           | 3.862e-01 | <b>LM.H4</b>  | 6.447  | 3.750e-01 |
| <b>LM.HE</b> | 52.30 | 5.477e-07       | 4.420 | 5.455e-07     | <b>LM.HE</b> | 32.081     | 1.345e-03 | 2.675           | 1.447e-03 | <b>LM.HE</b>  | 32.081 | 1.345e-03 |
| <b>LM.HL</b> | 28.71 | 4.347e-03       | 2.389 | 4.679e-03     | <b>LM.HL</b> | 54.655     | 2.087e-07 | 4.626           | 2.042e-07 | <b>LM.HL</b>  | 54.655 | 2.087e-07 |

| <b>d=5</b>   |        | <b>Khi Deux</b> |       | <b>Fisher</b> |  |
|--------------|--------|-----------------|-------|---------------|--|
| <b>Test</b>  | Tstat  | P value         | Tstat | P value       |  |
| <b>LM.1</b>  | 54.80  | 5.091e-10       | 9.387 | 3.863e-10     |  |
| <b>LM.2</b>  | 78.20  | 9.082e-12       | 6.778 | 5.114e-12     |  |
| <b>LM.3</b>  | 117.97 | 1.110e-16       | 6.977 | 0.000e+00     |  |
| <b>LM.3e</b> | 64.46  | 1.929e-11       | 9.520 | 1.280e-11     |  |
| <b>LM.4</b>  | 126.05 | 7.772e-16       | 5.601 | 2.220e-16     |  |
| <b>LM.S2</b> | 24.26  | 4.683e-04       | 4.057 | 4.837e-04     |  |
| <b>LM.S3</b> | 41.87  | 1.953e-07       | 7.056 | 2.001e-07     |  |
| <b>LM.S4</b> | 8.75   | 1.881e-01       | 1.437 | 1.966e-01     |  |
| <b>LM.H1</b> | 54.80  | 5.091e-10       | 9.387 | 3.863e-10     |  |
| <b>LM.H2</b> | 24.26  | 4.683e-04       | 4.057 | 4.837e-04     |  |
| <b>LM.H3</b> | 41.87  | 1.953e-07       | 7.056 | 2.001e-07     |  |
| <b>LM.H4</b> | 8.75   | 1.881e-01       | 1.437 | 1.966e-01     |  |
| <b>LM.HE</b> | 43.82  | 1.641e-05       | 3.682 | 1.717e-05     |  |
| <b>LM.HL</b> | 22.29  | 3.444e-02       | 1.847 | 3.673e-02     |  |

### Société générale

| <b>d=1</b>   |        | <b>Khi Deux</b> |       | <b>Fisher</b> |              | <b>d=2</b> |           | <b>Khi Deux</b> |           | <b>Fisher</b> |        |           |
|--------------|--------|-----------------|-------|---------------|--------------|------------|-----------|-----------------|-----------|---------------|--------|-----------|
| <b>Test</b>  | Tstat  | P value         | Tstat | P value       | <b>Test</b>  | Tstat      | P value   | Tstat           | P value   | <b>Test</b>   | Tstat  | P value   |
| <b>LM.1</b>  | 35.39  | 9.460e-06       | 5.123 | 8.977e-06     | <b>LM.1</b>  | 17.12      | 1.661e-02 | 2.450           | 1.688e-02 | <b>LM.1</b>   | 17.12  | 1.661e-02 |
| <b>LM.2</b>  | 66.32  | 8.885e-09       | 4.878 | 6.500e-09     | <b>LM.2</b>  | 53.91      | 1.331e-06 | 3.932           | 1.141e-06 | <b>LM.2</b>   | 53.91  | 1.331e-06 |
| <b>LM.3</b>  | 92.25  | 6.575e-11       | 4.583 | 3.392e-11     | <b>LM.3</b>  | 68.46      | 6.184e-07 | 3.347           | 4.832e-07 | <b>LM.3</b>   | 68.46  | 6.184e-07 |
| <b>LM.3e</b> | 35.48  | 2.181e-05       | 4.492 | 2.082e-05     | <b>LM.3e</b> | 32.66      | 7.078e-05 | 4.128           | 6.871e-05 | <b>LM.3e</b>  | 32.66  | 7.078e-05 |
| <b>LM.4</b>  | 103.57 | 1.325e-10       | 3.871 | 6.173e-11     | <b>LM.4</b>  | 100.75     | 3.828e-10 | 3.758           | 1.902e-10 | <b>LM.4</b>   | 100.75 | 3.828e-10 |
| <b>LM.S2</b> | 31.65  | 4.710e-05       | 4.550 | 4.862e-05     | <b>LM.S2</b> | 37.19      | 4.309e-06 | 5.367           | 4.347e-06 | <b>LM.S2</b>  | 37.19  | 4.309e-06 |
| <b>LM.S3</b> | 27.09  | 3.213e-04       | 3.865 | 3.530e-04     | <b>LM.S3</b> | 15.08      | 3.504e-02 | 2.134           | 3.741e-02 | <b>LM.S3</b>  | 15.08  | 3.504e-02 |
| <b>LM.S4</b> | 12.03  | 9.954e-02       | 1.692 | 1.067e-01     | <b>LM.S4</b> | 33.77      | 1.900e-05 | 4.818           | 2.221e-05 | <b>LM.S4</b>  | 33.77  | 1.900e-05 |
| <b>LM.H1</b> | 35.39  | 9.460e-06       | 5.123 | 8.977e-06     | <b>LM.H1</b> | 17.12      | 1.661e-02 | 2.450           | 1.688e-02 | <b>LM.H1</b>  | 17.12  | 1.661e-02 |
| <b>LM.H2</b> | 31.65  | 4.710e-05       | 4.550 | 4.862e-05     | <b>LM.H2</b> | 37.19      | 4.309e-06 | 5.367           | 4.347e-06 | <b>LM.H2</b>  | 37.19  | 4.309e-06 |
| <b>LM.H3</b> | 27.09  | 3.213e-04       | 3.865 | 3.530e-04     | <b>LM.H3</b> | 15.08      | 3.504e-02 | 2.134           | 3.741e-02 | <b>LM.H3</b>  | 15.08  | 3.504e-02 |
| <b>LM.H4</b> | 12.03  | 9.954e-02       | 1.692 | 1.067e-01     | <b>LM.H4</b> | 33.77      | 1.900e-05 | 4.818           | 2.221e-05 | <b>LM.H4</b>  | 33.77  | 1.900e-05 |
| <b>LM.HE</b> | 53.73  | 1.428e-06       | 3.883 | 1.488e-06     | <b>LM.HE</b> | 63.22      | 3.175e-08 | 4.598           | 3.080e-08 | <b>LM.HE</b>  | 63.22  | 3.175e-08 |
| <b>LM.HL</b> | 57.91  | 2.723e-07       | 4.197 | 2.760e-07     | <b>LM.HL</b> | 33.13      | 2.759e-03 | 2.362           | 3.036e-03 | <b>LM.HL</b>  | 33.13  | 2.759e-03 |

| <b>d=3</b>   |        | <b>Khi Deux</b> |       | <b>Fisher</b> |              | <b>d=4</b> |           | <b>Khi Deux</b> |           | <b>Fisher</b> |        |           |
|--------------|--------|-----------------|-------|---------------|--------------|------------|-----------|-----------------|-----------|---------------|--------|-----------|
| <b>Test</b>  | Tstat  | P value         | Tstat | P value       | <b>Test</b>  | Tstat      | P value   | Tstat           | P value   | <b>Test</b>   | Tstat  | P value   |
| <b>LM.1</b>  | 24.47  | 9.427e-04       | 3.517 | 9.442e-04     | <b>LM.1</b>  | 8.278      | 3.087e-01 | 1.177           | 3.125e-01 | <b>LM.1</b>   | 8.278  | 3.087e-01 |
| <b>LM.2</b>  | 47.14  | 1.826e-05       | 3.423 | 1.670e-05     | <b>LM.2</b>  | 19.358     | 1.517e-01 | 1.380           | 1.546e-01 | <b>LM.2</b>   | 19.358 | 1.517e-01 |
| <b>LM.3</b>  | 90.24  | 1.465e-10       | 4.477 | 7.890e-11     | <b>LM.3</b>  | 60.522     | 1.064e-05 | 2.943           | 9.147e-06 | <b>LM.3</b>   | 60.522 | 1.064e-05 |
| <b>LM.3e</b> | 33.21  | 5.650e-05       | 4.198 | 5.468e-05     | <b>LM.3e</b> | 11.354     | 1.824e-01 | 1.415           | 1.852e-01 | <b>LM.3e</b>  | 11.354 | 1.824e-01 |
| <b>LM.4</b>  | 105.04 | 7.597e-11       | 3.930 | 3.419e-11     | <b>LM.4</b>  | 72.237     | 9.006e-06 | 2.643           | 7.317e-06 | <b>LM.4</b>   | 72.237 | 9.006e-06 |
| <b>LM.S2</b> | 23.03  | 1.684e-03       | 3.292 | 1.766e-03     | <b>LM.S2</b> | 11.139     | 1.327e-01 | 1.580           | 1.369e-01 | <b>LM.S2</b>  | 11.139 | 1.327e-01 |
| <b>LM.S3</b> | 44.45  | 1.745e-07       | 6.416 | 1.842e-07     | <b>LM.S3</b> | 41.682     | 5.986e-07 | 6.004           | 6.401e-07 | <b>LM.S3</b>  | 41.682 | 5.986e-07 |
| <b>LM.S4</b> | 15.71  | 2.790e-02       | 2.215 | 3.065e-02     | <b>LM.S4</b> | 12.190     | 9.448e-02 | 1.715           | 1.014e-01 | <b>LM.S4</b>  | 12.190 | 9.448e-02 |
| <b>LM.H1</b> | 24.47  | 9.427e-04       | 3.517 | 9.442e-04     | <b>LM.H1</b> | 8.278      | 3.087e-01 | 1.177           | 3.125e-01 | <b>LM.H1</b>  | 8.278  | 3.087e-01 |
| <b>LM.H2</b> | 23.03  | 1.684e-03       | 3.292 | 1.766e-03     | <b>LM.H2</b> | 11.139     | 1.327e-01 | 1.580           | 1.369e-01 | <b>LM.H2</b>  | 11.139 | 1.327e-01 |
| <b>LM.H3</b> | 44.45  | 1.745e-07       | 6.416 | 1.842e-07     | <b>LM.H3</b> | 41.682     | 5.986e-07 | 6.004           | 6.401e-07 | <b>LM.H3</b>  | 41.682 | 5.986e-07 |
| <b>LM.H4</b> | 15.71  | 2.790e-02       | 2.215 | 3.065e-02     | <b>LM.H4</b> | 12.190     | 9.448e-02 | 1.715           | 1.014e-01 | <b>LM.H4</b>  | 12.190 | 9.448e-02 |
| <b>LM.HE</b> | 48.23  | 1.204e-05       | 3.473 | 1.291e-05     | <b>LM.HE</b> | 20.795     | 1.070e-01 | 1.471           | 1.143e-01 | <b>LM.HE</b>  | 20.795 | 1.070e-01 |
| <b>LM.HL</b> | 36.06  | 1.021e-03       | 2.576 | 1.124e-03     | <b>LM.HL</b> | 40.159     | 2.410e-04 | 2.876           | 2.644e-04 | <b>LM.HL</b>  | 40.159 | 2.410e-04 |

| <b>d=5</b>   |        | <b>Khi Deux</b> |       | <b>Fisher</b> |  |
|--------------|--------|-----------------|-------|---------------|--|
| <b>Test</b>  | Tstat  | P value         | Tstat | P value       |  |
| <b>LM.1</b>  | 17.122 | 1.662e-02       | 2.449 | 1.689e-02     |  |
| <b>LM.2</b>  | 26.833 | 2.024e-02       | 1.923 | 2.051e-02     |  |
| <b>LM.3</b>  | 39.087 | 9.582e-03       | 1.874 | 9.576e-03     |  |
| <b>LM.3e</b> | 17.766 | 2.305e-02       | 2.223 | 2.343e-02     |  |
| <b>LM.4</b>  | 68.594 | 2.919e-05       | 2.503 | 2.474e-05     |  |
| <b>LM.S2</b> | 9.819  | 1.991e-01       | 1.392 | 2.046e-01     |  |
| <b>LM.S3</b> | 12.469 | 8.614e-02       | 1.762 | 9.092e-02     |  |
| <b>LM.S4</b> | 30.267 | 8.484e-05       | 4.308 | 9.877e-05     |  |
| <b>LM.H1</b> | 17.122 | 1.662e-02       | 2.449 | 1.689e-02     |  |
| <b>LM.H2</b> | 9.819  | 1.991e-01       | 1.392 | 2.046e-01     |  |
| <b>LM.H3</b> | 12.469 | 8.614e-02       | 1.762 | 9.092e-02     |  |
| <b>LM.H4</b> | 30.267 | 8.484e-05       | 4.308 | 9.877e-05     |  |
| <b>LM.HE</b> | 44.922 | 4.200e-05       | 3.228 | 4.556e-05     |  |
| <b>LM.HL</b> | 37.921 | 5.342e-04       | 2.712 | 5.876e-04     |  |

**Total**

| <b>d=1</b>   |         | <b>Khi Deux</b> |        | <b>Fisher</b> |              | <b>d=2</b> |           | <b>Khi Deux</b> |           | <b>Fisher</b> |         |           |
|--------------|---------|-----------------|--------|---------------|--------------|------------|-----------|-----------------|-----------|---------------|---------|-----------|
| <b>Test</b>  | Tstat   | P value         | Tstat  | P value       | <b>Test</b>  | Tstat      | P value   | Tstat           | P value   | <b>Test</b>   | Tstat   | P value   |
| <b>LM.1</b>  | 23.946  | 8.190e-05       | 6.045  | 7.959e-05     | <b>LM.1</b>  | 8.476      | 7.563e-02 | 2.118           | 7.626e-02 | <b>LM.1</b>   | 8.476   | 7.563e-02 |
| <b>LM.2</b>  | 98.672  | 0.000e+00       | 13.058 | 0.000e+00     | <b>LM.2</b>  | 43.720     | 6.428e-07 | 5.576           | 5.543e-07 | <b>LM.2</b>   | 43.720  | 6.428e-07 |
| <b>LM.3</b>  | 111.579 | 0.000e+00       | 9.906  | 0.000e+00     | <b>LM.3</b>  | 79.138     | 6.025e-12 | 6.872           | 3.182e-12 | <b>LM.3</b>   | 79.138  | 6.025e-12 |
| <b>LM.3e</b> | 40.882  | 9.914e-08       | 8.343  | 8.543e-08     | <b>LM.3e</b> | 8.507      | 1.304e-01 | 1.700           | 1.315e-01 | <b>LM.3e</b>  | 8.507   | 1.304e-01 |
| <b>LM.4</b>  | 114.321 | 1.110e-16       | 7.607  | 0.000e+00     | <b>LM.4</b>  | 111.501    | 2.220e-16 | 7.405           | 1.110e-16 | <b>LM.4</b>   | 111.501 | 2.220e-16 |
| <b>LM.S2</b> | 75.893  | 1.332e-15       | 19.778 | 6.661e-16     | <b>LM.S2</b> | 35.437     | 3.778e-07 | 8.990           | 3.548e-07 | <b>LM.S2</b>  | 35.437  | 3.778e-07 |
| <b>LM.S3</b> | 13.779  | 8.033e-03       | 3.438  | 8.322e-03     | <b>LM.S3</b> | 36.441     | 2.348e-07 | 9.227           | 2.288e-07 | <b>LM.S3</b>  | 36.441  | 2.348e-07 |
| <b>LM.S4</b> | 2.954   | 5.655e-01       | 0.730  | 5.715e-01     | <b>LM.S4</b> | 34.095     | 7.125e-07 | 8.597           | 7.343e-07 | <b>LM.S4</b>  | 34.095  | 7.125e-07 |
| <b>LM.H1</b> | 23.946  | 8.190e-05       | 6.045  | 7.959e-05     | <b>LM.H1</b> | 8.476      | 7.563e-02 | 2.118           | 7.626e-02 | <b>LM.H1</b>  | 8.476   | 7.563e-02 |
| <b>LM.H2</b> | 75.893  | 1.332e-15       | 19.778 | 6.661e-16     | <b>LM.H2</b> | 35.437     | 3.778e-07 | 8.990           | 3.548e-07 | <b>LM.H2</b>  | 35.437  | 3.778e-07 |
| <b>LM.H3</b> | 13.779  | 8.033e-03       | 3.438  | 8.322e-03     | <b>LM.H3</b> | 36.441     | 2.348e-07 | 9.227           | 2.288e-07 | <b>LM.H3</b>  | 36.441  | 2.348e-07 |
| <b>LM.H4</b> | 2.954   | 5.655e-01       | 0.730  | 5.715e-01     | <b>LM.H4</b> | 34.095     | 7.125e-07 | 8.597           | 7.343e-07 | <b>LM.H4</b>  | 34.095  | 7.125e-07 |
| <b>LM.HE</b> | 72.239  | 1.758e-12       | 9.341  | 1.177e-12     | <b>LM.HE</b> | 60.287     | 4.094e-10 | 7.734           | 3.285e-10 | <b>LM.HE</b>  | 60.287  | 4.094e-10 |
| <b>LM.HL</b> | 20.804  | 7.686e-03       | 2.600  | 7.982e-03     | <b>LM.HL</b> | 49.446     | 5.221e-08 | 6.297           | 4.735e-08 | <b>LM.HL</b>  | 49.446  | 5.221e-08 |

| <b>d=3</b>   |        | <b>Khi Deux</b> |        | <b>Fisher</b> |              | <b>d=4</b> |           | <b>Khi Deux</b> |           | <b>Fisher</b> |        |           |
|--------------|--------|-----------------|--------|---------------|--------------|------------|-----------|-----------------|-----------|---------------|--------|-----------|
| <b>Test</b>  | Tstat  | P value         | Tstat  | P value       | <b>Test</b>  | Tstat      | P value   | Tstat           | P value   | <b>Test</b>   | Tstat  | P value   |
| <b>LM.1</b>  | 19.53  | 6.179e-04       | 4.916  | 6.116e-04     | <b>LM.1</b>  | 16.91      | 2.014e-03 | 4.249           | 2.010e-03 | <b>LM.1</b>   | 16.91  | 2.014e-03 |
| <b>LM.2</b>  | 51.30  | 2.295e-08       | 6.576  | 1.815e-08     | <b>LM.2</b>  | 58.97      | 7.425e-10 | 7.597           | 5.273e-10 | <b>LM.2</b>   | 58.97  | 7.425e-10 |
| <b>LM.3</b>  | 82.64  | 1.290e-12       | 7.193  | 6.315e-13     | <b>LM.3</b>  | 100.52     | 4.441e-16 | 8.857           | 1.110e-16 | <b>LM.3</b>   | 100.52 | 4.441e-16 |
| <b>LM.3e</b> | 20.90  | 8.468e-04       | 4.209  | 8.371e-04     | <b>LM.3e</b> | 27.15      | 5.322e-05 | 5.492           | 5.111e-05 | <b>LM.3e</b>  | 27.15  | 5.322e-05 |
| <b>LM.4</b>  | 140.70 | 0.000e+00       | 9.537  | 0.000e+00     | <b>LM.4</b>  | 135.77     | 0.000e+00 | 9.171           | 0.000e+00 | <b>LM.4</b>   | 135.77 | 0.000e+00 |
| <b>LM.S2</b> | 32.17  | 1.762e-06       | 8.145  | 1.692e-06     | <b>LM.S2</b> | 42.52      | 1.300e-08 | 10.838          | 1.149e-08 | <b>LM.S2</b>  | 42.52  | 1.300e-08 |
| <b>LM.S3</b> | 32.41  | 1.579e-06       | 8.184  | 1.575e-06     | <b>LM.S3</b> | 43.19      | 9.452e-09 | 10.984          | 8.756e-09 | <b>LM.S3</b>  | 43.19  | 9.452e-09 |
| <b>LM.S4</b> | 61.31  | 1.536e-12       | 15.741 | 1.244e-12     | <b>LM.S4</b> | 37.68      | 1.304e-07 | 9.524           | 1.320e-07 | <b>LM.S4</b>  | 37.68  | 1.304e-07 |
| <b>LM.H1</b> | 19.53  | 6.179e-04       | 4.916  | 6.116e-04     | <b>LM.H1</b> | 16.91      | 2.014e-03 | 4.249           | 2.010e-03 | <b>LM.H1</b>  | 16.91  | 2.014e-03 |
| <b>LM.H2</b> | 32.17  | 1.762e-06       | 8.145  | 1.692e-06     | <b>LM.H2</b> | 42.52      | 1.300e-08 | 10.838          | 1.149e-08 | <b>LM.H2</b>  | 42.52  | 1.300e-08 |
| <b>LM.H3</b> | 32.41  | 1.579e-06       | 8.184  | 1.575e-06     | <b>LM.H3</b> | 43.19      | 9.452e-09 | 10.984          | 8.756e-09 | <b>LM.H3</b>  | 43.19  | 9.452e-09 |
| <b>LM.H4</b> | 61.31  | 1.536e-12       | 15.741 | 1.244e-12     | <b>LM.H4</b> | 37.68      | 1.304e-07 | 9.524           | 1.320e-07 | <b>LM.H4</b>  | 37.68  | 1.304e-07 |
| <b>LM.HE</b> | 106.94 | 0.000e+00       | 14.159 | 0.000e+00     | <b>LM.HE</b> | 74.35      | 6.648e-13 | 9.628           | 4.287e-13 | <b>LM.HE</b>  | 74.35  | 6.648e-13 |
| <b>LM.HL</b> | 39.48  | 4.007e-06       | 4.995  | 3.927e-06     | <b>LM.HL</b> | 79.06      | 7.550e-14 | 10.271          | 4.452e-14 | <b>LM.HL</b>  | 79.06  | 7.550e-14 |

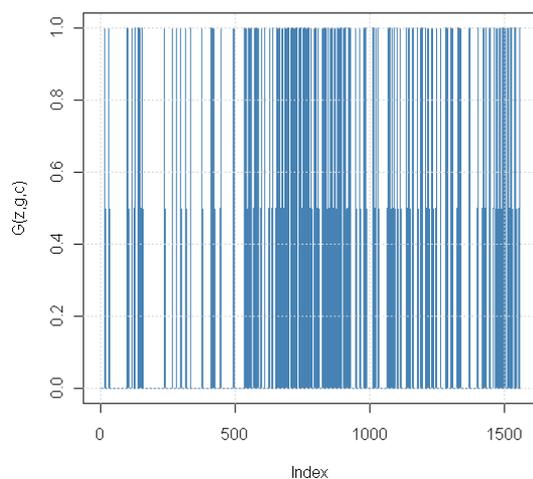
### Annexes 33 : Résultats des estimations

#### AXA(5,5) d=4

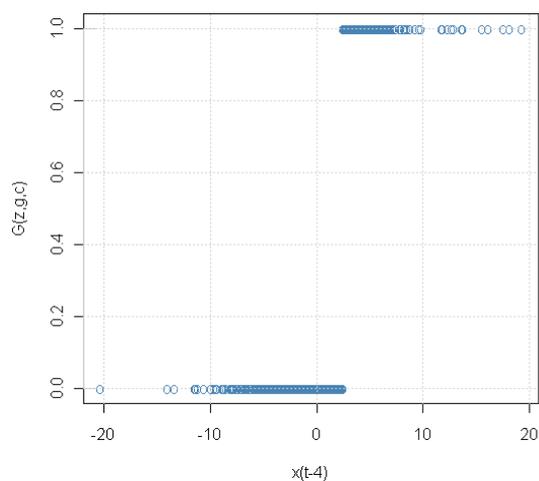
|                   | Estimate   | Std. Error | t value  | Pr(> t )     |
|-------------------|------------|------------|----------|--------------|
| <b>Gamma</b>      | 6.117e+04  | 6.082e+10  | 1.01e-06 | 1.00000      |
| <b>Treshold</b>   | 2.472e+00  | 6.849e+02  | 0.004    | 0.99712      |
| <b>Intercep_1</b> | -4.042e-02 | 8.896e-02  | -0.454   | 0.64958      |
| <b>AR_1(1)</b>    | 1.145e-01  | 2.836e-02  | 4.037    | 5.41e-05 *** |
| <b>AR_1(2)</b>    | -2.574e-02 | 2.766e-02  | -0.931   | 0.35207      |
| <b>AR_1(3)</b>    | -4.757e-02 | 2.802e-02  | -1.698   | 0.08956 .    |
| <b>AR_1(4)</b>    | 7.553e-02  | 3.582e-02  | 2.109    | 0.03499 *    |
| <b>AR_1(5)</b>    | -7.440e-02 | 2.858e-02  | -2.603   | 0.00923 **   |
| <b>Intercep_2</b> | -5.101e-01 | 4.107e-01  | -1.242   | 0.21426      |
| <b>AR_2(1)</b>    | -3.028e-01 | 6.025e-02  | -5.026   | 5.02e-07 *** |
| <b>AR_2(2)</b>    | -1.806e-01 | 6.377e-02  | -2.832   | 0.00463 **   |
| <b>AR_2(3)</b>    | -3.112e-02 | 6.141e-02  | -0.507   | 0.61232      |
| <b>AR_2(4)</b>    | 4.814e-02  | 7.896e-02  | 0.610    | 0.54205      |
| <b>AR_2(5)</b>    | -2.876e-02 | 5.907e-02  | -0.487   | 0.62638      |

**Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1**

Transition Function



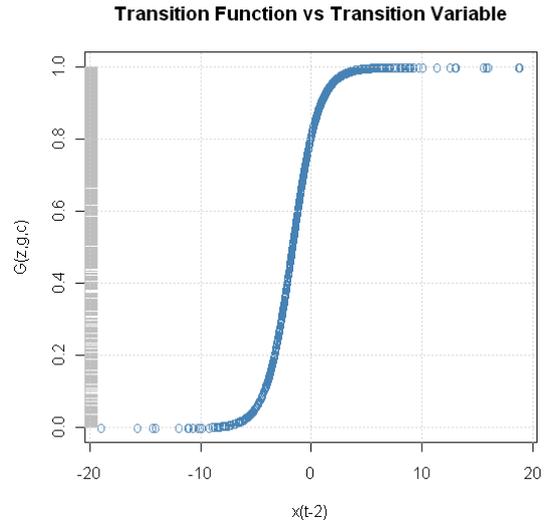
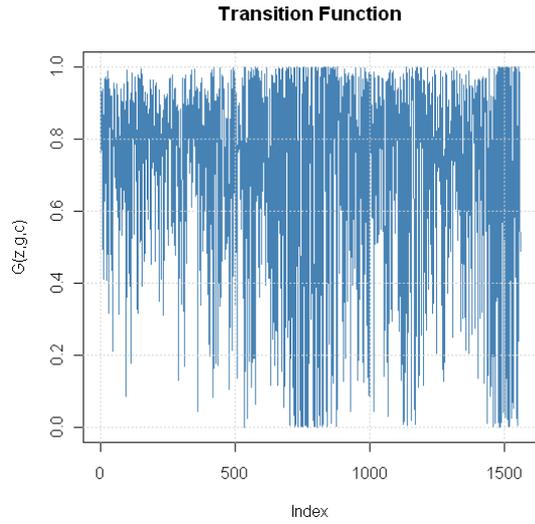
Transition Function vs Transition Variable



#### BNP PARIBAS(3,2) d=2

|                   | Estimate | Std. Error | t value | Pr(> t )     |
|-------------------|----------|------------|---------|--------------|
| <b>Gamma</b>      | 2.56965  | 1.66483    | 1.543   | 0.1227       |
| <b>Treshold</b>   | -1.62889 | 1.04106    | -1.565  | 0.1177       |
| <b>Intercep_1</b> | 1.54363  | 0.93014    | 1.660   | 0.0970 .     |
| <b>AR_1(1)</b>    | -0.05667 | 0.04897    | -1.157  | 0.2472       |
| <b>AR_1(2)</b>    | 0.29173  | 0.11927    | 2.446   | 0.0144 *     |
| <b>AR_1(3)</b>    | -0.11710 | 0.02513    | -4.659  | 3.18e-06 *** |
| <b>Intercep_2</b> | -2.11530 | 1.19115    | -1.776  | 0.0758 .     |
| <b>AR_2(1)</b>    | 0.12503  | 0.06980    | 1.791   | 0.0733 .     |
| <b>AR_2(2)</b>    | -0.16157 | 0.12274    | -1.316  | 0.1880       |

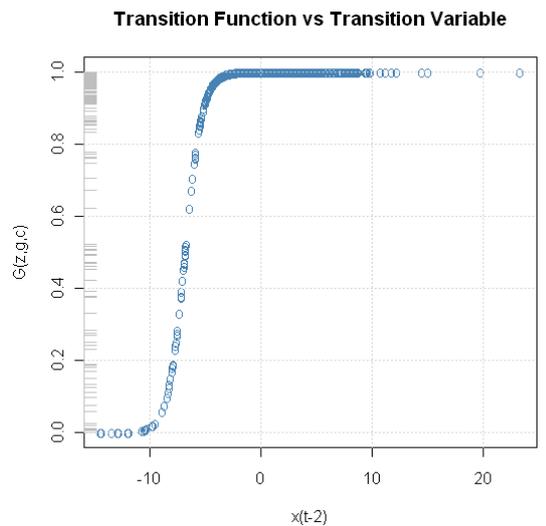
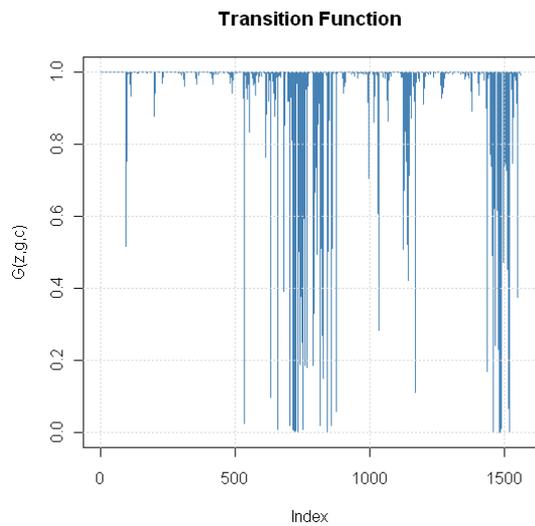
**Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1**



**Crédit agricole(3,3) d=2**

|                   | Estimate | Std. Error | t value | Pr(> t )     |
|-------------------|----------|------------|---------|--------------|
| <b>Gamma</b>      | 4.1916   | 3.5004     | 1.197   | 0.231127     |
| <b>Treshold</b>   | -6.7002  | 1.0230     | -6.550  | 5.77e-11 *** |
| <b>Intercep_1</b> | -5.5990  | 2.4690     | -2.268  | 0.023346 *   |
| <b>AR_1(1)</b>    | -0.2655  | 0.1178     | -2.253  | 0.024278 *   |
| <b>AR_1(2)</b>    | -0.5955  | 0.2475     | -2.406  | 0.016119 *   |
| <b>AR_1(3)</b>    | -0.4913  | 0.1371     | -3.584  | 0.000339 *** |
| <b>Intercep_2</b> | 5.4802   | 2.4777     | 2.212   | 0.026982 *   |
| <b>AR_2(1)</b>    | 0.3231   | 0.1226     | 2.636   | 0.008387 **  |
| <b>AR_2(2)</b>    | 0.5769   | 0.2453     | 2.352   | 0.018681 *   |
| <b>AR_2(3)</b>    | 0.4495   | 0.1410     | 3.187   | 0.001436 **  |

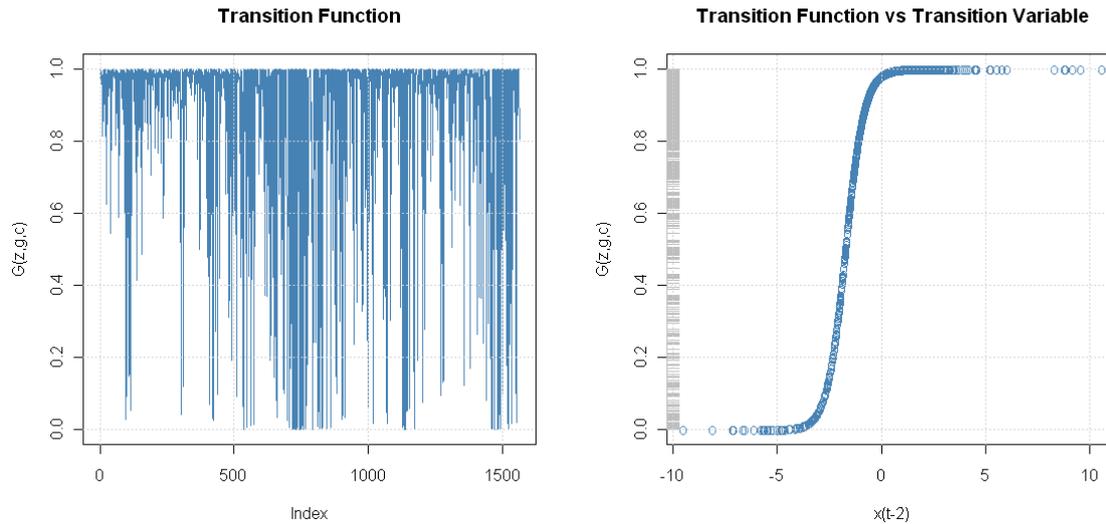
*Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1*



**Cac40 (4,3) d=2**

|                   | Estimate | Std. Error | t value | Pr(> t )     |
|-------------------|----------|------------|---------|--------------|
| <b>Gamma</b>      | 3.72188  | 2.14006    | 1.739   | 0.082008 .   |
| <b>Treshold</b>   | -1.66707 | 0.33300    | -5.006  | 5.55e-07 *** |
| <b>Intercep_1</b> | 0.04759  | 0.36280    | 0.131   | 0.895647     |
| <b>AR_1(1)</b>    | -0.21446 | 0.06337    | -3.385  | 0.000713 *** |

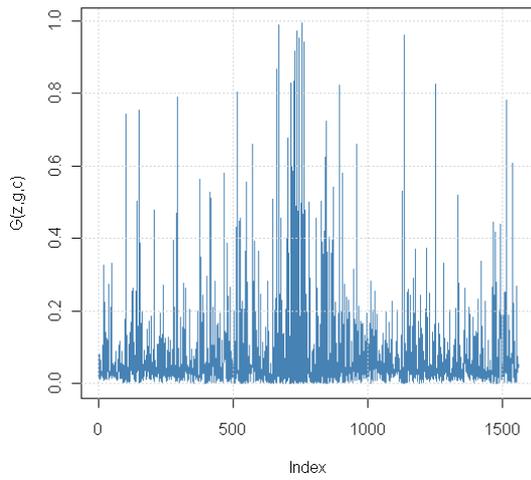
|  |          |         |        |              |
|--|----------|---------|--------|--------------|
| <b>AR_1(2)</b>   | 0.01617  | 0.10149 | 0.159  | 0.873439     |
| <b>AR_1(3)</b>   | -0.51199 | 0.10611 | -4.825 | 1.40e-06 *** |
| <b>AR_1(4)</b>   | 0.04149  | 0.02544 | 1.631  | 0.102933     |
| <b>Intercep_2</b>  | -0.07023 | 0.39055 | -0.180 | 0.857299     |
| <b>AR_2(1)</b>   | 0.20644  | 0.07442 | 2.774  | 0.005535 **  |
| <b>AR_2(2)</b>   | -0.08210 | 0.09664 | -0.850 | 0.395542     |
| <b>AR_2(3)</b>   | 0.52063  | 0.11612 | 4.484  | 7.34e-06 *** |
| <b>Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1</b> |          |         |        |              |



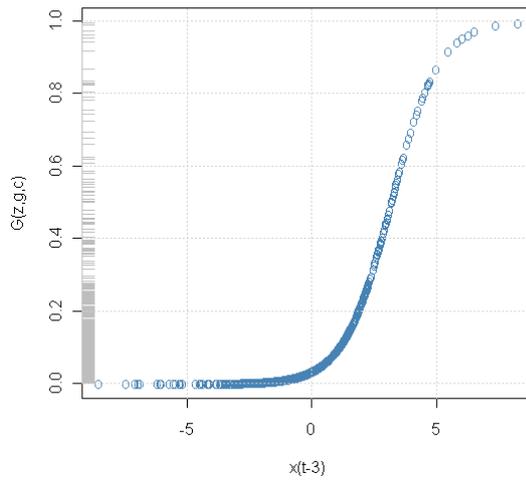
### Danone (3,3) d=3

|  | <b>Estimate</b> | <b>Std. Error</b> | <b>t value</b> | <b>Pr(&gt; t )</b> |
|--|-----------------|-------------------|----------------|--------------------|
| <b>Gamma</b>   | 1.68327         | 0.88175           | 1.909          | 0.05626 .          |
| <b>Threshold</b>   | 3.21324         | 1.12306           | 2.861          | 0.00422 **         |
| <b>Intercep_1</b>  | 0.20415         | 0.18501           | 1.103          | 0.26982            |
| <b>AR_1(1)</b>   | -0.07005        | 0.02914           | -2.404         | 0.01620 *          |
| <b>AR_1(2)</b>   | -0.08149        | 0.03469           | -2.349         | 0.01882 *          |
| <b>AR_1(3)</b>   | 0.07422         | 0.07050           | 1.053          | 0.29248            |
| <b>Intercep_2</b>  | -3.27167        | 2.84195           | -1.151         | 0.24965            |
| <b>AR_2(1)</b>   | 0.02346         | 0.14051           | 0.167          | 0.86739            |
| <b>AR_2(2)</b>   | -0.48890        | 0.26698           | -1.831         | 0.06707 .          |
| <b>AR_2(3)</b>   | 0.37335         | 0.42165           | 0.885          | 0.37592            |
| <b>Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1</b> |                 |                   |                |                    |

**Transition Function**



**Transition Function vs Transition Variable**

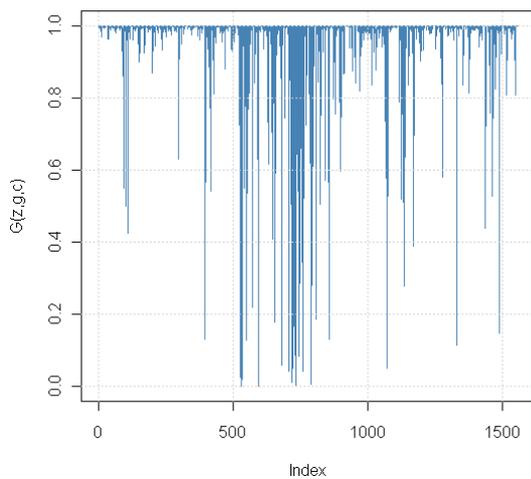


**L'oreal (4,4) d=1**

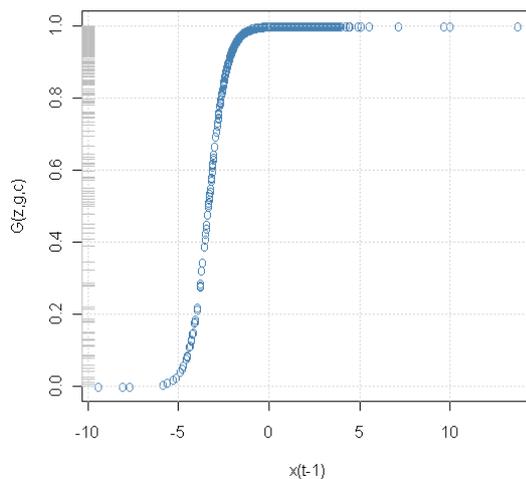
|                   | Estimate | Std. Error | t value | Pr(> t )     |
|-------------------|----------|------------|---------|--------------|
| <b>Gamma</b>      | 3.2900   | 1.8783     | 1.752   | 0.079854 .   |
| <b>Treshold</b>   | -3.2907  | 0.4152     | -7.926  | 2.22e-15 *** |
| <b>Intercep_1</b> | -2.1810  | 1.0730     | -2.033  | 0.042085 *   |
| <b>AR_1(1)</b>    | -0.7543  | 0.2253     | -3.348  | 0.000813 *** |
| <b>AR_1(2)</b>    | -0.4410  | 0.1340     | -3.291  | 0.000999 *** |
| <b>AR_1(3)</b>    | -0.3860  | 0.1140     | -3.386  | 0.000710 *** |
| <b>AR_1(4)</b>    | 0.6018   | 0.1814     | 3.317   | 0.000911 *** |
| <b>Intercep_2</b> | 2.2007   | 1.0890     | 2.021   | 0.043296 *   |
| <b>AR_2(1)</b>    | 0.6587   | 0.2171     | 3.035   | 0.002408 **  |
| <b>AR_2(2)</b>    | 0.3849   | 0.1399     | 2.752   | 0.005928 **  |
| <b>AR_2(3)</b>    | 0.3960   | 0.1214     | 3.261   | 0.001109 **  |
| <b>AR_2(4)</b>    | -0.5346  | 0.1884     | -2.837  | 0.004558 **  |

**Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1**

**Transition Function**



**Transition Function vs Transition Variable**

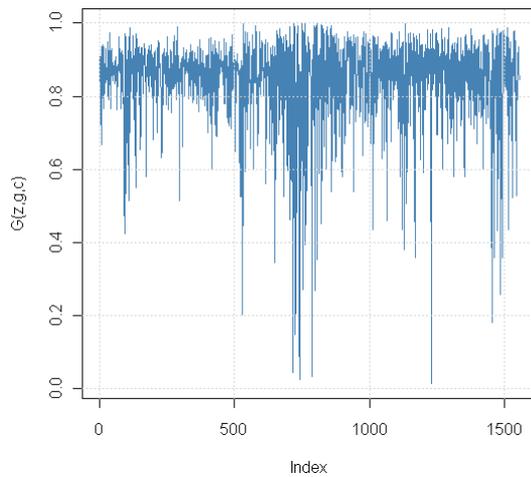


**LVMH (10,10) d=3**

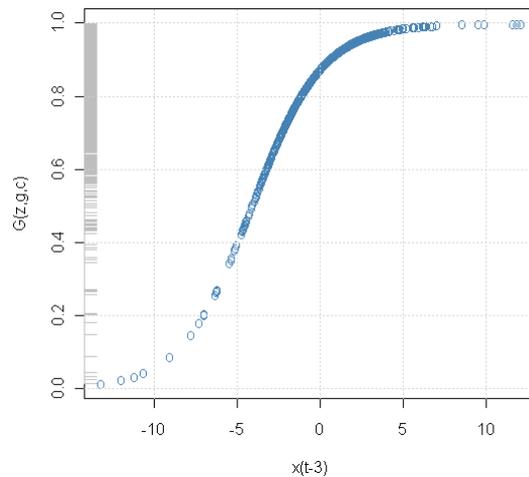
|                 | Estimate  | Std. Error | t value | Pr(> t )   |
|-----------------|-----------|------------|---------|------------|
| <b>Gamma</b>    | 0.975750  | 0.381054   | 2.561   | 0.01045 *  |
| <b>Treshold</b> | -4.044260 | 1.348971   | -2.998  | 0.00272 ** |

|                   |           |          |        |            |
|-------------------|-----------|----------|--------|------------|
| <b>Intercep_1</b> | 2.307884  | 1.757049 | 1.313  | 0.18901    |
| <b>AR_1(1)</b>    | -0.200985 | 0.148354 | -1.355 | 0.17549    |
| <b>AR_1(2)</b>    | -0.323956 | 0.171375 | -1.890 | 0.05871 .  |
| <b>AR_1(3)</b>    | 0.218614  | 0.194434 | 1.124  | 0.26086    |
| <b>AR_1(4)</b>    | 0.207162  | 0.166501 | 1.244  | 0.21342    |
| <b>AR_1(5)</b>    | -0.341944 | 0.154524 | -2.213 | 0.02691 *  |
| <b>AR_1(6)</b>    | 0.005147  | 0.134522 | 0.038  | 0.96948    |
| <b>AR_1(7)</b>    | -0.212299 | 0.160043 | -1.327 | 0.18467    |
| <b>AR_1(8)</b>    | 0.003124  | 0.144447 | 0.022  | 0.98274    |
| <b>AR_1(9)</b>    | -0.676711 | 0.269855 | -2.508 | 0.01215 *  |
| <b>AR_1(10)</b>   | -0.800094 | 0.273106 | -2.930 | 0.00339 ** |
| <b>Intercep_2</b> | -2.647187 | 2.069774 | -1.279 | 0.20091    |
| <b>AR_2(1)</b>    | 0.213416  | 0.172653 | 1.236  | 0.21642    |
| <b>AR_2(2)</b>    | 0.331900  | 0.200545 | 1.655  | 0.09793 .  |
| <b>AR_2(3)</b>    | -0.202035 | 0.151971 | -1.329 | 0.18371    |
| <b>AR_2(4)</b>    | -0.248824 | 0.194340 | -1.280 | 0.20042    |
| <b>AR_2(5)</b>    | 0.456662  | 0.183528 | 2.488  | 0.01284 *  |
| <b>AR_2(6)</b>    | -0.008602 | 0.160236 | -0.054 | 0.95719    |
| <b>AR_2(7)</b>    | 0.212607  | 0.188003 | 1.131  | 0.25811    |
| <b>AR_2(8)</b>    | -0.059009 | 0.168834 | -0.350 | 0.72671    |
| <b>AR_2(9)</b>    | 0.750670  | 0.305127 | 2.460  | 0.01389 *  |
| <b>AR_2(10)</b>   | 0.921990  | 0.309426 | 2.980  | 0.00289 ** |

Transition Function



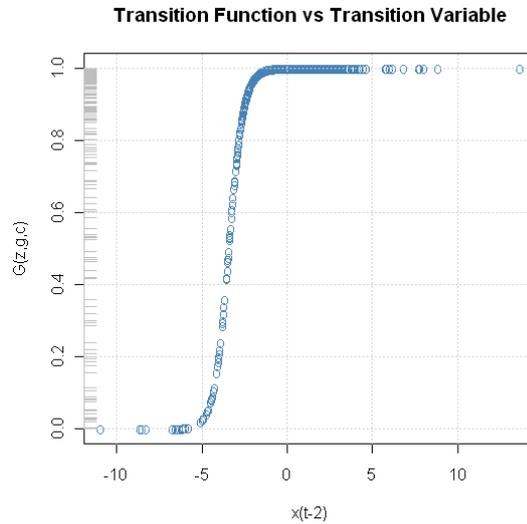
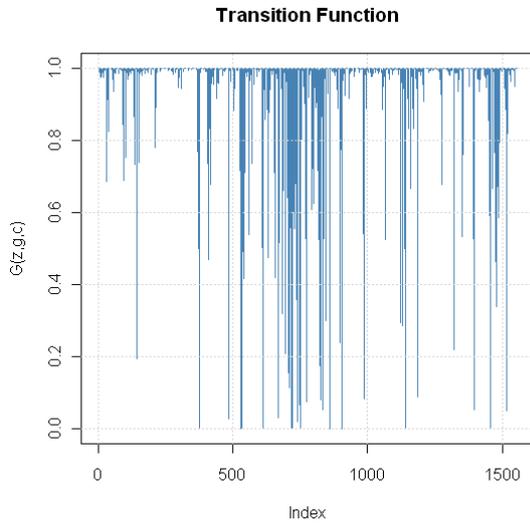
Transition Function vs Transition Variable



**Sanofi (6,6) d=2**

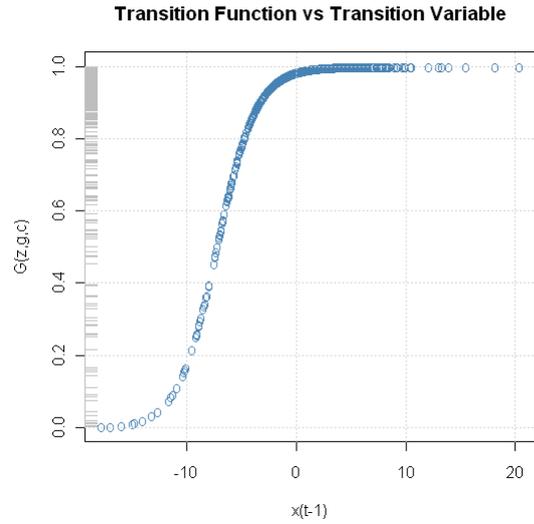
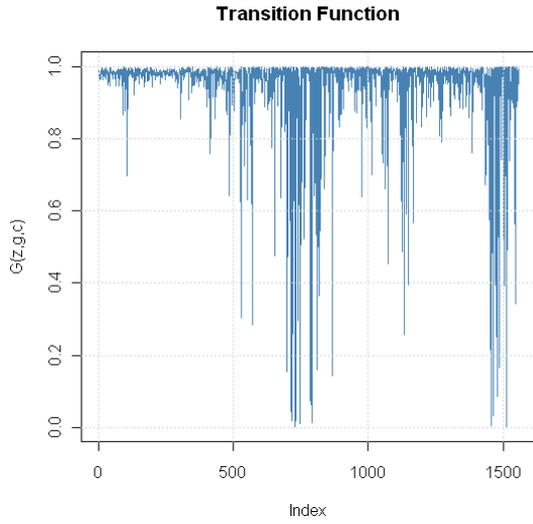
|                   | Estimate | Std. Error | t value | Pr(> t )     |
|-------------------|----------|------------|---------|--------------|
| <b>Gamma</b>      | 4.02068  | 1.53651    | 2.617   | 0.008877 **  |
| <b>Treshold</b>   | -3.35433 | 0.24287    | -13.811 | < 2e-16 ***  |
| <b>Intercep_1</b> | -0.61607 | 1.07510    | -0.573  | 0.566621     |
| <b>AR_1(1)</b>    | -0.22778 | 0.07882    | -2.890  | 0.003854 **  |
| <b>AR_1(2)</b>    | -0.14093 | 0.21682    | -0.650  | 0.515698     |
| <b>AR_1(3)</b>    | -0.56746 | 0.13370    | -4.244  | 2.19e-05 *** |
| <b>AR_1(4)</b>    | 0.83000  | 0.14460    | 5.740   | 9.47e-09 *** |
| <b>AR_1(5)</b>    | -0.41055 | 0.13156    | -3.121  | 0.001804 **  |
| <b>AR_1(6)</b>    | -0.60911 | 0.15195    | -4.009  | 6.11e-05 *** |
| <b>Intercep_2</b> | 0.60013  | 1.08414    | 0.554   | 0.579881     |
| <b>AR_2(1)</b>    | 0.19717  | 0.08477    | 2.326   | 0.020023 *   |
| <b>AR_2(2)</b>    | 0.10015  | 0.21179    | 0.473   | 0.636282     |

|  |          |         |        |              |
|--|----------|---------|--------|--------------|
| <b>AR_2(3)</b>   | 0.54806  | 0.13952 | 3.928  | 8.56e-05 *** |
| <b>AR_2(4)</b>   | -0.88612 | 0.14919 | -5.940 | 2.86e-09 *** |
| <b>AR_2(5)</b>   | 0.42977  | 0.13693 | 3.139  | 0.001698 **  |
| <b>AR_2(6)</b>   | 0.55594  | 0.15635 | 3.556  | 0.000377 *** |
| <b>Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1</b> |          |         |        |              |



**Société générale (7,7) d=1**

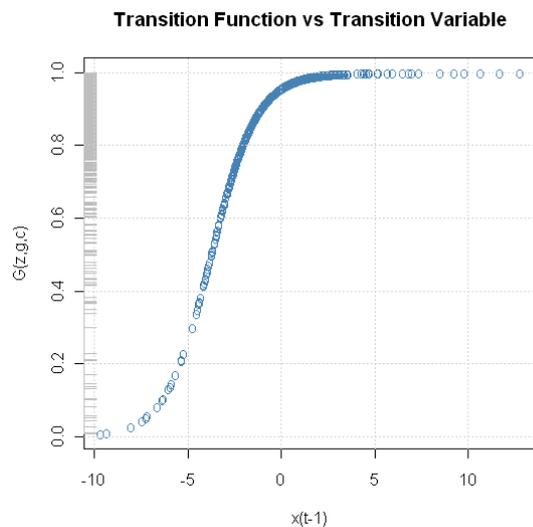
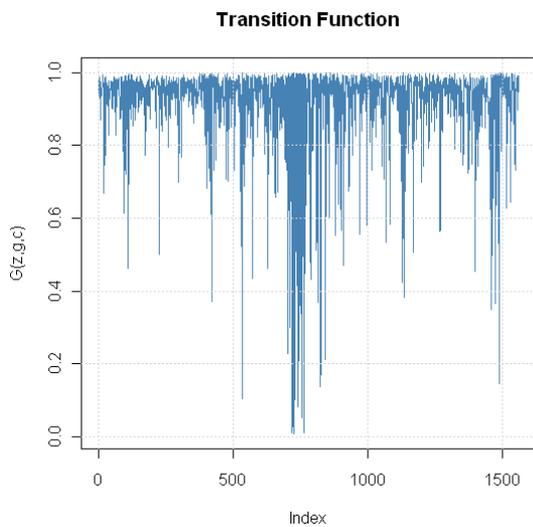
|  | <b>Estimate</b> | <b>Std. Error</b> | <b>t value</b> | <b>Pr(&gt; t )</b> |
|--|-----------------|-------------------|----------------|--------------------|
| <b>Gamma</b>   | 1.85414         | 0.92349           | 2.008          | 0.044669 *         |
| <b>Treshold</b>  | -7.14216        | 1.41989           | -5.030         | 4.9e-07 ***        |
| <b>Intercep_1</b>  | -1.10527        | 2.32410           | -0.476         | 0.634381           |
| <b>AR_1(1)</b>   | 0.23641         | 0.20995           | 1.126          | 0.260148           |
| <b>AR_1(2)</b>   | -0.53487        | 0.15339           | -3.487         | 0.000488 ***       |
| <b>AR_1(3)</b>   | -0.49923        | 0.16388           | -3.046         | 0.002317 **        |
| <b>AR_1(4)</b>   | 0.06356         | 0.11690           | 0.544          | 0.586644           |
| <b>AR_1(5)</b>   | -0.24106        | 0.11791           | -2.044         | 0.040912 *         |
| <b>AR_1(6)</b>   | -0.13360        | 0.11817           | -1.131         | 0.258234           |
| <b>AR_1(7)</b>   | -0.14632        | 0.12633           | -1.158         | 0.246779           |
| <b>Intercep_2</b>  | 1.06988         | 2.39522           | 0.447          | 0.655112           |
| <b>AR_2(1)</b>   | -0.16507        | 0.19551           | -0.844         | 0.398508           |
| <b>AR_2(2)</b>   | 0.50389         | 0.16437           | 3.065          | 0.002173 **        |
| <b>AR_2(3)</b>   | 0.55695         | 0.17501           | 3.182          | 0.001461 **        |
| <b>AR_2(4)</b>   | -0.10780        | 0.12641           | -0.853         | 0.393787           |
| <b>AR_2(5)</b>   | 0.25249         | 0.12680           | 1.991          | 0.046457 *         |
| <b>AR_2(6)</b>   | 0.06670         | 0.12772           | 0.522          | 0.601519           |
| <b>AR_2(7)</b>   | 0.11840         | 0.13731           | 0.862          | 0.388506           |
| <b>Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1</b> |                 |                   |                |                    |



**Total (4,4) d=1**

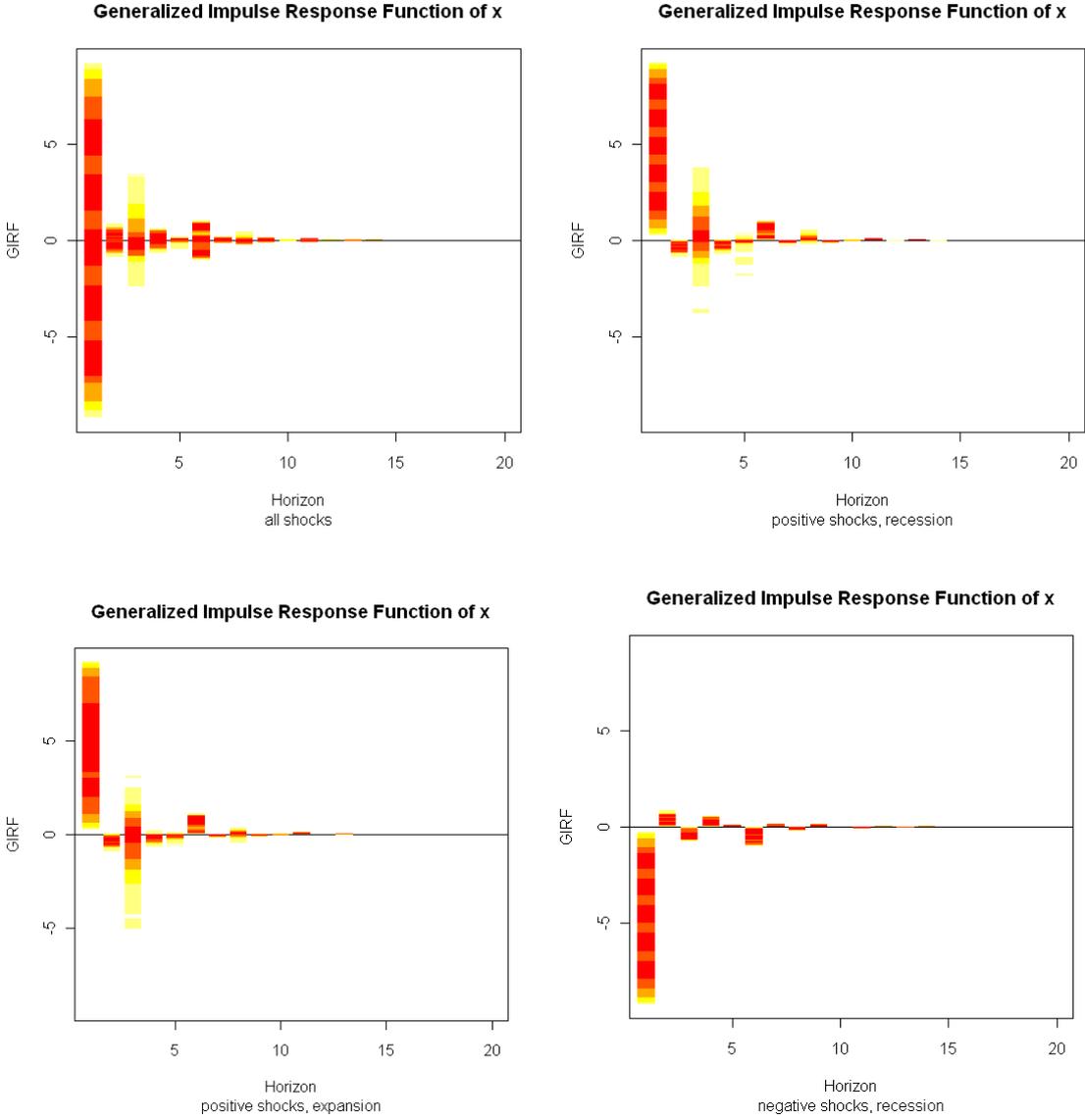
|                   | Estimate | Std. Error | t value | Pr(> t )     |
|-------------------|----------|------------|---------|--------------|
| <b>Gamma</b>      | 1.48853  | 0.80034    | 1.860   | 0.062904 .   |
| <b>Treshold</b>   | -3.69578 | 1.01830    | -3.629  | 0.000284 *** |
| <b>Intercep_1</b> | -2.74362 | 1.27234    | -2.156  | 0.031055 *   |
| <b>AR_1(1)</b>    | -0.75256 | 0.20897    | -3.601  | 0.000317 *** |
| <b>AR_1(2)</b>    | -0.43696 | 0.14037    | -3.113  | 0.001853 **  |
| <b>AR_1(3)</b>    | -0.23036 | 0.09087    | -2.535  | 0.011244 *   |
| <b>AR_1(4)</b>    | 0.22604  | 0.09859    | 2.293   | 0.021859 *   |
| <b>Intercep_2</b> | 2.83493  | 1.41817    | 1.999   | 0.045607 *   |
| <b>AR_2(1)</b>    | 0.71489  | 0.18371    | 3.891   | 9.97e-05 *** |
| <b>AR_2(2)</b>    | 0.42131  | 0.15454    | 2.726   | 0.006406 **  |
| <b>AR_2(3)</b>    | 0.19659  | 0.10342    | 1.901   | 0.057320 .   |
| <b>AR_2(4)</b>    | -0.19300 | 0.11116    | -1.736  | 0.082535 .   |

*Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1*

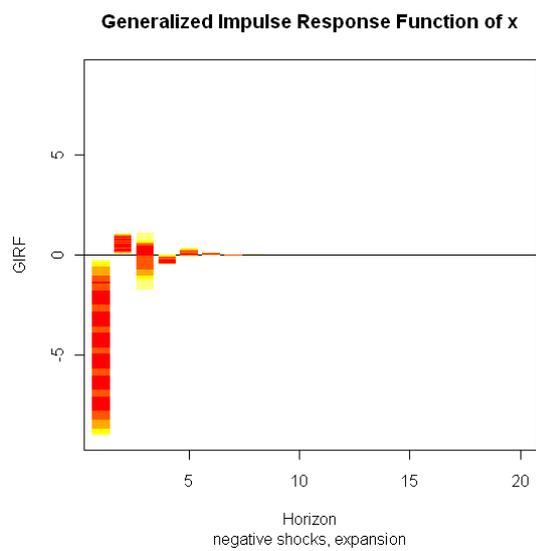
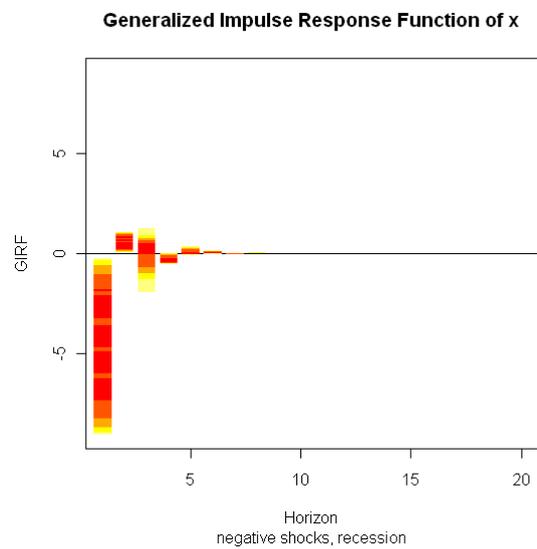
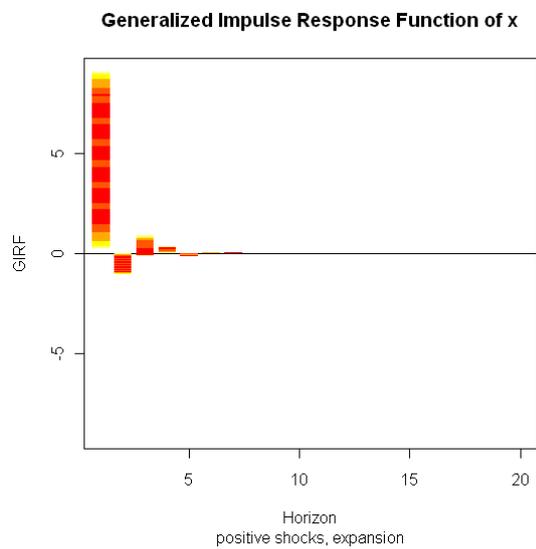
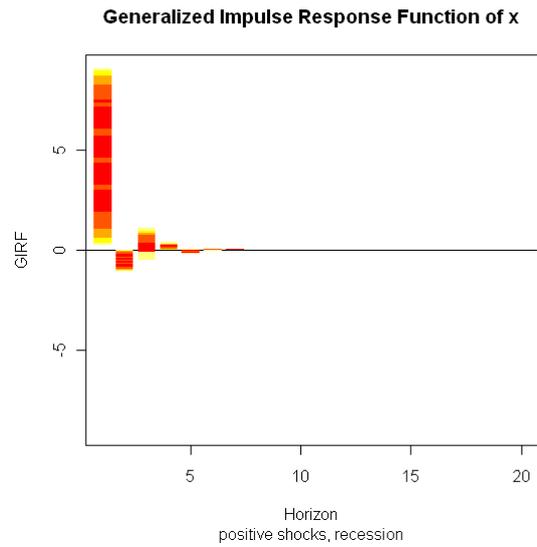
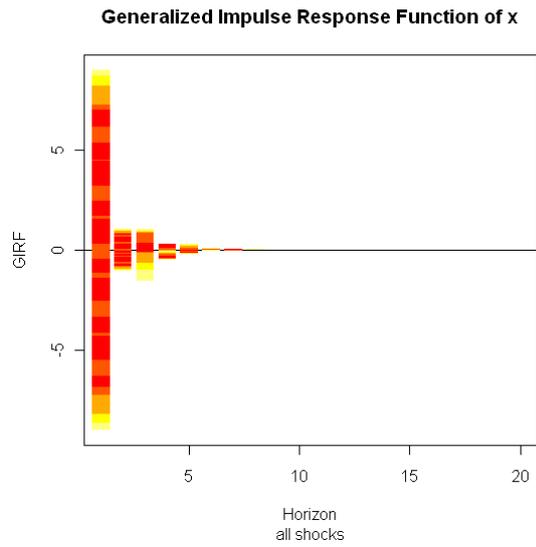


**Annexe 34: Generalized Impulse Response Function**

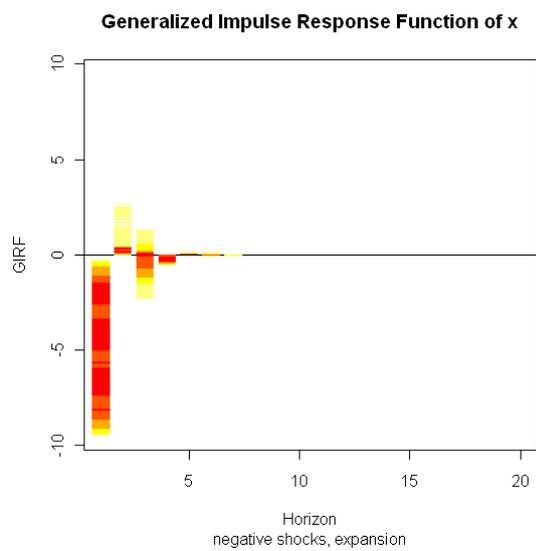
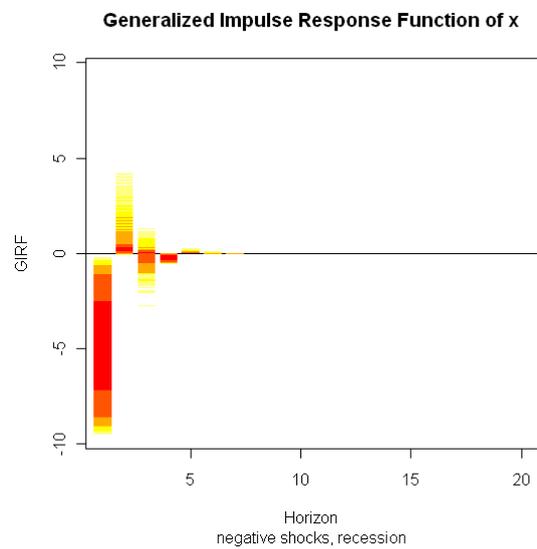
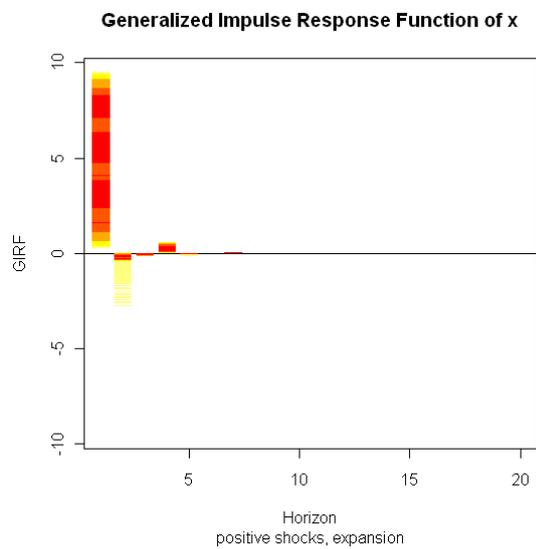
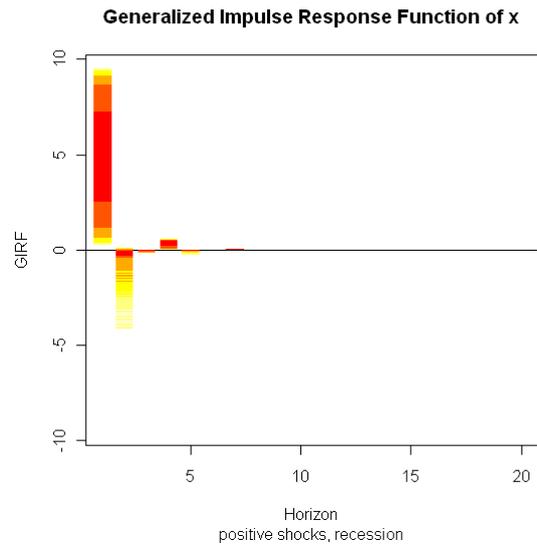
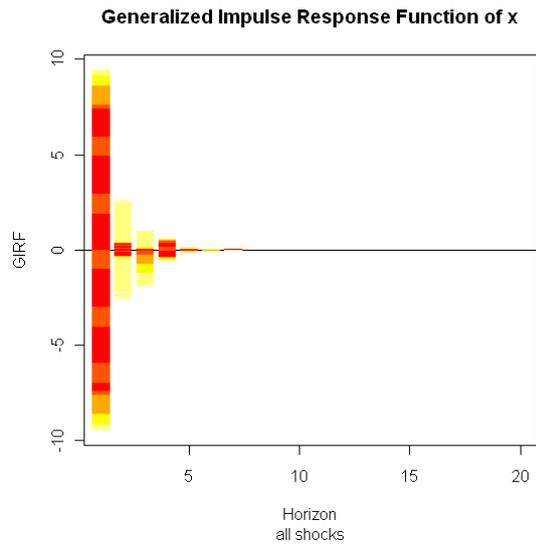
**AXA**



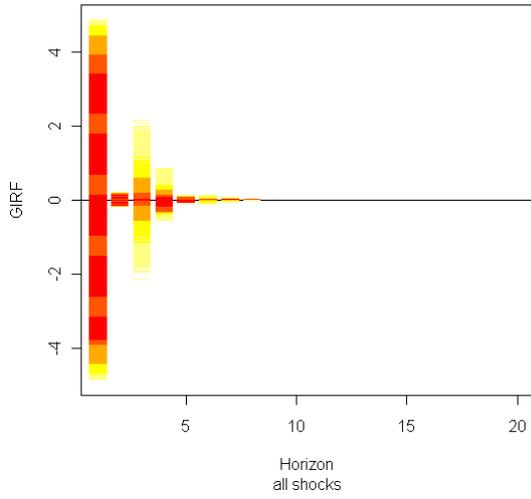
**BNP**



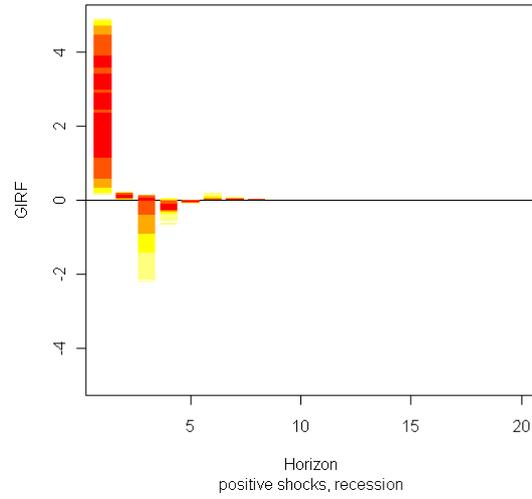
**Le crédit agricole**



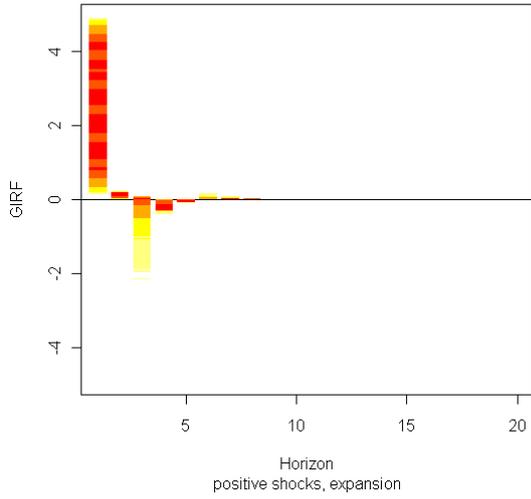
**Generalized Impulse Response Function of x**



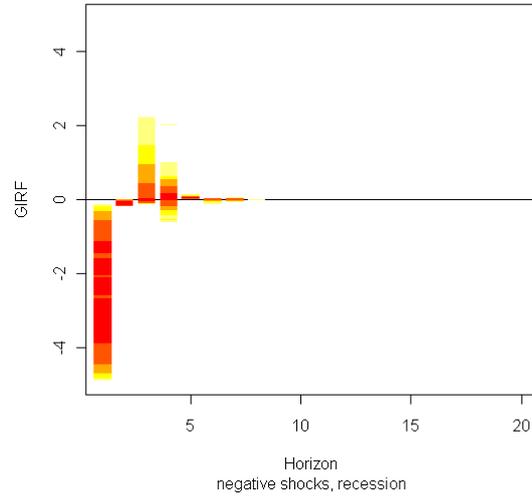
**Generalized Impulse Response Function of x**



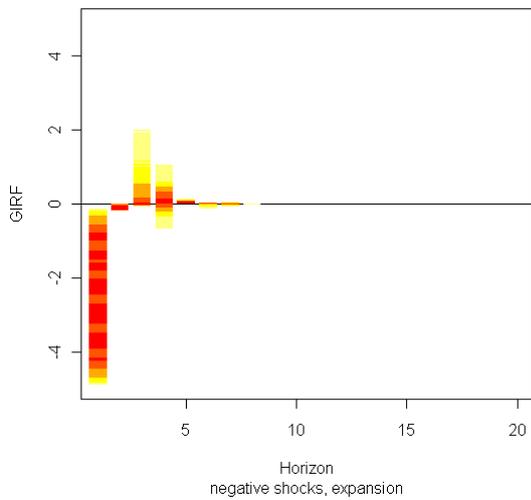
**Generalized Impulse Response Function of x**



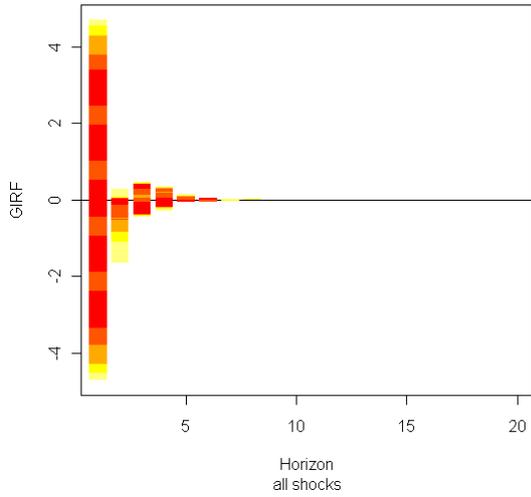
**Generalized Impulse Response Function of x**



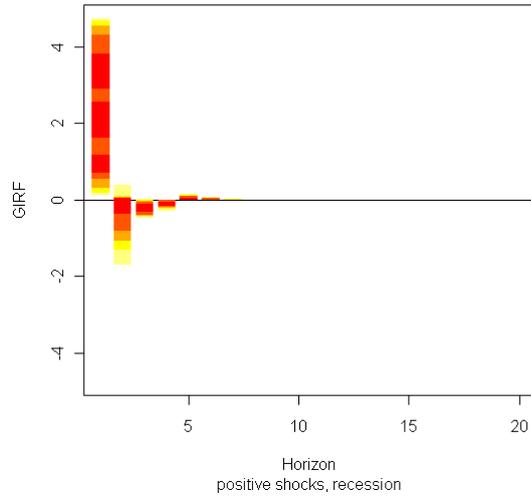
**Generalized Impulse Response Function of x**



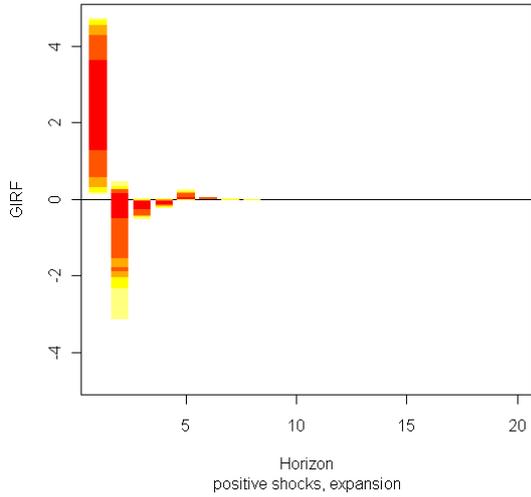
**Generalized Impulse Response Function of x**



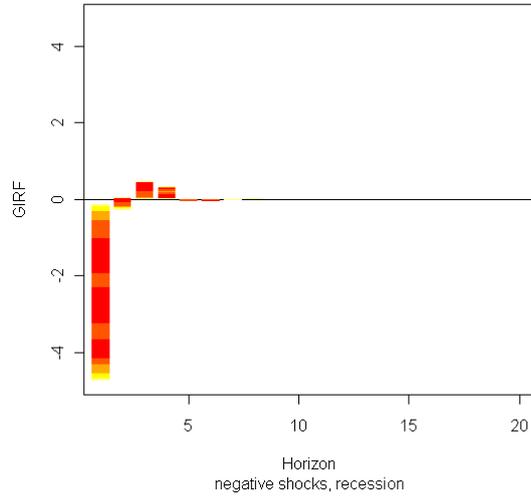
**Generalized Impulse Response Function of x**



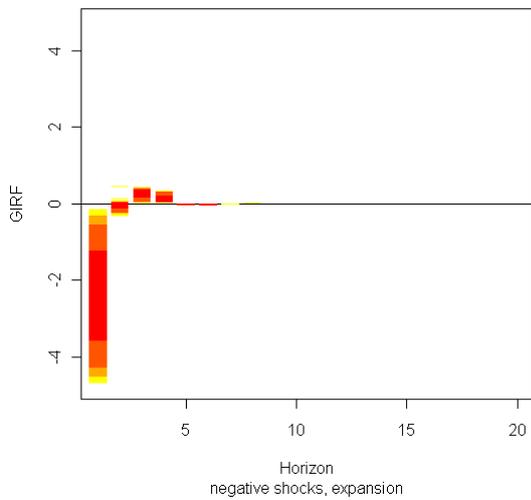
**Generalized Impulse Response Function of x**



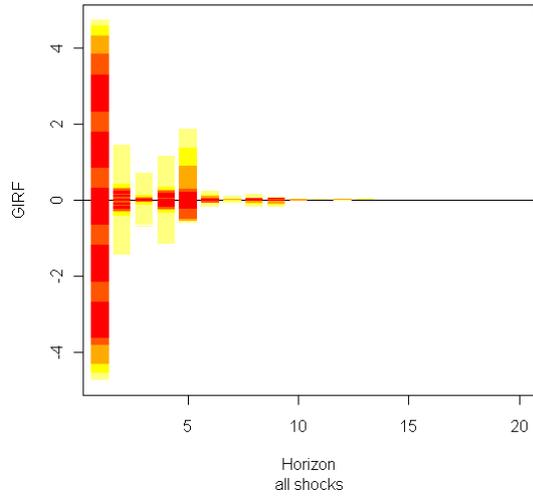
**Generalized Impulse Response Function of x**



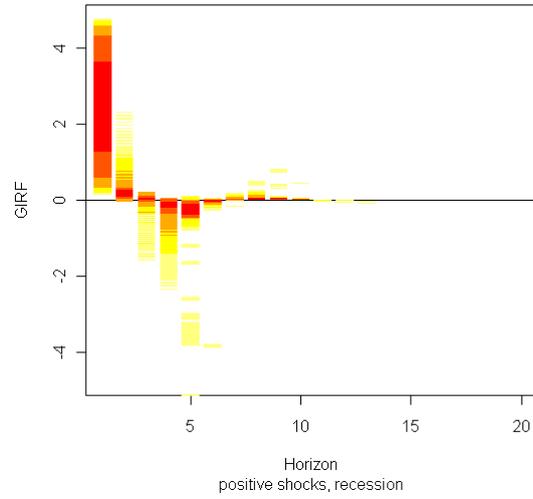
**Generalized Impulse Response Function of x**



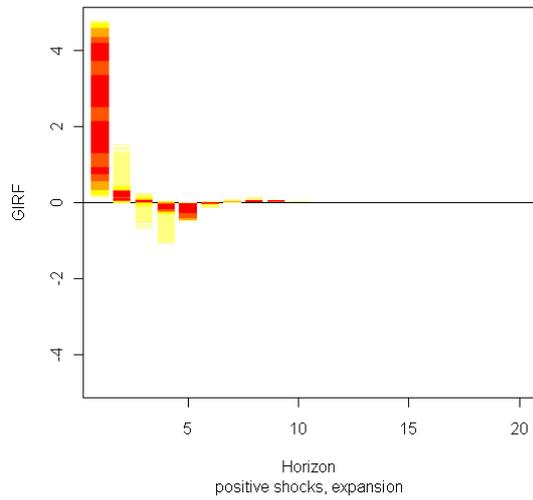
**Generalized Impulse Response Function of x**



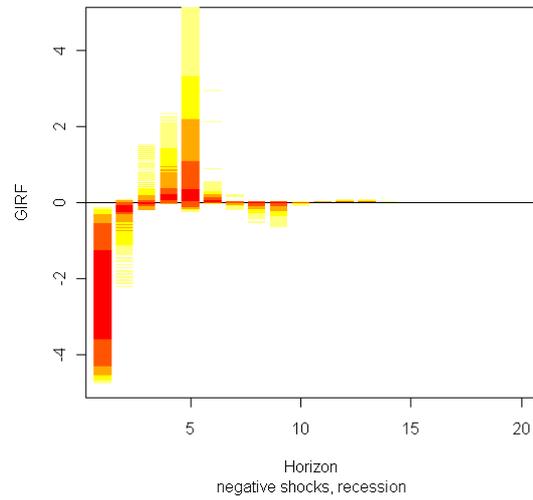
**Generalized Impulse Response Function of x**



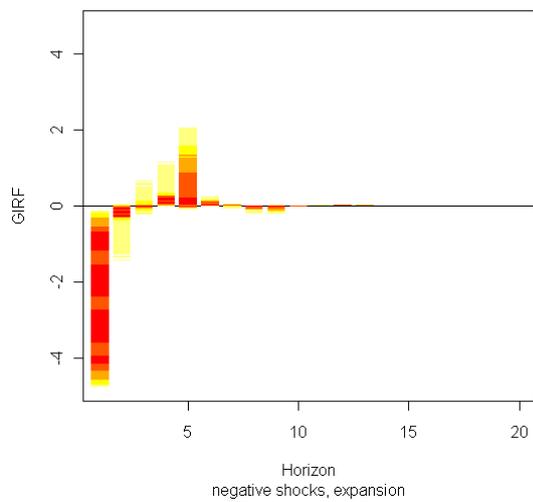
**Generalized Impulse Response Function of x**

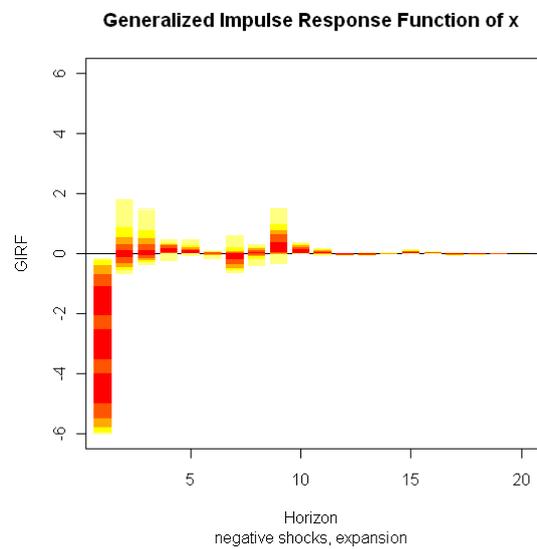
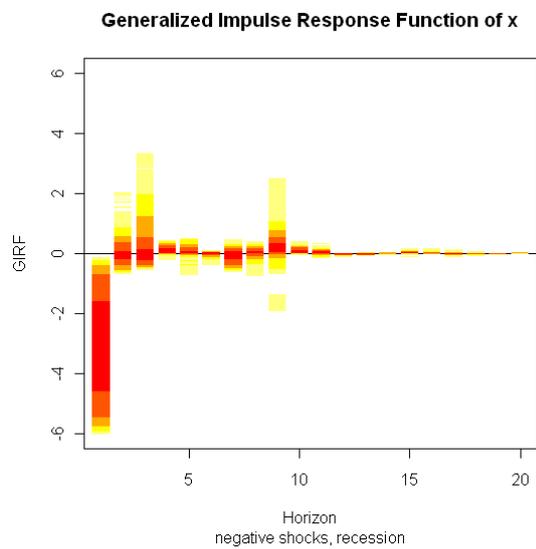
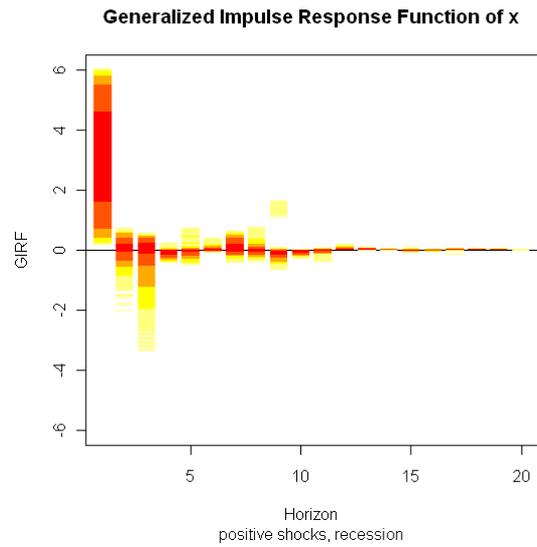
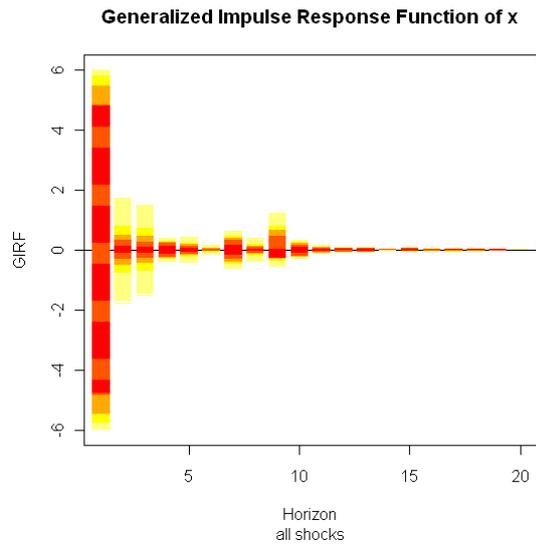


**Generalized Impulse Response Function of x**

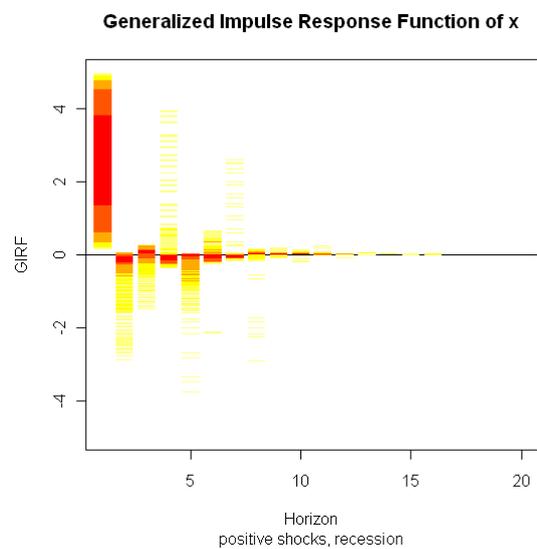
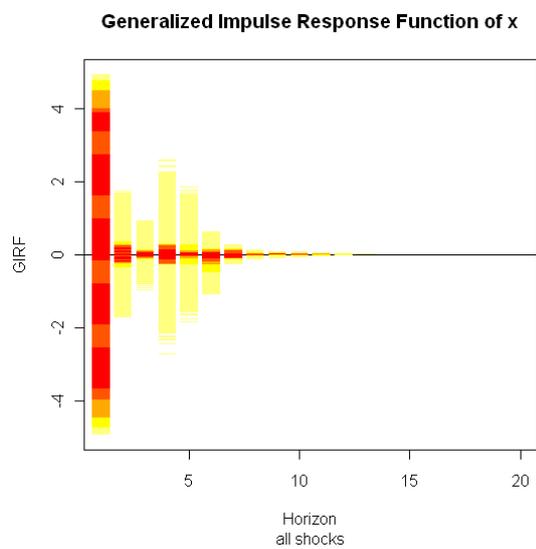


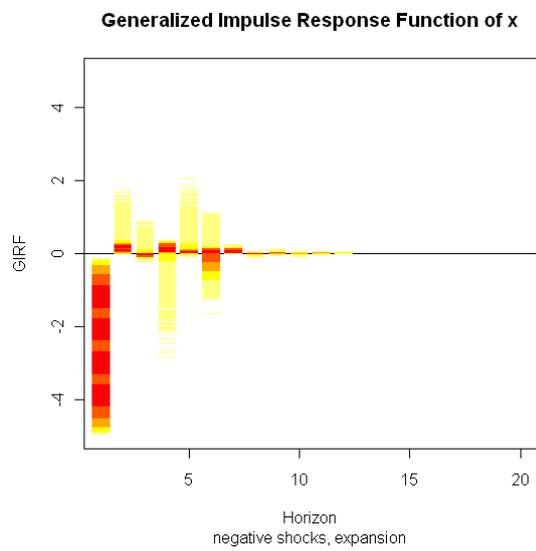
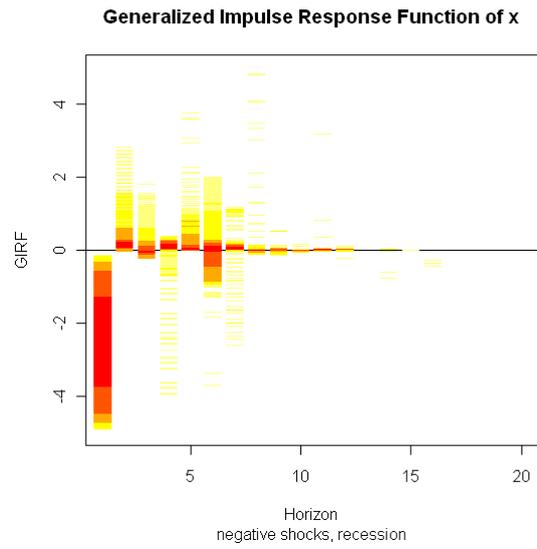
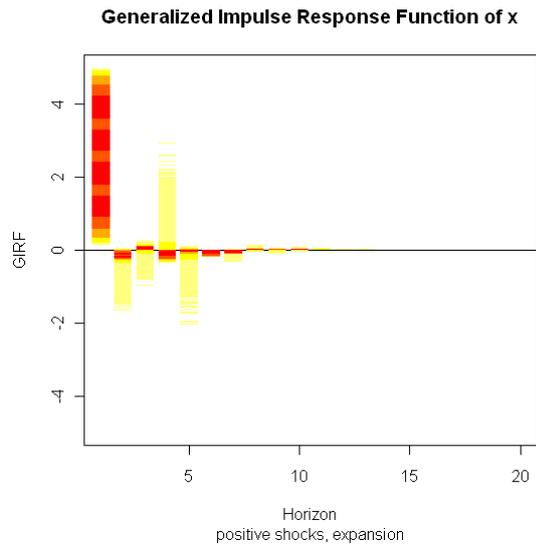
**Generalized Impulse Response Function of x**



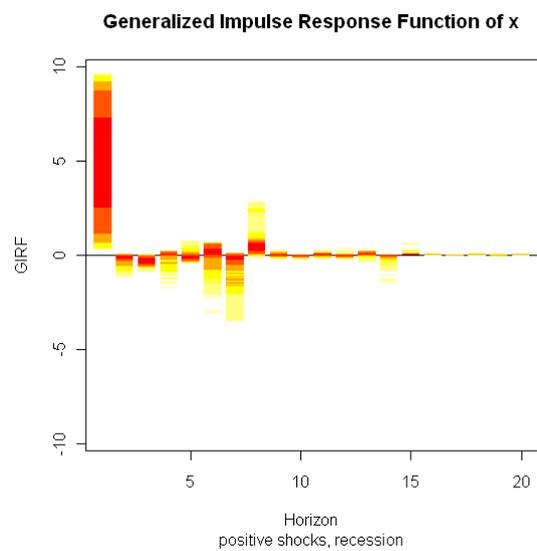
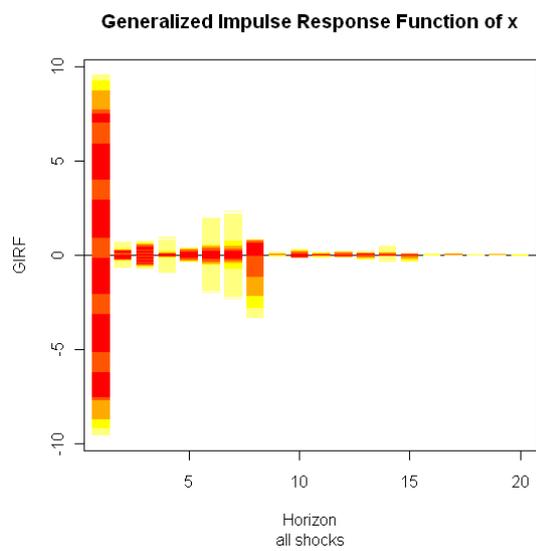


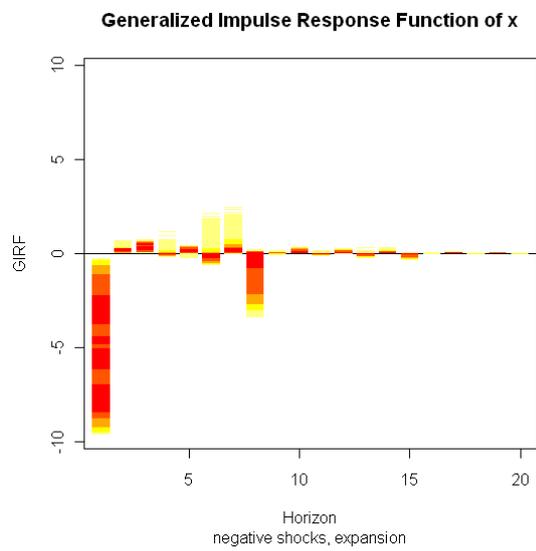
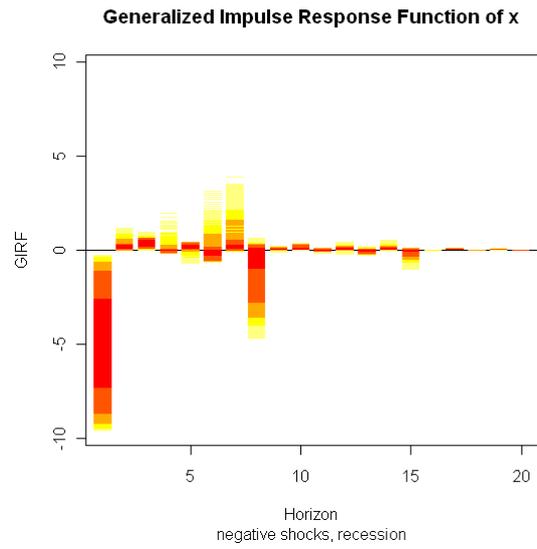
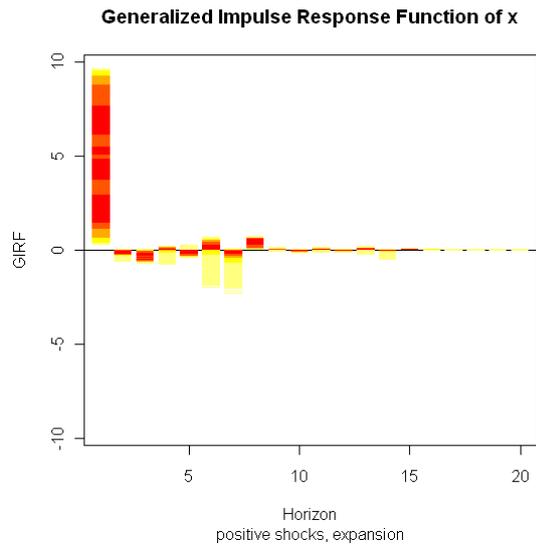
**Sanofi Aventis**



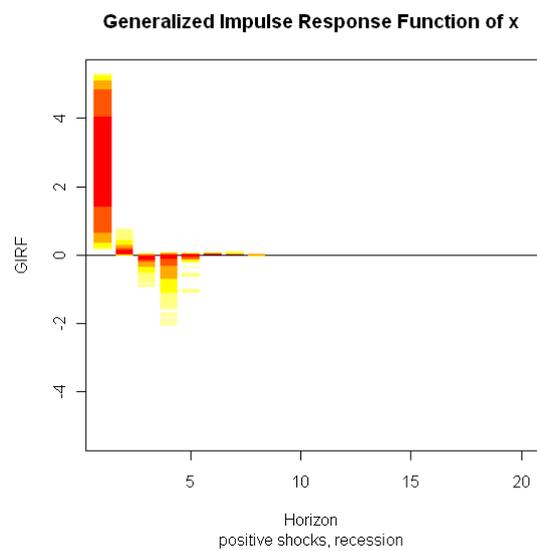
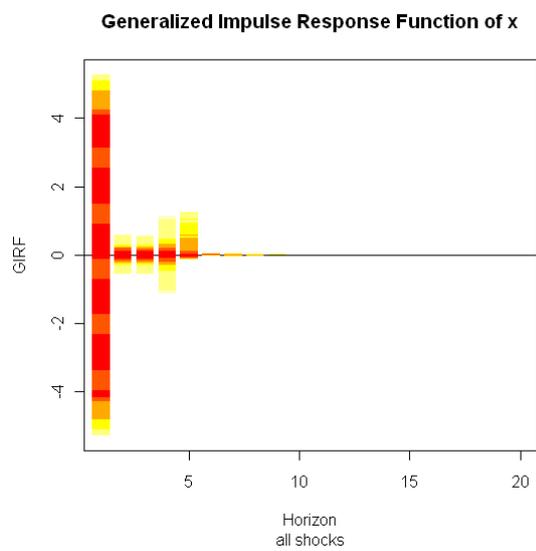


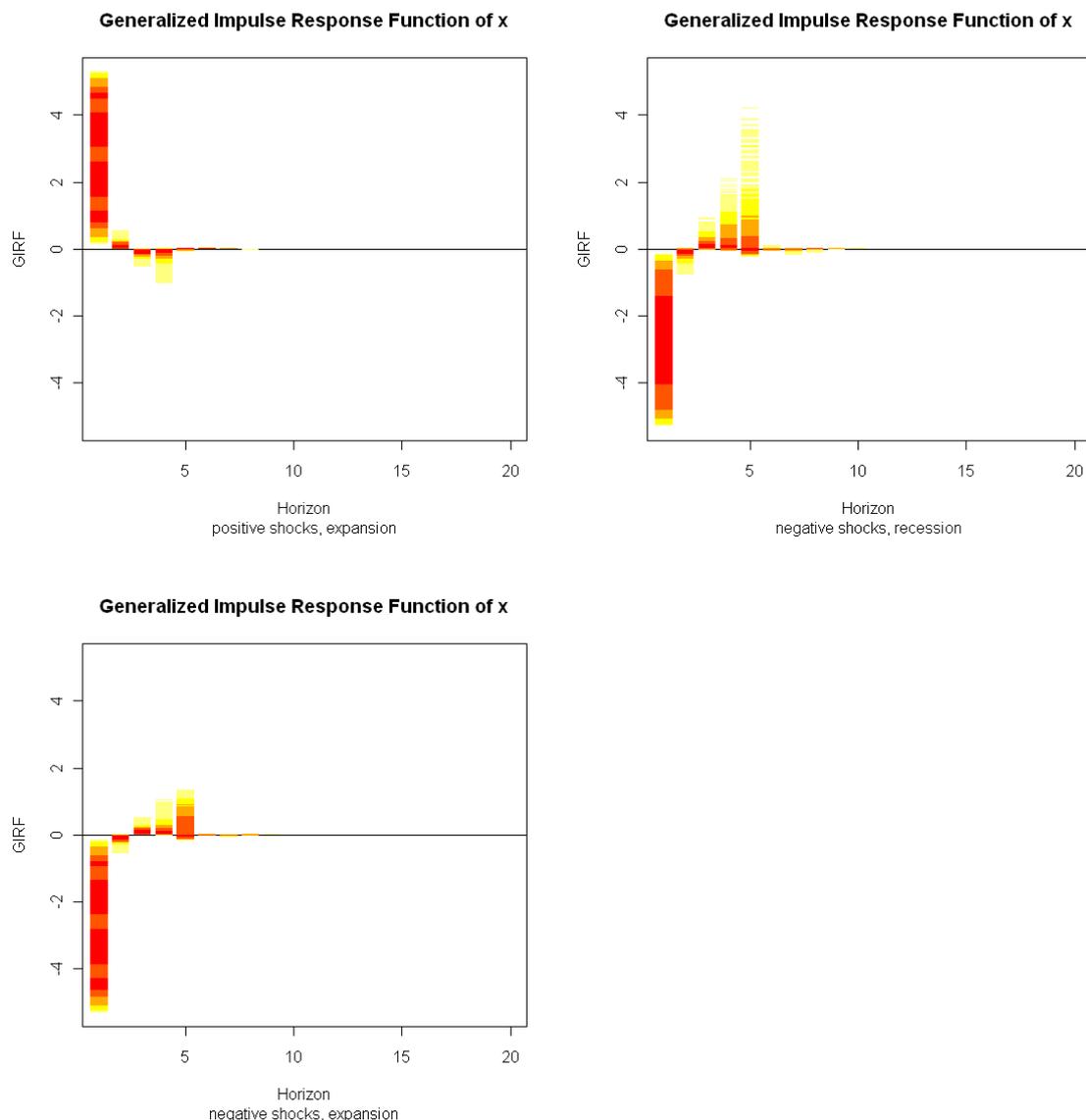
## La société générale





**Total**





**ANNEXE 35 : Modèle STR (SMOOTH TRANSITION REGRESSION)**

$$y_t = x_t' \varphi + (x_t' \theta) * G(\gamma, c, s_t) + u_t, \quad t = 1, 2, \dots, T,$$

Avec  $\varphi = (\varphi_0, \varphi_1, \dots, \varphi_p)'$  et  $\theta = (\theta_0, \theta_1, \dots, \theta_p)'$  sont des vecteurs de paramètres.

$x_t$  is the vector of explanatory variables containing lags of the endogenous variable and the exogenous variables,

$$x_t = (1, x_{t,1}, \dots, x_{t,p})' = (1, y_{t-1}, \dots, y_{t-m}, z_{t1}, \dots, z_{tn})'$$

$u_t$  désigne un bruit blanc(iid)

$G$  est une fonction de transition continue qui varie entre 0 et 1

$\gamma > 0$  est la mesure de lissage,  $c$  l'élément qui détermine le changement du régime

$s_t$  est la variable de transition

Les fonctions de transition pour un STR sont :

- le modèle LSTR1 :  $G_1(\gamma, c, s_t) = \frac{1}{1+e^{-\gamma(s_t-c)}}$

$G_1$  est une fonction monotone croissante bornée entre 0 et 1 ; pour  $c = s_t$  la fonction  $G_1(\gamma, c, c) = 0.5$ , le paramètre  $c$  représente le point de transition entre les deux régimes extrêmes définis de la manière suivante :  $\lim_{s_t \rightarrow -\infty} G_1 = 0$  et  $\lim_{s_t \rightarrow \infty} G_1 = 1$ .

Lorsque  $\gamma \rightarrow \infty$  le modèle converge vers une régression à changement de régime avec des régimes extrêmes, en revanche, si  $\gamma = 0$  la fonction  $G_1$  est une constante égale à 0.5. Dans ce cas de figure, on est dans un cadre linéaire.

- le modèle LSTR2 :  $G_2(\gamma, c_1, c_2, s_t) = \frac{1}{1+e^{-\gamma(s_t-c_1)(s_t-c_2)}}$

La fonction quadratique logistique dans le cas du modèle LSTR2 est une fonction de transition non monotone qui est particulièrement utile dans le cas de changement de régime.

La fonction  $G_2$  est symétrique autour du point  $\frac{c_1+c_2}{2}$ , ne peut pas être égale à 0 et  $\lim_{s_t \rightarrow \infty} G_2 = 1$ .

- le modèle ESTR :  $G_3(\gamma, c, s_t) = 1 - e^{-\gamma(s_t-c)^2}$

La fonction  $G_3$  est non monotone et symétrique autour du point  $c$ , la différence entre les modèles ESTR et LSTR2 est la vitesse de transition d'un régime à un autre, en effet, pour une grande valeur de  $\gamma$  la transition de la variable  $s_t$  de 1 à 0 se fait plus rapidement pour un ESTR comparé à un LSTR2.

#### Test de linéarité :

$$G_i^* \begin{cases} G_i - 0.5, & i = 1, 2 \\ G_i, & i = 3 \end{cases}$$

Notons que  $G_i^* = 0$  pour  $\gamma = 0$

L'hypothèse nulle de linéarité est  $H_0: \gamma = 0$  contre  $H_1: \gamma > 0$ , ce test peut aussi être reformulé de la manière suivante :  $H'_0: \theta = 0$  contre  $H'_1: \theta \neq 0$ .

Il existe un problème d'identification dans la mesure où le modèle est identifié sous l'hypothèse alternative et non pas sous l'hypothèse nulle. En effet, les paramètres de nuisance non identifiés  $c$  et  $\theta$  ne sont pas présents dans le modèle sous  $H_0$ .

Pour remédier à ce problème, Luukkonen, Saikkonen and Teräsvirta (1998) ont proposé de remplacer la fonction de transition par son approximation de Taylor tout en retenant un ordre approprié. Le développement de Taylor du 1<sup>er</sup> ordre autour du point  $\gamma = 0$  pour la fonction logistique  $G'_1$  donne l'écriture suivante :

$$T_1 = a_0 + a_1 s_t + R_1(\gamma, c, s_t)$$

Si nous remplaçons  $G'_1$  par  $T_1$  dans l'équation précédente, nous obtenons :

$$y_t = x'_t b_0 + (x'_t s_t) b_1 + u_t^*$$

Avec  $b_0, b_1$  sont des vecteurs de paramètres de dimensions  $(p+1)$ .

L'hypothèse nulle de linéarité est  $H_0: b_1 = 0$  contre  $H_1: b_1 \neq 0$ , la statistique (LM) est distribuée asymptotiquement, sous  $H_0$ , selon une loi du Khi-deux à  $(p+1)$  degrés de liberté.

Nous devons souligner que la régression auxiliaire précédente ne convient que si la variable de transition  $s_t$  n'est pas un élément du vecteur  $x_t$ .

Si nous remplaçons la fonction de transition par son développement de Taylor du 3<sup>ème</sup> ordre, nous obtenons la régression suivante :

$$y_t = x'_t b_0 + (x'_t s_t) b_1 + (x'_t s_t^2) b_2 + (x'_t s_t^3) b_3 + u_t^*$$

L'hypothèse nulle de cette statistique stipule que  $b_1, b_2, b_3$  sont nuls.

La version F de la statistique est utilisée pour ce test dans la mesure où elle admet des statistiques plus robustes que la statistique de khi deux.

#### Choix de la variable de transition

Le choix de la variable de transition n'est pas simple, car la théorie économique sous-jacente ne donne aucun indice sur le de la variable de transition sous l'hypothèse alternative. Néanmoins, Teräsvirta (1998) suggère de tester l'hypothèse nulle de linéarité pour chacune des variables de transition possibles. Les candidats à la variable de transition sont généralement les variables explicatives et la variable de tendance. Si l'hypothèse nulle est rejetée pour plus d'une variable, la variable qui rejette le plus la linéarité (c'est à dire avec la valeur de  $p$  la plus faible) est choisie comme variable de transition.

|   |           |
|---|-----------|
| <b>INTRODUCTION GENERALE .....</b>  | <b>4</b>  |
| <b>Contexte et problématique .....</b>  | <b>4</b>  |
| <b>Plan et Méthodologie .....</b>   | <b>10</b> |
| <b>Chapitre 1 .....</b>   | <b>14</b> |
| <b>L'efficience des marchés financiers : les fondements théoriques.....</b>                     | <b>14</b> |
| <b>Introduction .....</b>   | <b>14</b> |
| <b>1. Notion de l'efficience du marché.....</b>   | <b>15</b> |
| <b>1.1. Les définitions de l'efficience .....</b>   | <b>15</b> |
| <b>1.1.1. L'efficience fonctionnelle.....</b>   | <b>15</b> |
| <b>1.1.2. Le comportement rationnel des acteurs sur le marché .....</b>                         | <b>15</b> |
| <b>1.1.3. Le passage de l'imprévisibilité à la marche au hasard des marchés financiers ....</b> | <b>16</b> |
| <b>1.1.4. Le passage de la marche au hasard à l'efficience des marchés financiers .....</b>     | <b>17</b> |
| <b>1.2. Les formes de l'efficience informationnelle.....</b>                                    | <b>18</b> |
| <b>1.2.1. Les catégories d'informations disponibles .....</b>                                   | <b>18</b> |
| <b>1.2.2. Les différentes formes de l'efficience informationnelle.....</b>                      | <b>19</b> |
| <b>1.2.2.1. L'efficience faible (« <i>weak hypothesis</i> »).....</b>                           | <b>19</b> |
| <b>1.2.2.2. L'efficience semi forte (« <i>semi strong hypothesis</i> ») .....</b>               | <b>19</b> |
| <b>1.2.2.3. L'efficience forte (« <i>strong hypothesis</i> ») .....</b>                         | <b>20</b> |
| <b>1.2.3. Les conditions nécessaires à l'efficience des marchés financiers .....</b>            | <b>20</b> |
| <b>1.2.3.1. La rationalité des investisseurs .....</b>  | <b>20</b> |
| <b>1.2.3.2. La libre circulation de l'information .....</b>                                     | <b>20</b> |
| <b>1.2.3.3. La gratuité de l'information .....</b>  | <b>20</b> |
| <b>1.2.3.4. L'absence de coûts de transaction et d'impôt de bourse .....</b>                    | <b>21</b> |
| <b>1.2.3.5. L'atomicité des investisseurs et la liquidité .....</b>                             | <b>21</b> |
| <b>2. Théorie de l'efficience informationnelle.....</b>   | <b>21</b> |
| <b>2.1. Les modèles d'efficience .....</b>  | <b>21</b> |
| <b>2.1.1. Le modèle de marche aléatoire : « <i>random walk model</i> ».....</b>                 | <b>22</b> |
| <b>2.1.1.1. Présentation du modèle .....</b>  | <b>22</b> |

|          |  |    |
|----------|--|----|
| 2.1.1.2. | Remise en cause du modèle.....   | 23 |
| 2.1.2.   | Le modèle de martingale et du « fair game ».....   | 23 |
| 2.1.3.   | Le modèle de sous martingale « submartingal model ».....   | 24 |
| 2.1.4.   | Processus de retour à la moyenne « mean reversion ».....   | 25 |
| 2.1.4.1. | Cas où le processus est d'espérance constante .....  | 25 |
| 2.1.4.2. | Cas où le résidu est un processus autorégressif d'ordre 1 .....  | 25 |
| 2.2.     | Les analyses de l'efficacité des marchés .....   | 26 |
| 2.2.1.   | L'analyse fondamentale .....   | 26 |
| 2.2.2.   | L'analyse technique .....  | 29 |
| 2.2.3.   | L'analyse quantitative.....  | 30 |
| 2.3.     | Les contradictions inhérentes de l'efficacité des marchés financiers .....                                   | 32 |
| 2.3.1.   | Absence d'échange .....  | 32 |
| 2.3.2.   | Asymétrie et coûts d'information .....   | 32 |
| 2.3.3.   | Bulles spéculatives.....   | 34 |
| 3.       | La revue de littérature empirique de la théorie de l'efficacité informationnelle des marchés financiers..... | 35 |
| 3.1.     | Les tests de prévisibilité des <i>returns</i> .....  | 36 |
| 3.1.1.   | Les tests de prévisibilité des <i>returns</i> à partir des rendements passés (test de forme faible).....     | 37 |
| 3.1.1.1. | Les tests d'auto-covariance et d'auto-corrélation .....  | 38 |
|          | <i>a. Le court terme</i> .....   | 38 |
|          | <i>b. Le long terme et le processus de retour à la moyenne</i> .....   | 39 |
| 3.1.1.2. | Les tests de <i>runs</i> .....   | 40 |
| 3.1.1.3. | La technique des filtres.....  | 40 |
| 3.1.2.   | Les tests de prévisibilité des « <i>returns</i> » à partir d'autres variables (tests de Co-intégration)..... | 41 |
| 3.2.     | Les tests d'études événementielles .....   | 43 |
| 3.2.1.   | Éléments théoriques .....  | 43 |
| 3.2.2.   | Mise en œuvre de la méthodologie.....  | 45 |

|  |  |    |
|--|--|----|
| 3.2.3.   | Revue de la littérature.....   | 46 |
| 3.3.   | Les tests sur l'information privée .....   | 48 |
| 3.3.1.   | L'étude des délits d'initiés (insiders trading).....   | 48 |
| 3.3.2.   | La mesure des performances des portefeuilles.....  | 50 |
| Conclusion .....   |  | 51 |
| Chapitre 2 .....   |  | 53 |
| Tests de validation de la théorie de l'efficience : cas du marché boursier français..... |  | 53 |
| Introduction .....   |  | 53 |
| 1.   | La rumeur boursière .....  | 56 |
| 1.1.   | Quelques citations .....   | 56 |
| 1.2.   | Définitions de la rumeur .....   | 56 |
| 1.2.1.   | Un peu d'histoire.....   | 56 |
| 1.2.2.   | Caractéristiques .....   | 58 |
| 1.3.   | Typologie des rumeurs .....  | 58 |
| 1.4.   | Cycle de vie de la rumeur .....  | 61 |
| 1.4.1.   | Naissance de la rumeur .....   | 61 |
| 1.4.2.   | Transmission de la rumeur .....  | 62 |
| 1.4.2.1.   | Approche individuelle.....   | 62 |
| 1.4.2.2.   | Approche collective .....  | 63 |
| 1.4.3.   | Manipulation de la rumeur .....  | 65 |
| 1.4.4.   | Contrer la rumeur.....   | 66 |
| 2.   | L'impact des scandales financiers sur la rentabilité et la volatilité des actions du CAC 40..... | 67 |
| 2.1.   | Mise en œuvre de la méthodologie des études d'événement .....                                    | 67 |
| 2.2.   | Effet sur la rentabilité.....  | 69 |
| 2.3.   | Effet sur la volatilité .....  | 75 |
| 3.   | Prévisibilité des rentabilités boursières des actions du CAC 40 .....                            | 78 |
| 3.1.   | Revue de la littérature .....  | 78 |

|  |            |
|--|------------|
| <b>3.2. Données empiriques.....</b>  | <b>79</b>  |
| <b>3.2.1. Présentation de la base des données .....</b>  | <b>79</b>  |
| <b>3.2.2. Statistiques descriptives .....</b>  | <b>80</b>  |
| <b>3.3. Tests préliminaires .....</b>  | <b>81</b>  |
| <b>3.3.1. Tests de racine unitaire .....</b>   | <b>81</b>  |
| <b>3.3.2. Test ARCH .....</b>  | <b>82</b>  |
| <b>3.4. Test des Runs .....</b>  | <b>83</b>  |
| <b>3.5. Le test du rapport de variances .....</b>  | <b>84</b>  |
| <b>3.6. L'analyse de rang rééchelonné .....</b>  | <b>87</b>  |
| <b>3.7. Test BDS .....</b>   | <b>90</b>  |
| <b>Conclusion .....</b>  | <b>94</b>  |
| <b>Chapitre 3 .....</b>  | <b>97</b>  |
| <b>Approches alternatives de l'efficience des marchés financiers .....</b>                         | <b>97</b>  |
| <b>Introduction .....</b>  | <b>97</b>  |
| <b>1. Les limites de l'arbitrage .....</b>   | <b>99</b>  |
| <b>1.1. Définition et mise en évidence .....</b>   | <b>99</b>  |
| <b>1.2. Synthèse de la littérature consacrée à l'arbitrage .....</b>                               | <b>100</b> |
| <b>2. La psychologie des acteurs du marché .....</b>   | <b>105</b> |
| <b>2.1. Mise en évidence.....</b>  | <b>105</b> |
| <b>2.2. Les biais de prévision.....</b>  | <b>106</b> |
| <b>2.3. Les préférences non standards .....</b>  | <b>111</b> |
| <b>2.4. Explication de la volatilité des marchés financiers par la finance comportementale ..</b>  | <b>116</b> |
| <b>2.4.1. Biais cognitifs et volatilité excessive.....</b>   | <b>116</b> |
| <b>2.4.2. L'excès de confiance.....</b>  | <b>118</b> |
| <b>2.4.2.1. Excès de confiance et volatilité non conditionnelle des rendements du marché .....</b> | <b>118</b> |
| <b>2.4.2.2. Modélisation de l'espérance conditionnelle des rendements du marché.....</b>           | <b>126</b> |
| <b>2.4.2.3. Excès de confiance et volatilité conditionnelle des rendements du marché.....</b>      | <b>127</b> |

|  |            |
|--|------------|
| <b>3. L'approche Keynésienne .....</b>   | <b>130</b> |
| <b>3.1. Principe de l'évaluation boursière .....</b>   | <b>130</b> |
| <b>3.1.1. La dualité de l'évaluation boursière : entreprise et spéculation.....</b>          | <b>130</b> |
| <b>3.1.1.1. La valeur fondamentale.....</b>  | <b>130</b> |
| <b>3.1.1.2. La valeur spéculative .....</b>  | <b>131</b> |
| <b>3.1.1.3. L'opposition de Keynes entre entreprise et spéculation .....</b>                 | <b>132</b> |
| <b>3.1.2. La liquidité du marché .....</b>   | <b>133</b> |
| <b>3.1.2.1. Les déterminants de la liquidité.....</b>  | <b>134</b> |
| <b>3.1.2.2. Liquidité et spéculation .....</b>   | <b>135</b> |
| <b>3.1.3. La domination de la spéculation sur l'entreprise.....</b>                          | <b>135</b> |
| <b>3.2.1. Un modèle théorique de l'autoréférentialité .....</b>                              | <b>138</b> |
| <b>3.2.1.1. Le concours de beauté keynésien .....</b>  | <b>138</b> |
| <b>3.2.1.2. La rationalité autoréférentielle .....</b>                                       | <b>140</b> |
| <b>3.2.1.3. Jeu de pure coordination et saillances à la Schelling.....</b>                   | <b>142</b> |
| <b>3.2.2. Mimétisme et convention.....</b>   | <b>143</b> |
| <b>3.2.2.1. La stabilité des conventions .....</b>   | <b>143</b> |
| <b>3.2.2.2. Volatilité des cours et fragilité des conventions.....</b>                       | <b>144</b> |
| <b>3.3. Mise en évidence du comportement mimétique sur le marché boursier français .....</b> | <b>146</b> |
| <b>Conclusion .....</b>  | <b>150</b> |
| <b>Chapitre 4 .....</b>  | <b>152</b> |
| <b>Hétérogénéité comportementale, mimétisme et dynamique des cours boursiers .....</b>       | <b>152</b> |
| <b>Introduction .....</b>  | <b>152</b> |
| <b>1. Modèle non-linéaire simple .....</b>   | <b>154</b> |
| <b>2. Introduction des coûts de transaction.....</b>   | <b>159</b> |
| <b>3. Solution du modèle.....</b>  | <b>159</b> |
| <b>3.1. Solution du modèle déterministe.....</b>   | <b>160</b> |
| <b>3.2. Solution du modèle stochastique.....</b>   | <b>164</b> |

|   |            |
|---|------------|
| <b>4. Modèle avec spécification du nombre des fundamentalistes et des chartistes .....</b>                              | <b>166</b> |
| 4.1. Solution du modèle déterministe.....   | 169        |
| 4.2. Solution du modèle stochastique.....   | 171        |
| 4.3. Propriétés statistiques.....   | 176        |
| <b>5. Introduction d'un troisième type d'opérateurs .....</b>   | <b>181</b> |
| 5.1. Fondements théoriques.....   | 181        |
| 5.2. Le modèle .....  | 183        |
| 5.3. Solution du modèle stochastique.....   | 185        |
| <b>Conclusion .....</b>   | <b>189</b> |
| <b>Chapitre 5 .....</b>   | <b>191</b> |
| <b>Dynamique non-linéaire du marché boursier français : une application des modèles à<br/>changement de régime.....</b> | <b>191</b> |
| <b>Introduction .....</b>   | <b>191</b> |
| <b>1. Pourquoi la dynamique boursière serait-elle persistante et non linéaire ?.....</b>                                | <b>193</b> |
| 1.1. Coûts de transaction et d'information .....  | 193        |
| 1.2. Hétérogénéité des anticipations .....  | 194        |
| 1.3. Vision keynésienne et mimétisme.....   | 195        |
| <b>2. Présentation des modèles STAR .....</b>   | <b>196</b> |
| 2.1. Brève revue de la littérature .....  | 196        |
| 2.2. Définition des modèles STAR .....  | 198        |
| <b>3. Méthodologie générale.....</b>  | <b>200</b> |
| 3.1. Choix du processus autorégressif.....  | 201        |
| 3.2. Tests de linéarité.....  | 201        |
| 3.2.1. Test de linéarité contre LSTAR .....   | 201        |
| 3.2.2. Test de linéarité contre ESTAR .....   | 202        |
| 3.2.3. Tests de linéarité robustes à l'hétéroscédasticité .....   | 203        |
| 3.2.4. Tests de linéarité robustes aux points aberrants .....   | 203        |
| <b>4. Application du modèle STAR : cas du marché boursier français .....</b>  | <b>206</b> |

|  |            |
|--|------------|
| <b>4.1. Description des données.....</b>   | <b>206</b> |
| <b>4.2. Tests de linéarité.....</b>        | <b>207</b> |
| <b>4.3. Résultats de l'estimation.....</b> | <b>208</b> |
| <b>Conclusion .....</b>                    | <b>221</b> |
| <b>CONCLUSION GENERALE .....</b>           | <b>223</b> |
| <b>BIBLIOGRAPHIE.....</b>                  | <b>230</b> |
| <b>ANNEXES .....</b>                       | <b>255</b> |
| <b>ANNEXES du chapitre 1 .....</b>         | <b>255</b> |
| <b>ANNEXES du chapitre 2 .....</b>         | <b>260</b> |
| <b>ANNEXES du chapitre 4 .....</b>         | <b>282</b> |
| <b>ANNEXES du chapitre 5.....</b>          | <b>291</b> |

## **EFFICIENCE, ANOMALIES ET DYNAMIQUE DES MARCHÉS BOURSIERS**

### **Résumé :**

L'histoire des marchés financiers est marquée par la récurrence des scandales et des crises. Celle enclenchée en 2007 et sa réplique de 2010, celle-ci se transformant en crise de la dette publique soulève de grandes interrogations sur les avantages et les inconvénients du système financier mondial. L'objectif de cette thèse est d'analyser les anomalies existantes sur les marchés boursiers. Nous cherchons à répondre aux questions suivantes : La théorie de l'efficacité des marchés est-elle toujours vérifiée ? Quelles y sont les anomalies ? Comment peut-on expliquer les sources de dysfonctionnement et les déviations des cours par rapport à leurs fondamentaux ? Quelles sont les conséquences de ces dysfonctionnements sur la dynamique des cours boursiers ?

Notre apport réside dans l'explication du dysfonctionnement des marchés boursiers à travers l'étude de leur microstructure. Nous nous inspirons également de la finance comportementale et du cadre théorique keynésien. Par ailleurs, nous analysons la théorie de l'efficacité des marchés financiers et les approches empiriques standards qui la testent. Nous examinons ensuite les limites de cette théorie et les anomalies observées sur le marché tout en proposant à chaque fois des explications d'ordre micro et macroéconomique. Enfin, nous justifions le recours aux processus non-linéaires pour appréhender la dynamique des cours boursiers.

**Mots-Clés :** Efficience des marchés financiers, finance comportementale, approche keynésienne, non linéarité, modèles à changement de régime.

## **EFFICIENCY, ANOMALIES AND DYNAMIC STOCK MARKET**

### **Abstract:**

The history of the stock market is marked by a number of significant scandals and crashes. The crashes of 2007-2008 and 2010 became a public debt crisis and called into question the advantages and disadvantages of the current global financial system. The objective of this thesis is to analyze the market anomalies in general and those of the French stock market in particular. We try to answer the following questions: Does the efficient market hypothesis still hold true? Which anomalies exist in the financial markets? How can we explain the sources of market dysfunction and what are the natures of these deviations in relation with the market fundamentals? What are the consequences of market dysfunction and what would be the effects on stock prices?

The contribution of the work comes from its ability to explain the failure of the financial markets through the study of market microstructure and behavioral finance using a Keynesian theoretical framework. In addition, we analyze the theory of efficient market and the standard empirical approaches to test the concept. We then try to identify the limits of the theory and observe recent market anomalies that have revived the controversy around standard financial assumptions. We propose both macro and micro economic explanations for the observed deviations. Finally, we justify our use of non-linear processes to better understand stock price dynamics.

**Keywords:** Financial market efficiency, behavioral finance, Keynes, non-linear, smooth transition model.