



Munich Personal RePEc Archive

**Modeling interactions between
correlation coefficients and volatilities on
the Moroccan, French, American and
Japanese Financial markets**

Chiny, Faycal

Université Ibn Zohr, Agadir, Maroc

18 November 2013

Online at <https://mpra.ub.uni-muenchen.de/51561/>
MPRA Paper No. 51561, posted 19 Nov 2013 05:22 UTC

La modélisation des interactions entre les coefficients de corrélation et les volatilités sur les marchés financiers Marocain, Français, Américain et Japonais

Fayçal CHINY

faycal.chiny@gmail.com

Abstract

L'analyse des corrélations, constitue le pilier d'une stratégie réussie de diversification du portefeuille d'actions. Plus faibles sont les corrélations au sein d'un même portefeuille, plus importants seront les profits potentiels que nous pouvons en obtenir. Dans un contexte local, ceci est équivalent à l'étude des corrélations entre tous les rendements des valeurs ciblées par un investisseur sur un seul marché. Mais à l'échelle internationale, cette tâche devient plus difficile car on est appelé à analyser toutes les relations entre les rendements sur les différents marchés internationaux. Erb, Harvey et Viskant (1994) et Longin et Solnik (1995), ont démontré que ces corrélations, varient avec le temps selon des phases cycliques dans les économies.

Nous allons alors étudier au niveau international, la relation entre les corrélations et la volatilité des rendements des indices boursiers de 4 pays : le Maroc, la France, les Etats Unis et le Japon, et ce, du 01/01/2002 au 31/12/2012 et essayer de trouver s'il existe ou non, une relation de cause à effet.

Mots clés : Variation des corrélations dans le temps, modèle GARCH, gestion du portefeuille.

JEL classification : C22, C32, E44, G15, G20.

Modeling interactions between correlation coefficients and volatilities on the Moroccan, French, American and Japanese Financial markets

Abstract

The analysis of correlations forms the basis of portfolio diversification and the lower the correlation between two assets the greater the potential benefit to be obtained by diversification. In the national context this typically involves the analyses of the correlation between the returns on national stock market sectors. But internationally this task turns to be more difficult because we have to analyze the relationships between returns on different and distant international markets. Erb, Harvey and Viskant (1994) and Longin and Solnik (1995) have shown that these correlations vary over time according to phases in the economic cycles. We will analyze at the international level the relationship between correlation and volatility of returns of stock indexes of 4 stock markets: Morocco, France, U.S.A and Japan from January 01, 2002 to December 31, 2012. We then investigate possible factors that cause the time variation in these correlations.

Kew words: Time-Varying Correlations, diversification strategy, financial markets

JEL classification : C22, C32, E44, G15, G20.

1. Introduction

Les avantages que présentent la diversification de du portefeuille, initialement décrites par Markowitz (1952), sont bien connus. Le risque que courent les investisseurs détenteurs d'un portefeuille d'actions, peut augmenter ou diminuer en fonction de leurs stratégies de diversification basée sur l'importance de corrélation des actifs constituant ces portefeuilles. La corrélation, nous informe principalement du degré auquel deux actifs financiers, évoluent l'un en rapport avec l'autre, et plus faible est cette corrélation, plus importante devient la protection vis-à-vis des risques courues.

Plusieurs travaux ont affirmé les avantages de la diversification. Par exemple, Leavy et Sarnat (1971), ont montré que la diversification, « réduit le risque ».

Ce travail, a été succédé par celui de Grubel et Fadner (1971), qui ont montré que la corrélation est une fonction croissante qui dépend directement des périodes de détentions des actions. De plus, les corrélations entre les rendements des indices boursiers internationaux, sont plus faibles que celles entre les rendements des actions dans la même économie ou le même marché.

Dans une autre étude menée par De Santis, et Gerard (1997), parmi plusieurs autres facteurs, ils ont considéré l'impact de la dérégulation sur les gains réalisés par une diversification internationale. Ils ont démontré que malgré la contagion par des marchés en déclin, un investisseur américain a comme même pu via la diversification internationale de son portefeuille, de gagner en moyenne 2,11% du risque courue et acceptée sur une durée de 20 ans.

L'intérêt redirigé alors sur la question de l'intégration des marchés financiers, a concentré l'attention des chercheurs sur la structure des corrélations. Car l'argument des marchés qui connaissent des forent évolutions sont hautement corrélés, a été mis en évidence par le crash boursier de l'année 1987 qui a causé des chutes simultanées et successives dans ces même marchés. Pourtant, la question la plus intéressante à ce stade est de savoir si la suppression ou l'allègement des contrôles sur les capitaux et la dérégulation financière en générale, a augmenté l'interdépendance entre les pays et l'intégration de leurs économies et de leurs marchés financiers !

L'une des études qui se sont focalisées sur la structure des corrélations et les covariances entres les indices boursiers internationaux, est celle de Von Furstenberg et Jeon (1989). Ils ont étudié les corrélations entre les quatre plus grands marchés financiers du monde (les Etats Unies, la Grande Bretagne (UK), le Japon et l'Allemagne), en utilisant un modèle VAR (Vector Auto Régression). Ils ont découvert que ces marchés sont devenus plus intégrés et plus rapprochés après le crash boursier de 1987, mais ils n'ont pas pu trouver de preuve leur permettant de relier leurs corrélations à des facteurs industriels.

En examinant les liens entre les marchés boursiers internationaux par la mise en place d'un modèle GARCH multi-varié, King, Sentana et Wadhvani (1991), ont conclu que la prise en considération des variables économiques, ne permet pas d'expliquer la variation des corrélations et que ces variables sont incapables de faire ressortir des preuves de leur relation à une augmentation de la corrélation dans le temps.

Dans le travail de Solnik, Boucrell et Le Fur (1996), l'attention été dirigée vers l'étude à la fois des volatilités des actifs financiers et leurs corrélations. Ils ont trouvé que la volatilité dans le marché Américain, était plus influente sur les corrélations des actifs étudiées que les volatilités des autres marchés.

Erb, Harvey et Viskanta (1994), ont montré que les corrélations tendent à varier dans le temps et suivant les cycles économiques. Plus précisément, ils ont découvert que les corrélations entre deux pays, atteignent leurs niveaux les plus élevés, quand les cycles économiques de ces pays sont contradictoires, ce qui peut facilement annuler les bénéfices qu'on peut retirer d'une diversification internationale du portefeuille. De façon similaire, l'étude menée par Ragunathan, Faff et Brooks (1997), entre les Etats Unis et l'Australie, a montré qu'un bris dans le cycle économique américain, est plus influent sur la corrélation entre les deux pays qu'un bris dans le cycle économique australien.

Longin et Solnik (1995), testent l'hypothèse de la corrélation constante, en intégrant plusieurs variables économiques extraites des Etats Unis, le Canada, l'Allemagne, la Grande Bretagne, le Japon, la France et la Suède et ce, en utilisant une approche basée sur un modèle GARCH bi-varié. Ils ont trouvé que durant la période de leur étude, la corrélation a augmenté et qu'il existe une relation positive entre la volatilité et les corrélations.

Notre travail ne divergera pas de tous ces travaux qui ont marqué l'histoire de l'analyse des marchés financiers, et s'inspirera de l'approche suivie par Solnik, Boucrell et Le Fur pour analyser les variations des corrélations dans temps et leur relation avec les volatilités implicites. Pour cette raison, nous allons utiliser tout d'abord un modèle GARCH bi-varié, comme celui proposé par Engle, Bollersllev et Woolridge (1988) pour générer les volatilités implicites conditionnelles des rendements des indices étudiés, deux à deux. En un deuxième temps, nous allons extraire les corrélations entre toutes les valeurs pour tester si les corrélations entre les rendements des indices, varient significativement avec le temps tout en répondant à la variabilité de la volatilité. Autrement dit, nous allons essayer de répondre à la question suivante : Est-ce que la corrélation augmente pendant les périodes de forte volatilité ?

Le travail sera organisé comme suit : dans la section 2, nous présenterons le cadre méthodologique mis en place pour modéliser la volatilité implicite et les corrélations. Section 3, présentation des résultats numériques et finalement dans la section 4, nous présenterons quelques remarques pour conclure.

2. Cadre méthodologique

Comme nous l'avions énoncé, nous utiliserons le modèle **GARCH bi-varié**, proposé par Engle, Bollersllev et Woolridge (1988) pour modéliser les volatilités implicites conditionnelles des rendements des 4 indices.

Le modèle est de la forme suivant :

$$Y_{(t)} = c + a.Y_{(t-1)} + \varepsilon_{(t)} \quad (1)$$

$$Y_{(t)} = c' + a'.Y_{(t-1)} + b.X_{(t-1)} + v_{(t)} \quad (2)$$

Avec :

Y, le rendement journalier de l'indice « *i* ».

X, le rendement journalier de l'indice « *j* ».

ε et *v*, les innovations des deux équations (ou les erreurs d'estimation).

i = (Masi, CAC40, S&P500, Nikkei225), *j* = (Masi, CAC40, S&P500, Nikkei225) avec *i* ≠ *j*.

Nous rappelons que le calcul des rendements entre l'instant « *t* » et « *t-1* » se fait selon la formule, $R_t = \text{Log}(P_t) - \text{Log}(P_{t-1})$, avec P_t , le cours d'un certain actif à l'instant « *t* ».

Les modèles GARCH obtenus par les 2 équations (1) et (2), ont une forme identique qui est de, $h_{(t)} = \alpha + \beta.h_{(t-1)}^2 + \omega.\varphi_{(t-1)}^2$, sauf que $\varphi_{(t-1)}$, prendra la valeur de $\varepsilon_{(t)}$, pour l'équation (1), et la valeur de $v_{(t)}$, pour l'équation (2).

La raison pour la quelle nous avons opté à mettre en place deux équations pour la moyenne, est de détecter si les corrélations répondent à des interactions des volatilités implicites au niveau des rendements. Autrement dit, ces équations, vont nous permettre premièrement de comprendre la nature de la relation entre les volatilités des indices avant de les mettre en évidence la relation qui puisse exister entre ces volatilités et les corrélations.

3. Statistiques descriptives des rendements

Le tableau1, contient les statistiques descriptives des rendements des 4 indices étudiés. Ces statistiques montrent que se sont les rendements du marché Français qui sont caractérisés par le plus fort écart type, suivie par le marché Japonais puis le marché Américain et en fin le marché Marocain. Ces résultats viennent confirmer que la volatilité est souvent plus faible dans les marchés émergents que dans les marchés développés.

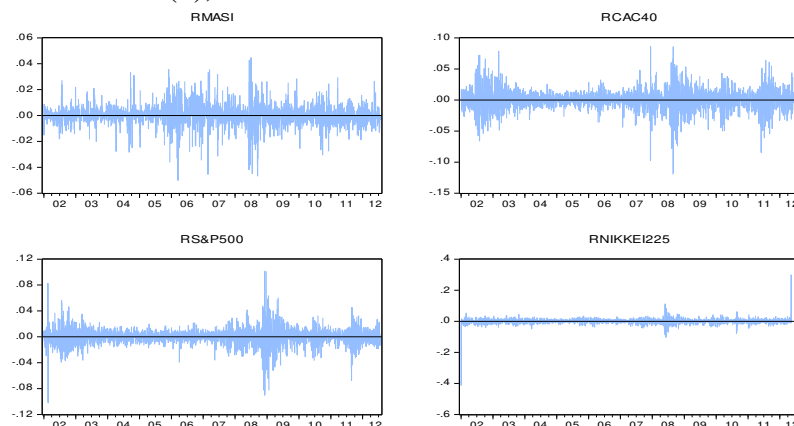
Nous pouvons aussi constater que les coefficients de Skewness et de Kurtosis sont différents des coefficients d'une distribution normale. Nous pouvons alors rejeter l'hypothèse nulle de normalité des rendements pour les 4 indices. Nous pouvons appuyer ces résultats par les statistiques de *Jarque-Bera* ainsi que les probabilités y afférentes. Ceci ne nous surprend pas, car toutes les séries financières à haute fréquence, sont caractérisées par ce que nous appelons les « **faits stylisés** » dont la nullité de l'hypothèse de normalité fait partie.

| | RMASI | RCAC40 | RS_P500 | RNIKKEI225 |
|--------------------|--------------|---------------|----------------|-------------------|
| Mean | 0.000398 | 1.73E-05 | 0.000132 | 4.89E-05 |
| Median | 0.000494 | 0.000444 | 0.000623 | 0.000157 |
| Maximum | 0.045647 | 0.089159 | 0.106712 | 0.116861 |
| Minimum | -0.048930 | -0.112911 | -0.096758 | -0.100358 |
| Std. Dev. | 0.008219 | 0.016176 | 0.013079 | 0.014212 |
| Skewness | -0.294074 | -0.183705 | -0.080390 | -0.189035 |
| Kurtosis | 7.820577 | 8.091290 | 12.60715 | 9.646011 |
| Jarque-Bera | 2701.337 | 2984.524 | 10574.86 | 5075.616 |
| Probability | 0.000000 | 0.000000 | 0.000000 | 0.000000 |

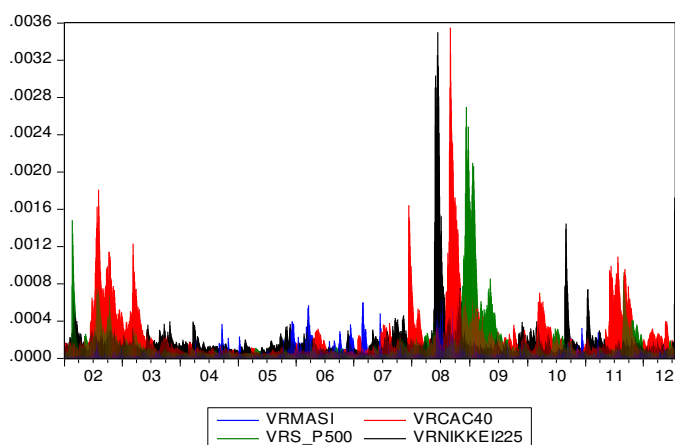
Tableau 1 : statistiques descriptives des rendements des indices.

4. Présentation des résultats

Les rendements et les volatilités des rendements des différents indices en étude et que nous avons obtenues par le modèle (1), sont de la forme suivante :



Graphique 1 : Rendements des 4 indices boursiers



Graphique 2 : Les volatilités conditionnelles simples des rendements des indices

Nous remarquons déjà que le phénomène de cluster de volatilité est bien mis en évidence. Autrement dit, entre les années 2000 et 2003, nous remarquons une succession des périodes de fortes volatilités qui sont suivies par des périodes de faibles volatilités. Et juste après la fameuse année 2007 (*la crise des sub-primes*), un retour aux fortes volatilités à été constaté avec une concentration d'une très forte volatilité des rendements de tous les indices pendant les années 2007, 2008 et 2009 par rapport à leurs niveaux historiques.

Ces volatilités ont les caractéristiques statistiques exposées dans e tableau 2 ci-dessous :

| | VOLRMASI | VOLRCAC40 | VOLRS_P500 | VOLRNIKKEI225 |
|--------------------|-----------------|------------------|-------------------|----------------------|
| Mean | 6.42E-05 | 0.000258 | 0.000167 | 0.000199 |
| Median | 4.06E-05 | 0.000151 | 8.66E-05 | 0.000147 |
| Maximum | 0.000627 | 0.003551 | 0.002700 | 0.003502 |
| Minimum | 1.46E-05 | 3.80E-05 | 2.81E-05 | 5.18E-05 |
| Std. Dev. | 7.17E-05 | 0.000317 | 0.000266 | 0.000262 |
| Skewness | 3.593506 | 3.922312 | 4.871960 | 7.803544 |
| Kurtosis | 19.60201 | 25.40795 | 31.97412 | 76.02994 |
| Jarque-Bera | 37473.54 | 64538.44 | 106993.8 | 638561.2 |
| Probability | 0.000000 | 0.000000 | 0.000000 | 0.000000 |

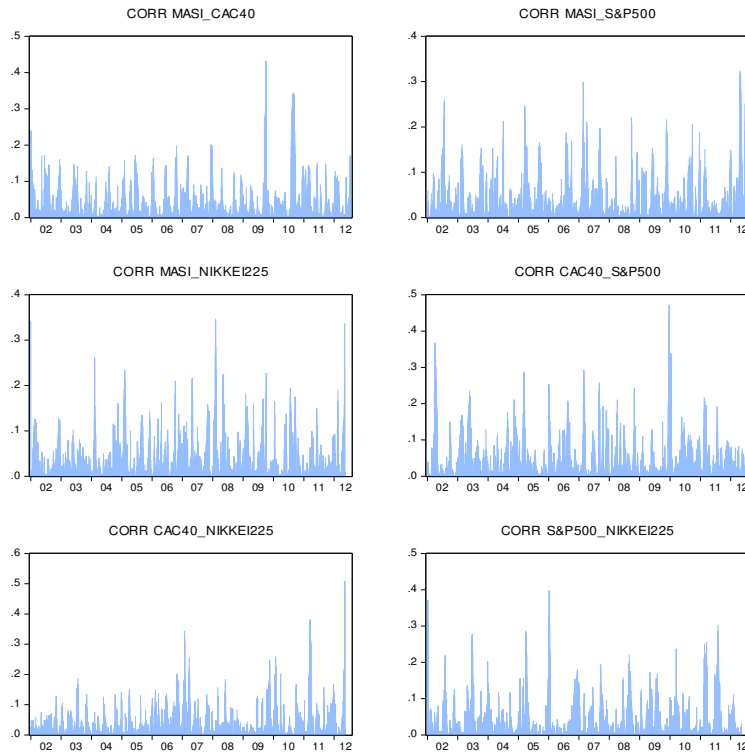
Tableau 2 : Statistiques descriptives des volatilités des rendements des 4 indices

Comme nous l'avions énoncé, nous confirmons notre remarque que le marché Marocain est le marché qui enregistre les plus faibles valeurs en termes de moyenne et d'écart type et que les marchés émergents enregistrent des volatilités beaucoup plus faible que les marchés développés.

Pour mettre en évidence la relation entre les volatilités conditionnelles des rendements des indices et les différents coefficients de corrélations (objectif de notre étude), nous présenterons tout d'abord les différents couples qui nous permettrons de calculer ces coefficients, puis, nous ferons ressortir toutes les volatilités à travers l'équation (2). A ce niveau, nous serons capables de comparer l'évolution des volatilités et leurs impacts sur les coefficients de corrélation, chose qui puisse donner plusieurs indications aux investisseurs.

Les graphiques suivants, exposent l'évolution des différents coefficients de corrélation (au carré) entre les couples (MASI-CAC40), (MASI-S&P500), (MASI-NIKKEI225), (CAC40-S&P500), (CAC40-NIKKEI225) et (S&P500-NIKKEI225).

Nous avons opté à choisir de travailler avec le carré des coefficients pour mettre en claire les périodes de forte corrélation. Pour notre étude, il n'est pas nécessaire de faire la distinction entre corrélation positive ou négative, mais nous cherchons seulement à comprendre s'il existe une relation entre l'évolution des volatilités et celle des coefficients de corrélation.

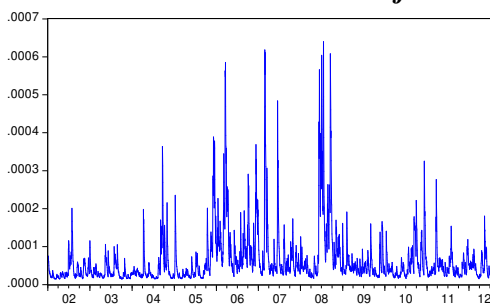


Nous remarquons déjà que pendant la période allant de l'année 2007 à l'année 2010, la plupart des coefficients de corrélations ont enregistré des niveaux très importants. Il nous reste alors à trouver si ces groupements des forts coefficients peuvent être expliqués par les volatilités conditionnelles aussi importantes pendant cette période.

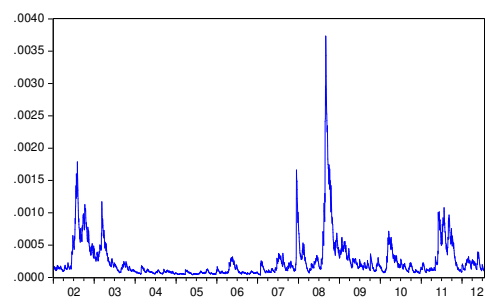
Les graphiques ci-après, montrent les différentes variances conditionnelles (volatilités), obtenues par l'équation (2).

Nous rappelons ici que pour chaque indice « i », nous générerons les volatilités conditionnelles en prenant en compte à chaque fois un autre indice « j ».

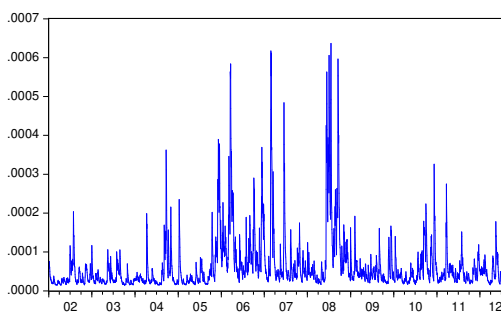
Les graphiques seront intitulés de la façon suivante : « *Volatilité de l'indice i (indice j)* », qui signifiera: la volatilité de l'indice « i » obtenue par l'équation (2) en prenant en considération l'effet de l'indice « j ».



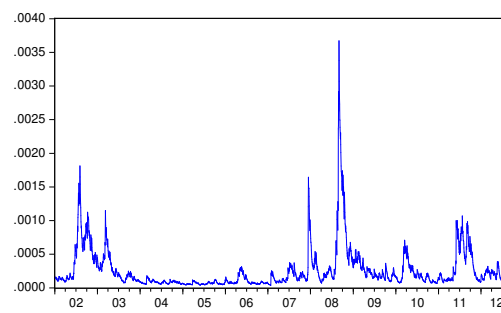
Volatilité de l'indice MASI (CAC40)



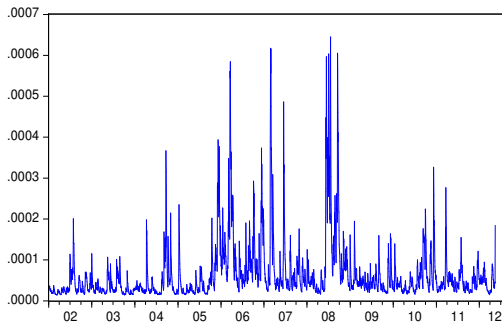
Volatilité de l'indice CAC40 (MASI)



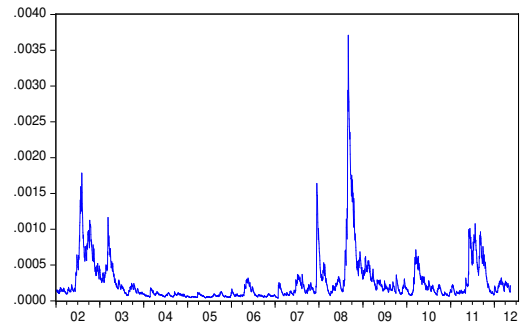
Volatilité de l'indice MASI (S&P500)



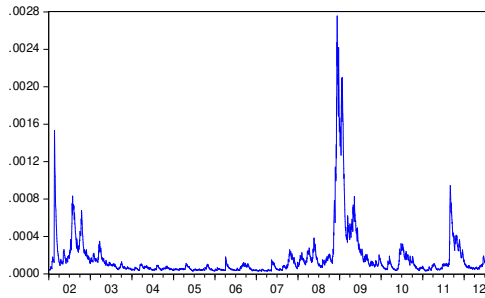
Volatilité de l'indice CAC40 (S&P500)



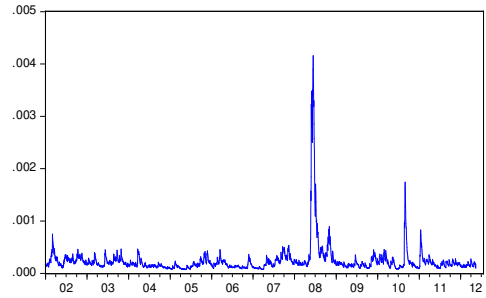
Volatilité de l'indice MASI (NIKKEI225)



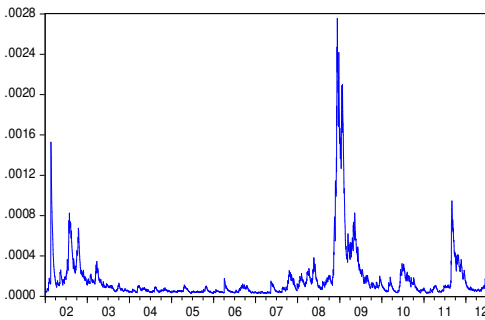
Volatilité de l'indice CAC40 (NIKKEI225)



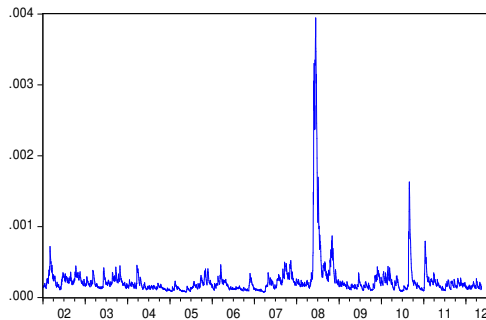
Volatilité de l'indice S&P500 (MASI)



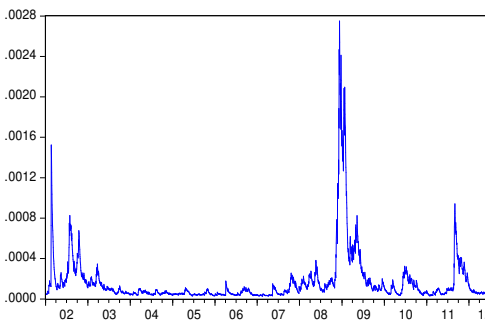
Volatilité de l'indice NIKKEI225 (MASI)



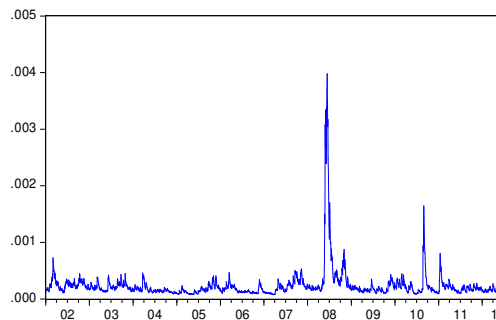
Volatilité de l'indice S&P500 (CAC40)



Volatilité de l'indice NIKKEI225 (CAC40)



Volatilité de l'indice S&P500 (NIKKEI225)



Volatilité de l'indice NIKKEI225 (S&P500)

Le constat principal que nous pouvons retirer de toutes ces représentations, est que les volatilités des rendements d'un certain indice conditionnées par les autres indices ont subi quelques changements. Car en se référant au graphique 2, nous remarquons que les périodes de cluster de volatilité surtout pour le MASI et le NIKKEI225, ont enregistré de plus fortes volatilités et ce par ce que les deux marchés ont reçu des informations complémentaires des autres places boursières. Ceci nous indique que parmi ces 4 pays, les marchés boursiers Marocain et Japonais sont les plus vulnérables à exprimer une réponse hostile à un choc au

niveau international. Par contre, les marchés Américain et Français n'ont pratiquement exprimé aucun changement compte tenu de la situation initiale.

Comme nous l'avons énoncé, ce travail s'intéresse plus à trouver si les corrélations entre les marchés financiers sont conditionnés par des changements des régimes dans les volatilités.

Pour ce, nous présentons dans le graphique 3 (annexe), les volatilités et les corrélations propres à chaque couple de marché.

5. Commentaires :

➤ *MASI & CAC40 :*

Concernant les relations des rendements de l'indice MASI et le CAC40, il est bien clair que la volatilité de l'indice Marocain n'apporte aucun changement aux coefficients de corrélation entre le marché Marocain et le marché Français. Ceci est bien mis en évidence en analysant les 3 premières représentations du graphique 3. Nous remarquons que même si le marché Marocain a connu des périodes successives de fortes volatilités entre 2004 et 2009, la réponse des changements des coefficients de corrélation est restée quasiment nulle. Par contre, suite à deux chocs violents de volatilité du marché Français entre 2007 et 2009, les coefficients de corrélations ont aussi connu une hausse remarquable ou ils sont passés de 0,2 à 0,42 ce qui témoigne d'une hausse du niveau de corrélation entre les deux valeurs.

➤ *MASI & S&P500 :*

Pour les relations des marchés Marocain et Américain, nous remarquons d'abord que les coefficients de corrélations sont restés en générale plus forts que ceux entre le Maroc et la France. Mais ce qui attire le plus notre attention, est que les coefficients de corrélations qui connaissent des battements forts après chaque choc sur la volatilité du Marché Marocain. Au contraire du marché Américain dont le changement du régime de la volatilité n'avait causé aucune hausse des coefficients de corrélations que pendant la période 2002-2003.

➤ *MASI & NIKKEI225 :*

Nous remarquons là encore le même phénomène précédemment discuté dans le cas du marché Marocain et sa relation avec le marché Américain.

Après chaque changement dans le rythme de la volatilité des rendements de l'indice Marocain, nous soulevons une réponse immédiate et instantanée des coefficients de corrélations entre les deux marchés. Par contre, le seul choc significatif de l'indice NIKKEI225 n'a eu aucun effet immédiat.

➤ *CAC40 & S&P500 :*

Premièrement, il faut signaler que se sont les coefficients de corrélation entre le marché Français et le marché Américain qui ont enregistré la plus forte valeur (0,47), ce qui ne fait que confirmer la solidité des relations bilatérales entre les deux économies.

Toutefois, Nous remarquons qu'un choc sur la volatilité des rendements de l'indice S&P500, s'est immédiatement traduit par une hausse des coefficients de corrélation et ce pendant le début de l'année 2002. Le même phénomène est constaté vers la fin de l'année 2008 et pendant l'année 2009. Ou une hausse de la volatilité des rendements de l'indice

S&P500, s'est senti au niveau des coefficients de corrélation qui ont une fois de plus marqué leur pic.

Contrairement à l'indice Américain, les changements de la volatilité des rendements de l'indice CAC40, n'ont apporté pratiquement aucun changement aux niveaux des coefficients de corrélation.

➤ **CAC40 & NIKKEI225 :**

Nous remarquons en un premier temps que la corrélation entre les deux indices a instantanément répondu un choc sur l'indice CAC40 et ce, pendant la période de 2002-2003. Mais en général, avant l'année 2007, les deux indices étaient faiblement volatiles et les coefficients de corrélation étaient aussi au dessous de 0,2. Cependant, après la fameuse année 2007, nous remarquons tout d'abord que les volatilités des deux indices deviennent plus élevées. Les deux volatilités ont marqué leur pic en 2008, mais ce n'est qu'en 2^{ème} trimestre de 2009 que nous avons relevé une hausse significative dans les coefficients de corrélation.

➤ **S&P500 & NIKKEI225 :**

Le premier constat que nous pouvons faire est que la volatilité des rendements de l'indice NIKKEI225, est la plus faible parmi les 4 indices étudiés.

Concernant les deux marchés Américain et Japonais, il est difficile de juger que la volatilité de l'un des rendements de ces deux indices, influence les niveaux des corrélations entre les deux marchés, à l'exception de la volatilité de l'indice S&P500 pendant le début de l'année 2002 qui est suivie par une hausse significative du niveau des corrélations entre les deux marchés.

6. Conclusion :

Ce travail, a été mis en place pour pouvoir détecter à travers un modèle GARCH bi-varié, les liens qui puissent exister entre les volatilités implicites et les corrélations de 4 différents marchés financiers: Marocain, Français, Américain et Japonais.

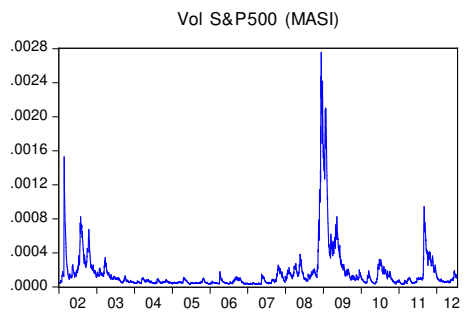
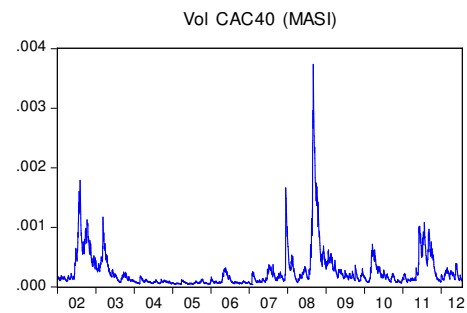
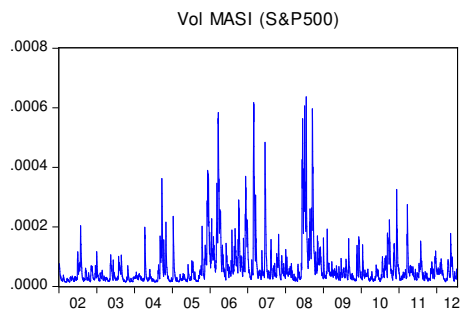
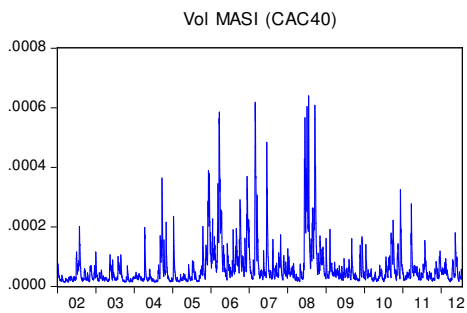
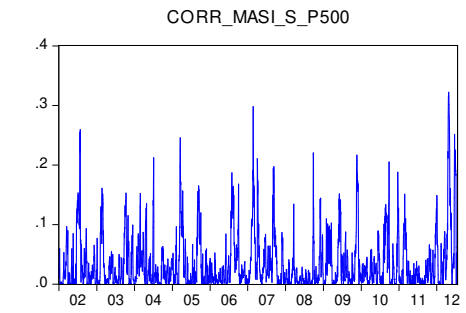
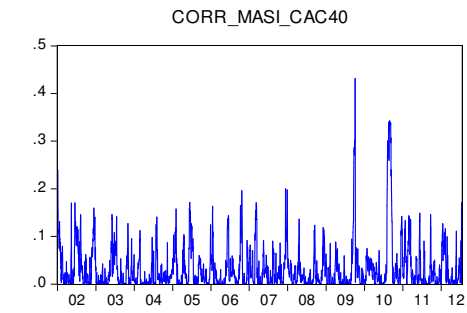
La volatilité en elle-même, est un concept qui ne cesse de hanter les marchés financiers et les intervenants (investisseurs, traders, gestionnaires des fonds de couverture,...), mais si elle est combinée avec l'étude des corrélations, nous pourrions enfin dire que nous disposons d'un système d'alerte, du fait que les volatilités conditionnelles contribuent largement à l'explication de l'évolution de ces coefficients corrélations.

Selon Markowitz, l'un des principaux facteurs qui permettent à un investisseur de détenir un portefeuille efficient, est la notion de « corrélation ». Pourtant, l'utilisation de la corrélation n'est pas simple à mettre en place par ce qu'elle est dynamique, elle varie avec le temps et prend différentes valeurs pour le même couple d'actifs. A travers ce travail, nous étions capables de modéliser cette variation des coefficients de corrélation, mais de plus, nous avons pu mettre en évidence la relation qui puisse l'unifier avec l'autre concept, à savoir la volatilité des marchés financiers.

Références

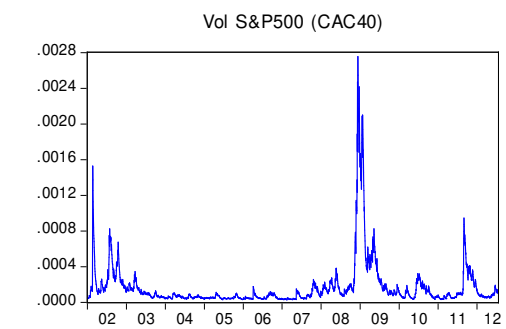
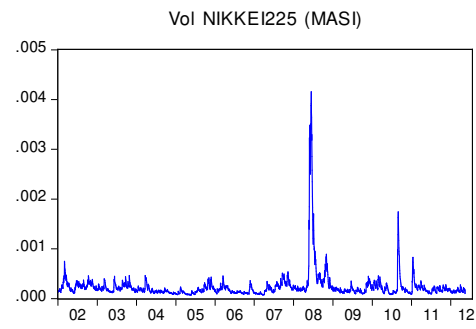
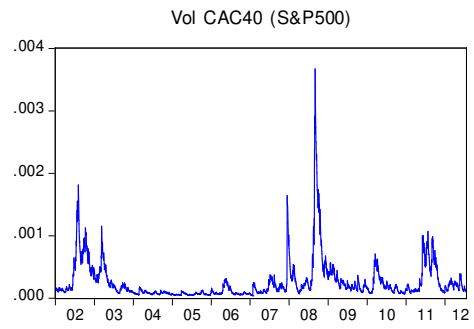
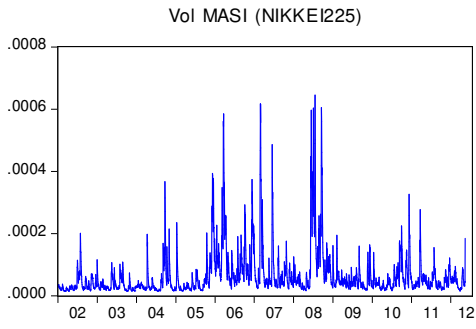
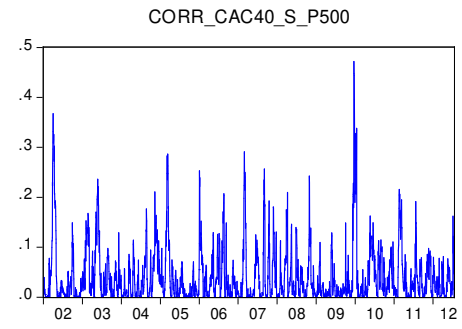
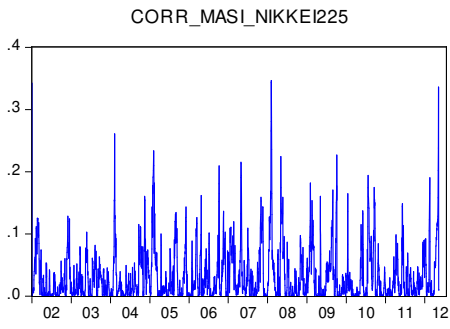
- Bertero, E. and C. Mayer, (1990), "Structure and Performance: Global Interdependence of Stock Markets Around the Crash of 1987," *European Economic Review*, 34, 1155-1180.
- Bollerslev, T. (1987), "A Conditionally Heteroskedastic Time Series Model for Security Prices and Rates of Return Data," *Review of Economics and Statistics*, 59, 542-547.
- Campbell R. Harvey, "Predictable Risk and Returns in Emerging Markets", Duke University and National Bureau of Economic Research.
- De Santis, G. and B. Gerard, (1997), "International Asset Pricing and Portfolio Diversification with Time-Varying Risk," Forthcoming, *Journal of Finance*.
- Erb, C., C. Harvey and T. Viskanta, (1994), "Forecasting International Equity Correlations," *Financial Analysts Journal*, 50, 32-45.
- Evans, J. and S. Archer, (1968), "Diversification and the Reduction of Dispersion – An Empirical Analysis," *Journal of Finance*, 23, 761-767.
- Fama, E., (1965), "The Behaviour of Stock Market Prices," *Journal of Business*, 38, 394-419.
- Kaplanis, E., (1988), "Stability and Forecasting of the Co-movement Measures of International Stock Market Return," *Journal of International Money and Finance*, 8, 63-75.
- King, M., E. Sentana and S. Wadhvani, (1994), "Volatility and Links Between National Stock Markets," *Econometrica*, 62, 901-933.
- Lessard, D., (1973), "International Portfolio Diversification Multivariate Analysis for a Group of Latin American Countries," *Journal of Finance*, 28, 619-633.
- Levy, H. and M. Sarnat, (1973), "International Portfolio Diversification of Investment Portfolios," *American Economic Review*, 668-675.
- Longin, F. and B. Solnik, (1995), "Is the Correlation in International Equity Returns Constant: 1960-1990?," *Journal of International Money and Finance*, 14, 3-26.
- Mandelbrot, B., (1963), "The Variation of Certain Speculative Prices," *Journal of Business*, 36, 394-419.
- Ragunathan, V., R. Faff and R. Brooks, (1997) "Correlations, Business Cycles and Integration," Mimeo, Royal Melbourne Institute of Technology.
- Roll, R., (1988) "The International Crash of October 1987," *Financial Analysts Journal*, 44, 19-35.
- Solnik, B., C. Boucrelle and Y. Le Fur, (1996), International Market Correlations and Volatility, *Financial Analysts Journal*, 52, 17-34.
- Von Furstenberg, G. and B.N. Jeon, (1989), "International Stock Price Movements: Links and Messages," *Brookings Papers on Economic Activity*, 1989, 1, 125-179.

Graphique 3:



Vol MASI et CAC40 Vs Corr (MASI, CAC40)

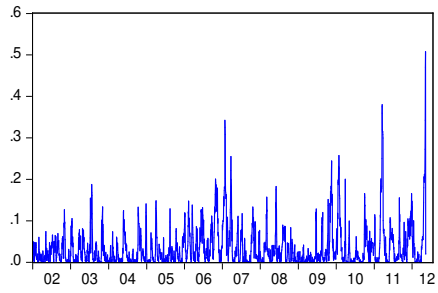
Vol MASI et S&P500 Vs Corr (MASI, S&P500)



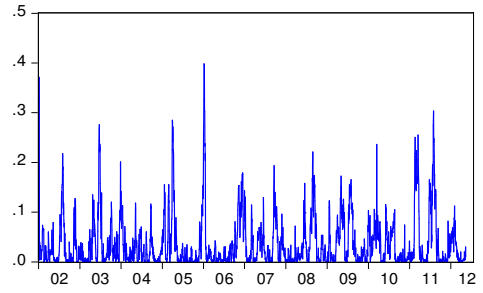
Vol MASI et NIKKEI225 Vs Corr (MASI, NIKKEI225)

Vol CAC40 et S&P500 Vs Corr (S&P500, CAC40)

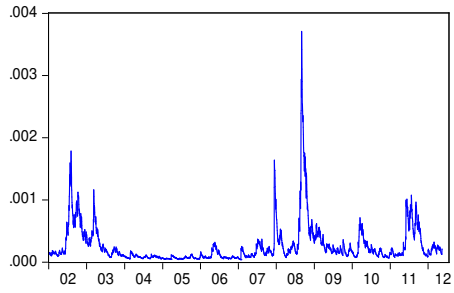
CORR_CAC40_NIKKEI225



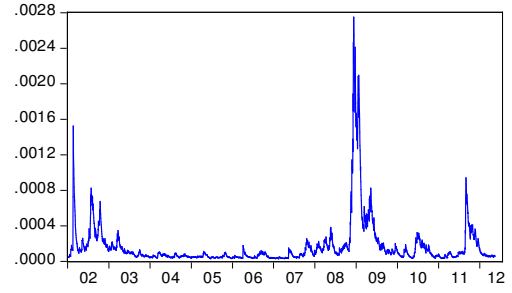
CORR_S_P500_NIKKEI225



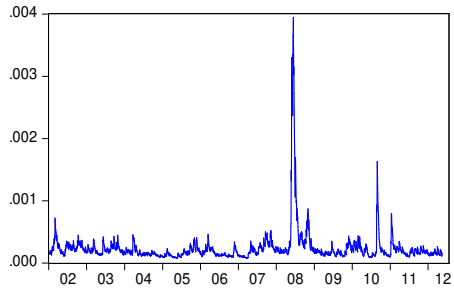
Vol CAC40 (NIKKEI225)



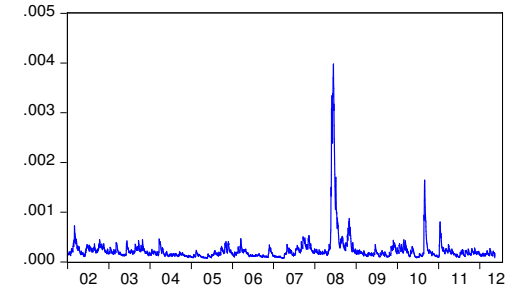
Vol S&P500 (NIKKEI225)



Vol NIKKEI225 (CAC40)



Vol NIKKEI225 (S&P500)



Vol CAC40 et NIKKEI Vs Corr (NIKKEI, CAC40)

Vol S&P500 et NIKKEI Vs Corr (NIKKEI, S&P500)