

# TRANSMISSION DES CHOCS DE RENDEMENT ET DE VOLATILITE ENTRE MARCHES BOURSIERS : APPLICATION DE MODELES GARCH MULTIVARIÉS\*

Ahmed El Ghini<sup>1</sup> & Youssef Saidi<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Département d'Economie et de Gestion, *Université Mohammed V de Rabat*, Maroc  
E-mail : [aelghini@gmail.com](mailto:aelghini@gmail.com)

<sup>2</sup> Département de la Recherche, *Bank Al-Maghrib, Rabat*, Maroc  
E-mail : [saidiyoussef@hotmail.com](mailto:saidiyoussef@hotmail.com) / [y.saidi@bkam.ma](mailto:y.saidi@bkam.ma)

**Résumé.** Dans ce papier, nous nous intéressons à l'étude des liens de volatilité et de rendement entre le marché financier marocain et ceux des États-Unis et trois pays européens (France, Allemagne et Royaume-Uni) avant et après la crise financière des *subprimes* de 2008. Plus précisément, nous utilisons les indices boursiers MASI, CAC, DAX, FTSE et NASDAQ représentatifs respectivement des marchés boursiers : marocain, français, allemand, anglais et américain. Notre échantillon porte sur les indices boursiers journaliers de la période allant du 2 janvier 2002 au 31 décembre 2012 (jours fériés exclus). A partir de nos résultats d'estimation des modèles bi-variés VAR-BEKK GARCH, nous analysons la transmission des chocs de rendement et de volatilité entre le marché financier marocain et les autres marchés financiers considérés. Par ailleurs, l'identification de la date de rupture structurelle relative à la crise des *subprimes* est effectuée en utilisant les deux tests de changement structurel de Lee-Strazicich (2003, 2004) et Bai-Perron (1998, 2003). Les résultats empiriques obtenus mettent en évidence un changement des degrés d'interdépendance et des effets de *spillover* entre les grands marchés financiers considérés et le marché financier marocain émergent dû à la crise financière globale de 2008.

**Mots-clés.** Transmission des chocs de volatilité et de rendement, modèles GARCH multivariés, modèles VAR, crise financière, marchés boursiers, identification de break, corrélation conditionnelle.

**Abstract.** The aim of this paper is to investigate the return and volatility linkages among the Moroccan stock market and that of the US and three European countries (France, Germany and UK) before and during the 2008 financial crisis. More specifically, we use stock returns in MASI, CAC, DAX, FTSE and NASDAQ as representatives of Moroccan, French, German, British and US markets respectively. The data sample frequency is daily and spans from January 2002 to December 2012 excluding holidays. Using the estimation results of a bivariate VAR-BEKK GARCH model, we analyze the return and volatility spillover effects between the Moroccan market and the other considered markets. Moreover, the identification of break point due to the subprime crisis is made by Lee-Strazicich (2003, 2004) and Bai-Perron (1998, 2003) structural break tests. The empirical results indicate varying degrees of interdependence and spillover effects between the four considered major stock markets and the Moroccan emerging stock market before and after the 2008 global financial crisis.

**Keywords.** Return and volatility spillovers, multivariate GARCH model, VAR analysis, financial crisis, stock markets, break identification, conditional correlation.

---

\* Les opinions exprimées dans ce travail sont celles de ses auteurs et ne reflètent pas forcément celles de leurs institutions.

## 1. Introduction

La crise financière mondiale des *subprimes* et ses conséquences sur les marchés internationaux ont suscité un grand intérêt de la part des universitaires, des investisseurs et des décideurs. Dans la littérature, on trouve déjà un grand nombre de travaux théoriques et empiriques consacrés aux mécanismes de la transmission internationale de la volatilité dans le contexte de crise. La transmission de volatilité (*volatility spillover*) indique que la volatilité des prix des actifs dans un marché peut être prédite ou expliquée par les chocs de volatilité dans d'autres marchés. Autrement dit, deux ou plusieurs marchés sont interdépendants en termes de volatilité des prix. La littérature existante examine généralement la transmission de la volatilité entre les marchés financiers ou entre des actifs du même marché des capitaux.

Sur le plan théorique, King et Wadhvani (1990) et Kaminsky et Schukler (1999) ont proposé respectivement des analyses basées sur la révision des anticipations et des comportements de troupeau (*herding behavior*). Plus récemment, Stevens (2008) a étudié deux types de canaux pour la transmission internationale des crises : le premier type est relatif aux chocs communs, de sorte que les secteurs financiers dans différents pays sont simultanément affectés par le même choc. Le deuxième type concerne les crises transmises entre plusieurs économies. Par ailleurs, Didier et al. (2007) ont proposé deux types d'effets de contagion. Le premier type se transmet par l'économie réelle, telle que la transmission internationale des chocs de la demande et des flux commerciaux. Le deuxième type d'effets de contagion est dû à l'interaction des marchés de capitaux. Ces effets sont transmis par des ajustements du marché des actifs ou par les institutions financières.

Sur le plan empirique, Wang et Lee (2009) ont montré qu'après la crise asiatique de 1997, la transmission des effets de rendement et de volatilité des actifs a augmenté dans neuf marchés boursiers asiatiques. Aussi, Baig et Goldfajn (1999) ont mis en évidence la présence d'effets de contagion dans quatre marchés financiers asiatiques. Au sujet de la récente crise de 2008, une étude empirique d'Angkinand et al. (2010) a montré que le degré d'interdépendance et la transmission des effets ont sensiblement augmenté après la crise des *subprimes* entre États-Unis et dix-sept autres pays développés.

Pour les gestionnaires financiers et les décideurs en matière de politique économique, la compréhension de la transmission (ampleur, direction, etc.) des chocs financiers et leur volatilité est un élément essentiel du dispositif informationnel. Du point de vue des gestionnaires financiers, la connaissance de l'interdépendance des marchés est importante pour la détermination de la couverture et de la diversification de leur investissement international. En outre, du point de vue des décideurs économiques, l'instabilité financière, comme un effondrement d'une banque ou un krach boursier, sont des enjeux majeurs qui influent directement sur l'économie réelle d'un pays.

La crise financière internationale actuelle qui a commencé aux États-Unis a révélé une forte interdépendance entre les marchés financiers dans le monde entier. Le but de ce travail est d'étudier les effets de rendement et de volatilité entre, d'un côté, le marché boursier marocain et, de l'autre, ceux de la France, des États-Unis, du Royaume-Uni et de l'Allemagne au cours de la période 2002-2012. Dans la Section 2, nous décrivons les données et la méthodologie utilisées, et dans la Section 3 nous présentons et discutons nos principaux résultats. Enfin, les principales conclusions sont présentées dans la Section 4.

## 2. Données et méthodologie

Notre étude a pour objectif d'analyser empiriquement le degré de transmission des chocs de rendement et de leurs volatilités entre le marché financier marocain et ceux des États-Unis et trois pays européens (France, Allemagne et Royaume-Uni). Cette analyse requiert la modélisation de la

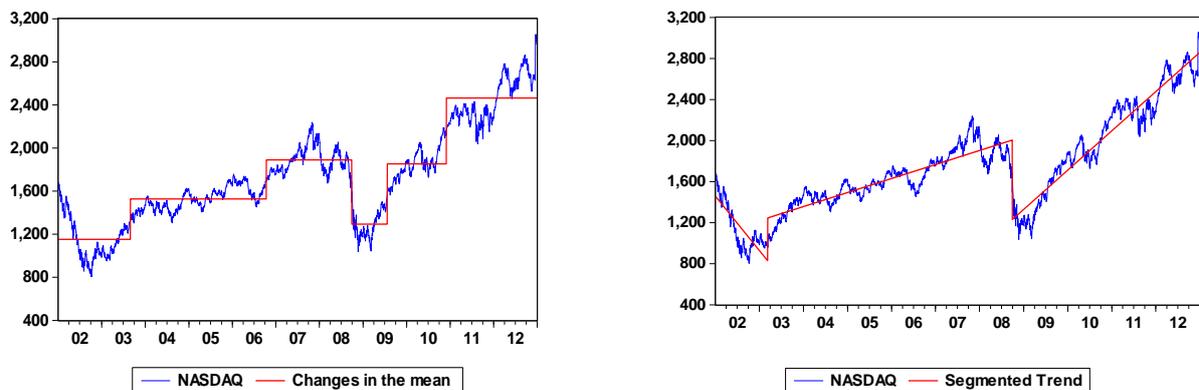
volatilité des marchés, l'interdépendance entre les marchés et l'identification de la date de changements de régime due à la récente crise financière. Cela permet en effet la caractérisation des périodes de crises et leurs effets sur le degré d'interdépendance. En ce qui concerne la contagion et le comportement des marchés en périodes de crises comparativement à des périodes normales, nous citons ici l'étude menée par El Ghini et Saidi (2015) sur les effets de contagion au sens de Forbes et Rigobon (2002) entre les mêmes marchés financiers précités.

Dans notre analyse empirique, nous retenons le rendement des indices journaliers : MASI, CAC, DAX, FTSE et le NASDAQ relatifs respectivement aux marchés boursiers marocain, français, allemand, britannique et américain sur la période allant du 2 janvier 2002 au 31 décembre 2012, sans tenir compte des jours fériés. Notre analyse empirique consiste méthodologiquement à estimer des modèles VAR(p)-BEKK GARCH à partir des séries bi-variées de rendement. Les deux composantes de ces séries sont associées respectivement à l'indice boursier marocain et à l'un des autres quatre indices boursiers considérés. En distinguant les deux périodes avant et après la crise, nous évaluons les statistiques de Wald afin de tester les hypothèses d'existence des effets de *spillovers* de rendement et de volatilité entre les marchés boursiers. Cela nous permettra en effet d'examiner la transmission des rendements et de leurs volatilités entre les marchés financiers développés considérés et le marché marocain. La variante CCC (corrélation conditionnelle constante) de la partie GARCH du modèle est également utilisée pour tester l'hypothèse restrictive de la corrélation constante entre les séries de rendements des marchés étrangers et le marché financier marocain. Par ailleurs, l'identification de la date de rupture structurelle relative à la crise des *subprimes* est effectuée en utilisant les deux tests de changement de régime de Lee-Strazicich (2003, 2004) et Bai-Perron (1998, 2003).

### 3. Résultats empiriques

Dans ce travail, nous utilisons dans un premier lieu les tests de Bai-Perron (1998, 2003) et de Lee-Strazicich (2003, 2004) pour estimer la date de rupture, due à la crise des *subprimes*, de l'indice journalier NASDAQ. Les deux tests utilisés nous permettent d'identifier la date du 26 septembre 2008 comme un point de rupture dans l'indice NASDAQ qui coïncide approximativement avec la date du crash de la quatrième grande banque américaine «*Lehman Brothers*». Dans la Figure 1, nous présentons les cinq changements de niveau identifiés par le test de Bai-Perron (graphique de gauche) et les deux changements de tendance identifiés par le test de Lee-Strazicich (graphique de droit).

Figure 1 : Changements structurels dans la série du NASDAQ (2002-2012)



Deuxièmement, deux modèles flexibles et bi-variés ont été appliqués (VAR-BEKK, VAR-CCC) pour évaluer les effets de *spillover* de rendement et de volatilité entre les quatre marchés étrangers (États-Unis, France, Royaume-Uni et Allemagne) et le marché marocain dans les périodes pré- et post-crise. L'hypothèse restrictive des corrélations conditionnelles constantes (CCC) a été rejetée par les données. Pour analyser le phénomène de *spillover* de rendement et de volatilité entre les marchés boursiers étrangers et le marché boursier marocain, nous avons discuté dans un premier temps la persistance de la volatilité dans chaque pays. En se basant sur les tests de Wald, nous évaluons ensuite les effets de *spillover* entre les quatre marchés étrangers considérés et le marché marocain pendant les périodes avant et après la crise (voir le Tableau 1).

### **3.1 Persistance des chocs de rendements et de volatilité**

Les résultats obtenus suggèrent que le rendement dans le marché boursier marocain est plus persistant par rapport à ceux des quatre marchés étrangers considérés. En d'autres termes, les *spillovers* locaux de rendement pour le marché marocain (resp. quatre marchés matures considérés) sont positifs (resp. négatifs), indiquant une tendance à la hausse (resp. baisse) sur ce marché (resp. marchés matures). En effet, le ratio de la capitalisation boursière au PIB, considéré comme un indicateur d'attractivité croissante du marché marocain, révèle que le taux de capitalisation du marché dans la bourse de Casablanca a bondi de 23,8% en 2002 à 86,1% en 2006.

Par ailleurs, nos résultats montrent une forte persistance de la volatilité dans les cinq marchés de notre échantillon. En particulier, la persistance de la volatilité propre aux marchés des États-Unis et des trois autres pays européens est plus importante par rapport à celle du marché marocain.

### **3.2 Effets de *spillover* dans le marché marocain avant et après la crise financière de 2008**

Dans cette partie, nous comparons les effets de *spillovers* provenant des quatre marchés boursiers étrangers considérés vers le marché boursier marocain avant et après la dernière crise financière.

Les résultats obtenus à partir des estimations des modèles bi-variés VAR-BEKK GARCH indiquent que la crise financière mondiale de 2008 a conduit à de plus fortes corrélations entre le marché marocain et les marchés américain et britannique. Dans le Tableau 1, nous présentons les résultats du test de Wald concernant les effets de *spillovers* de rendement et de volatilité entre, d'un côté, le marché boursier marocain et, de l'autre, ceux de la France, des États-Unis, du Royaume-Uni et de l'Allemagne avant et après la crise de 2008.

En ce qui concerne la transmission des chocs de rendement, avant la crise, entre les marchés développés considérés et le marché marocain, les résultats obtenus suggèrent la présence d'effets de *spillover* unidirectionnels positifs des marchés boursiers matures vers le marché marocain. En particulier, il semble que des effets plus élevés proviennent des marchés du Royaume-Uni et de la France. En conséquence, nos résultats mettent en évidence une forte corrélation entre le marché marocain et ceux des États-Unis et des trois plus grands marchés européens pendant la période calme, en ligne avec d'autres études précédentes notamment celles de Neaime (2012) et Beirne et al. (2008).

**Tableau 1 : Statistiques du test de Wald d'effets de spillover**

Period	Country	No spillovers in mean		No spillovers in variance		No spillovers
		Wald 1 ( $H_0^1$ )	Wald 2 ( $H_0^2$ )	Wald 3 ( $H_0^3$ )	Wald 4 ( $H_0^4$ )	Wald 5 ( $H_0^5$ )
Pre-Crisis Period (January 3, 2002 to September 26, 2008)	U.S.	5.603**	0.064	4.771*	2.753	10.501
	France	10.270***	0.061	5.581*	0.846	17.199***
	U.K.	19.005***	0.943	5.491*	1.447	27.941***
	Germany	6.109**	0.411	2.517	1.681	11.778
Post-Crisis Period (September 29, 2008 to December 31, 2012)	U.S.	5.781**	3.635*	5.623*	0.697	12.403**
	France	3.721**	1.975	0.072	0.941	6.850
	U.K.	19.366***	2.842	1.358	0.738	22.923**
	Germany	4.133	1.568	0.630	5.176*	14.375*

Note: Rejection of the null hypothesis at the 1%, 5% and 10% is denoted by \*\*\*, \*\*, and \* respectively. Under the null hypotheses Wald  $i$  (noted  $H_0^i$ , for  $i=1$  to 5) are  $\chi^2$  distributed.  $H_0^1: \beta_{12}(1)=\dots=\beta_{12}(p)=0$  (no return spillover from country  $i$  to Morocco);  $H_0^2: \beta_{21}(1)=\dots=\beta_{21}(p)=0$  (no return spillover from Morocco to country  $i$ );  $H_0^3: a_{12}=b_{12}=0$  (no volatility spillover from Morocco to country  $i$ );  $H_0^4: a_{21}=b_{21}=0$  (no volatility spillover from the country  $i$  to Morocco);  $H_0^5: \beta_{12}(1)=\dots=\beta_{12}(p)=\beta_{21}(1)=\dots=\beta_{21}(p)=a_{12}=b_{12}=a_{21}=b_{21}=0$  (no spillover).

## 4. Conclusion

Dans ce travail, nous avons étudié les effets de *spillovers* de rendement et de volatilité entre, d'un côté, le marché boursier marocain et, de l'autre, ceux de la France, des États-Unis, du Royaume-Uni et de l'Allemagne au cours de la période 2002-2012.

Comme il a été souligné dans la littérature existante, les corrélations entre les marchés boursiers montrent souvent une tendance à la hausse dans les périodes de crise. Les résultats de nos tests de *spillovers* indiquent qu'il existe, pendant la période de crise, des effets de *spillovers* de rendement unidirectionnels positifs provenant des marchés boursiers développés considérés (à l'exception de l'Allemagne) vers le marché marocain. Plus particulièrement, nos résultats montrent une augmentation des effets de *spillovers* des marchés britannique et américain vers le marché boursier marocain au cours de la dernière crise financière mondiale. Ces résultats sont en cohérence avec l'étude menée récemment par El Ghini et Saidi (2015) sur les co-mouvements entre les marchés étudiés. En revanche, les effets de *spillovers* des marchés français et allemand vers le marché marocain sont moins présents après la crise de 2008. Cela peut s'expliquer manifestement par la persistance des effets additionnels de la crise des crédits souverains et la baisse de la demande dans la zone euro.

## Bibliographie

- [1] Angkinand, A, Barth, J. and Kim, H. (2010), Spillover effects from the US financial crisis: Some time-series evidence from national stock returns, *The Financial Economic Crisis: An international Perspective*, Benton Gup Editor.
- [2] Baba Y. Engle R.F., Kraft & Kroner K. (1990), Multivariate simultaneous generalized ARCH, *unpublished manuscript*, University of California, San Diego.
- [3] Bai, J. and Perron P. (1998), Estimating and Testing Linear Models with Multiple Structural Changes, *Econometrica*, Vol. 66, No. 1, pp. 47-78.

- [4] Bai, J. and Perron P. (2003), Computation and Analysis of Multiple Structural Change Models, *Journal of Applied Econometrics*, Vol. 18, No. 1, pp. 1-22.
- [5] Baig, T. and Goldfajn I. (1999), Financial Market Contagion in the Asian Crisis, *International Monetary Fund*, Vol. 46, pp. 167-195.
- [6] Beirne, J., G. M. Caporale, M. Schulze-Ghattas, and N. Spagnolo (2008), Volatility Spillovers and Contagion from Mature to Emerging Stock Markets, IMF Working Paper, 286.
- [7] Didier, T., Mauro, P., Schmuckler, S. (2008), Vanishing financial contagion? *Journal of policy modelling* 30, 775–791.
- [8] El Ghini, A. and Saidi, Y. (2015), Financial market contagion during the global financial crisis: evidence from the Moroccan stock market., *Journal of Financial Markets and Derivatives*, Vol. 4, No. 1, pp. 78-95.
- [9] Forbes, K. and Rigobon R. (2002), No contagion, only interdependence: Measuring stock market comovement, *The Journal of Finance*, Vol. 57, pp. 2223-2261.
- [10] Francq, C and Zakoïan, J.M. (2010), *GARCH Models: Structure, Statistical Inference and Financial Applications*, John Wiley.
- [11] Kaminsky, L. and Schukler, S. (1999), What Triggers Market Jitters ? A chronicle of the Asian Crisis, *Journal of International Money and Finance*, Vol. 18, pp. 537-560.
- [12] King, M. and Wadhvani, S. (1990), Transmission of volatility between stock markets, *The Review of Financial Studies*, Vol. 3, pp. 5-33.
- [13] Lee, J. and Strazicich, M.C. (2003), Minimum Lagrange Multiplier Unit Root Test with Two Structural Breaks, *The Review of Economics and Statistics*, MIT Press, Vol. 4, No. 4, pp. 1082-1089.
- [14] Lee, J. and Strazicich, M. C. (2004), Minimum LM Unit Root Test with One Structural Breaks, *Department of Economics, Appalachian State University*.
- [15] Neaime, S. (2012). The global financial crisis, financial linkages and correlations in returns and volatilities in emerging MENA stock markets. *Emerging Markets Review*, 13(3), 268–282.
- [16] Stevens, G.(2008), Economic prospects in 2008: An antipodean view. Address by the Governor of the Reserve Bank of Australia to Australian Business, January 18, London, UK.
- [17] Wang, K.M.. and Lee, Y.M. (2009), The stock markets spillover channels in the 1997 Financial Crisis, *International Research Journal of Finance and Economics*, Vol. 26, pp. 105-133.