

SYNCHRONISATION DES MARCHES FINANCIERS AFRICAINS, UNE APPROCHE DES ONDELETTES

N'GORAN Christian Florent Kohounsa

Faculté des Sciences Econoiques et Développement, Université de Bouaké, Côte d'Ivoire

Résumé : Dans cet article, nous mettons en évidence le niveau de synchronisation des marchés boursiers de six pays de l'Afrique par rapport à celui de l'Afrique du Sud sur la période de 2000 à 2014. La méthodologie utilisée est celle des ondelettes. Cette approche nous a permis d'apprécier les co-mouvements des marchés boursiers africains à travers la cohérence et la différence de phase dans l'espace-temps fréquence. Les résultats montrent une cohérence à haute et basse fréquence entre les différents marchés boursiers et celui de l'Afrique du Sud avec une avance du marché Sud-Africain c'est-à-dire qu'il est le marché leader qui guide les autres. Dans l'ensemble, les marchés boursiers africains avec leurs caractéristiques hétérogènes présentent de fortes cohérences à différents niveaux de fréquence, ce qui suppose que les marchés boursiers sont synchronisés.

Mots-clés : synchronisation, marché financier, ondelettes.

Abstract: In this article, we highlight the level of synchronization of the stock markets of six african countries compared to that of South Africa over the period from 2000 to 2014. The methodology use is that of wavelets. This approach allowed us to appreciate co-movements of african stock markets through coherence and phase difference in space-time frequency. The results show a consistency at high and low frequency between the different stock markets and that of South Africa with an advance of the South Africa market, that it is the leading market which guides the others. Overall, african stock markets with their heterogeneous characteristics exhibit strong cohorences at different levels of frequency, implying that stock markets are synchronized.

Keywords: synchronization, financial market, wavelets.

1. Introduction

L'intégration régionale a pour but de simplifier les relations entre les Etats et de promouvoir le développement économique à travers l'instauration de la libre circulation des personnes, une



harmonisation des politiques et un programme de suppression des barrières commerciales. De manière similaire, les Etats Africains vont tenter d'orienter leurs secteurs financiers en générale et les marchés boursiers en particulier. Comme l'intégration économique, l'intégration des marchés financiers présente aussi plusieurs avantages McKinnon et Shaw (1973) à savoir la mobilisation de l'épargne, Levine et Zervo (1998), la libre circulation des capitaux, des possibilités de transaction à partir de différents pays, Bekaert et Harvey (2003).

L'objectif principal de cet article est d'étudier la synchronisation des cinq marchés boursiers majeurs africains et d'un marché boursier régional : Afrique du Sud, Egypte, Nigéria, Botswana le Kenya et la BRVM. Nous vison à mettre en évidence les capacités des marchés financiers africains à fusionner et d'identifier le marché leader sur lequel va s'appuyer les autres.

Notre hypothèse est que ces marchés boursiers présentent des caractéristiques de cohérence qui sont les critères d'une synchronisation.

Dans cet article, pour mettre en évidence la synchronisation entre ces différents marchés boursiers, nous utilisons un modèle innovant qui permet une analyse à deux niveaux à la fois dans le domaine temporel et le domaine fréquentiel, Torrence et Compo (1998). Nous présentons et appliquons une nouvelle technique d'analyse de séries chronologiques qui a été récemment développée dans le domaine du traitement du signal dans l'ingénierie: une distribution conjointe temps-fréquence basée sur la transformée en ondelettes. La transformée en ondelettes est un outil puissant pour analyser des séries temporelles non stationnaires. La présentation temps-fréquence nous permet de saisir les aspects évolutifs de la distribution spectrale des séries boursières à travers le temps.

Une analyse de la synchronisation des marchés financiers a une importance capitale quant aux liens et l'étendue des marchés boursiers africains, Ampomah (2008). Aussi, les informations qui en découlent sont très utiles pour les agents économiques comme par exemple, les investisseurs qui s'y appuient pour prendre des décisions quant à la recherche d'opportunité et de besoin de financement d'investissement. Elles peuvent être aussi utile pour les gouvernants car les marchés bien structurés et liquides sont source de financement et de développement pour les nations mais permet aussi d'avoir des informations sur les risques du marché. Les informations peuvent être très importantes dans la mesure où la mise en place de certaines politiques économiques tient compte des effets que peut avoir le degré d'intégration sur les différentes variables économiques. Une étude sur l'harmonisation voir une intégration des marchés financiers peut permettre de surmonter le problème informationnel entre marché,

Irving (2005), Soutient qu'elle peut augmenter la visibilité et la taille des marchés Lugangwa (2012).

La suite de notre article s'organise de la manière suivante. La section 2 présente une revue de littérature. La section 3 décrit l'approche méthodologique et les données utilisées. La section 4 présente les résultats et la section 5, la conclusion.

2. Revue de littérature

Cet article peut être perçu comme ceux traitant des études sur l'intégration des marchés boursiers à travers la synchronisation des marchés boursiers africains avec un apport remarquable qui est celle d'une approche méthodologique innovante appliquée aux marchés boursiers des six plus grands marchés boursiers d'Afrique et d'une bourse régionale qui est la BRVM. Elle est basée sur l'étude de Aguiar-Conraria et al. (2011).

Plusieurs études ont été menées en vue d'étudier la corrélation et l'intégration entre les marchés boursiers que ce soit européen, asiatique tant qu'africain avec plusieurs méthodologies à savoir la méthode ICAPM, Guesmi et Nguyen (2013). Ces méthodologies présentent dans leur ensemble des limites telles que leurs analyses des co-mouvements se limitent que seulement à une étude temporelle tandis que la méthodologie des ondelettes a la capacité de faire une analyse à la fois dans le temps et en fréquence et aussi à plusieurs échelles de temps. Cette méthodologie est de plus en plus développée. A cet égard, Lee H (2004) utilise les ondelettes pour analyser la relation entre les marchés boursiers de la Corée du Sud et des Etats Unis. Il utilise l'analyse multi résolution à différentes échelles et détermine qu'il y a une forte relation entre les prix et la volatilité de la monnaie dans les marchés boursiers des pays développés et en voie de développement.

L'un des précurseurs Gallegati (2005), applique la méthode des ondelettes à l'analyse des co-mouvements de cinq grands pays émergents de la MENA (Egypte, Israël, la Jordanie, le Maroc et la Turquie). Il utilise le Maximal Overlap Discrete Wavelet Transform (MODWT) pour faire son étude et trouve que les marchés de la région MENA ont tendance à devenir plus fort quand l'horizon de temps augmente. Fernandez (2012) utilise deux nouveaux outils statistiques d'ondelette, à savoir la corrélation d'ondelette et la corrélation croisée d'ondelette pour l'analyse de séries multivariées des rendements journaliers des marchés boursiers de l'euro zone pendant une période récente. L'analyse de la corrélation multiple révèle l'existence presque parfaite d'une relation linéaire sur une longue période de l'année qui peut être interprétée

comme une parfaite intégration des marchés boursiers européens à des échelles de temps plus élevées. Tiwa et al (2013), examinent l'intégration de neuf marchés boursiers asiatiques utilisant la nouvelle méthodologie de corrélation multiple d'ondelettes et d'ondelette croisées proposée par Fernandez (2012). Ils montrent que les marchés boursiers asiatiques sont fortement intégrés à des fréquences inférieures et relativement moins intégrés à de hautes fréquences. Esser (2014) examine les concepts dans le domaine temporel et fréquentiel qui ont été traditionnellement utilisés pour détecter et décrire le co-mouvement cyclique des données de la production ainsi que par l'analyse des ondelettes. La conclusion de l'étude met en évidence le fait que la première méthode (le domaine temporel) ne peut pas tenir compte des longueurs des différents cycles tandis que celle du domaine fréquentiel ne parvient pas à capturer les relations transitoires.

La cohérence des ondelettes est aussi utilisée par Bacha et Mashi (2014) pour analyser les co-mouvements entre les marchés financiers américains et d'autres marchés à travers le monde afin d'identifier la différence de phase (retard ou avance) entre ces marchés. Ils trouvent que le marché américain est le récepteur des chocs exogènes ainsi les autres marchés boursiers font un ajustement à court terme pour rétablir l'équilibre.

3. Méthodologie

Notre objectif est d'analyser les possibilités de synchronisation des marchés boursiers africains dans un contexte d'intégration de ces différents marchés. Au vu des différentes approches qui s'offrent à nous, pour l'analyse de la synchronisation, nous utiliserons le modèle des ondelettes basé sur l'étude de de Aguiar-Conraria et al. (2011).

Cette approche présente une nouvelle technique d'analyse de séries chronologiques qui a été récemment développé dans le domaine de traitement du signal. La transformée en ondelettes est un outil puissant pour analyser des séries temporelles non stationnaires. La présentation temps-fréquence nous permet de saisir les aspects évolutifs de la distribution spectrale des séries boursières à travers le temps.

3.1. Spécification du modèle

La transformée en ondelettes d'un signal $x(t)$ est définie par :

$$W_x(s, \tau) = \int_{-\infty}^{+\infty} x(t) \frac{1}{\sqrt{|s|}} \psi^* \left(\frac{t - \tau}{s} \right) dt \quad (1)$$

Où * désigne la conjugué complexe. Par conséquent, la transformée en ondelettes

décompose une série de temps $x(t)$ en terme de fonction de base (ondelettes) $\psi_{s,\tau}(t)$, similaire à l'utilisation des cosinus et sinus dans l'analyse de Fourier. Le terme ondelettes signifie une petite vague. La petitesse se réfère à la condition que cette fonction (fenêtre) est de longueur finie (support compact). La vague se réfère à la condition que cette fonction est oscillatoire. Le terme mère implique que les fonctions des différentes régions de support qui sont utilisées dans le processus de transformation sont dérivées d'une fonction principale, ou l'ondelette mère. En d'autres termes, l'ondelette mère est un prototype destiné à générer les autres fonctions de la fenêtre. Les fonctions analysantes ou ondelettes sont définies par :

$$\psi_{s,\tau}(t) = \frac{1}{\sqrt{|s|}} \psi\left(\frac{t-\tau}{s}\right), \quad s, \tau \in \mathbb{R}, s \neq 0. \quad (2)$$

Le paramètre s est le facteur d'échelle qui contrôle la dilatation ou la longueur de l'onde, le facteur $\frac{1}{\sqrt{|s|}}$ est introduit pour garantir la conservation de l'unité de l'énergie, $\|\psi_{s,\tau}\|=1$ et le paramètre τ indique où l'onde est centrée. Les moyens de mise à l'échelle d'une ondelette sont la dilatation si ($|s| > 1$), et la compression si ($|s| < 1$).

Il existe plusieurs types d'ondelettes disponibles avec des caractéristiques différentes, telles que l'ondelette de Morlet, le chapeau mexicain, Haar, Shannon, Daubechies, etc. Le choix de la fonction d'ondelette est un aspect important à prendre en compte et dépend de l'application que l'on veut faire.

Pour l'étude de la synchronisation entre les séries temporelles différentes, une ondelette à valeur complexe est prise, car sa transformation contient des informations à la fois sur l'amplitude et la phase. En ce qui concerne la localisation de temps et de fréquence, les ondelettes de Haar et Shannon sont extrêmement opposées. L'ondelette de Haar a un support compact dans le temps, d'où une mauvaise résolution en fréquence par contre l'ondelette de Shannon a un support compact en fréquence, d'où une mauvaise résolution dans le temps. Les autres ondelettes sont entre les deux extrêmes. L'ondelette de Morlet a une concentration optimale de temps-fréquence (Teolis, 1964) et est la plus populaire des ondelettes à valeur complexe. L'un des avantages de sa complexité est qu'elle tient compte à la fois de la fonction de temps, d'amplitude et de phase à différentes fréquences.

L'ondelette de Morlet est le meilleur compromis entre la concentration de temps et de fréquence. L'ondelette de Morlet peut s'écrire comme suite :

$$\psi(t) = \pi^{-\frac{1}{4}} e^{i\omega_0 t} e^{-\frac{t^2}{2}} \quad (3)$$

Le paramètre ω_0 contrôle le nombre d'oscillations. Pour un choix de $\omega_0 = 6$, on obtient un bon équilibre entre la localisation de temps et de fréquence, et l'échelle s est presque égale à la période de Fourier ce qui facilite l'interprétation de l'analyse de ondelette.

Conformément au cas de l'analyse de Fourier, les outils définis dans le domaine des ondelettes sont : le spectre de puissance d'ondelette défini comme suit.

$$WPS_x(\tau, s) = |W_x(\tau, s)|^2 \quad (4)$$

Qui mesure la distribution de la variance des séries temporelles dans l'espace-temps échelle. D'autres concepts importants sont à prendre en compte à savoir le spectre d'ondelettes croisées, la cohérence d'ondelettes et la différence de phase qui sont les outils de base dans l'analyse des ondelettes et permettent aussi de traiter de la dépendance temps- fréquence entre deux séries temporelles.

Le spectre d'ondelettes croisées quant à lui capte la covariance entre les deux séries dans l'espace-temps fréquence. La transformée de l'ondelette croisée de deux séries temporelles $x(t)$ et $y(t)$ est définie comme suite :

$$W_{xy}(\tau, s) = W_x(\tau, s) \bar{W}_y(\tau, s) \quad (5)$$

Où W_x et W_y sont la transformée d'ondelette de x et y respectivement.

La cohérence d'ondelette de deux séries $x(t)$ et $y(t)$ est donnée par :

$$R_{xy}(\tau, s) = \frac{|S(W_{xy}(\tau, s))|}{\sqrt{S(|W_{xx}(\tau, s)|) S(|W_{yy}(\tau, s)|)}} \quad (6)$$

Où S le paramètre de lissage du temps et d'échelle. La cohérence carrée d'ondelette $R^2_{xy}(\tau, s)$ mesure la force de la relation entre les deux séries au fil du temps et travers les fréquences. $R^2_{xy}(\tau, s)$ est compris entre 0 et 1 avec une forte (faible) valeur indiquant une forte (faible) relation. On peut aussi calculer la différence de phase qui permet d'observer la relation avance retard entre les variables dans l'espace-temps fréquence. La différence de phase est définie par :

$$\phi_{xy}(\tau, s) = \tan^{-1} \left(\frac{\Im(W_{xy}(\tau, s))}{\Re(W_{xy}(\tau, s))} \right) \quad (7)$$

Où \Im et \Re sont les parties imaginaires et réelles respectivement. La différence de phase est déterminée par la valeur $\phi_{xy} \in [-\pi, \pi]$. Pour $\phi_{xy} = 0$, indique que les séries temporelles évoluent ensemble à des fréquences spécifiées. Si $\phi_{xy} \in \left(0, \frac{\pi}{2}\right)$, alors les séries évoluent en phase, mais y est en avance sur x ; si $\phi_{xy} \in \left(-\frac{\pi}{2}, 0\right)$, alors c'est x qui est en avance. Pour une différence de phase de π (ou $-\pi$), indique une relation d'anti phase; si $\phi_{xy} \in \left(\frac{\pi}{2}, \pi\right)$, c'est x qui est en avance, la série temporelle y est en avance si $\phi_{xy} \in \left(-\pi, -\frac{\pi}{2}\right)$.

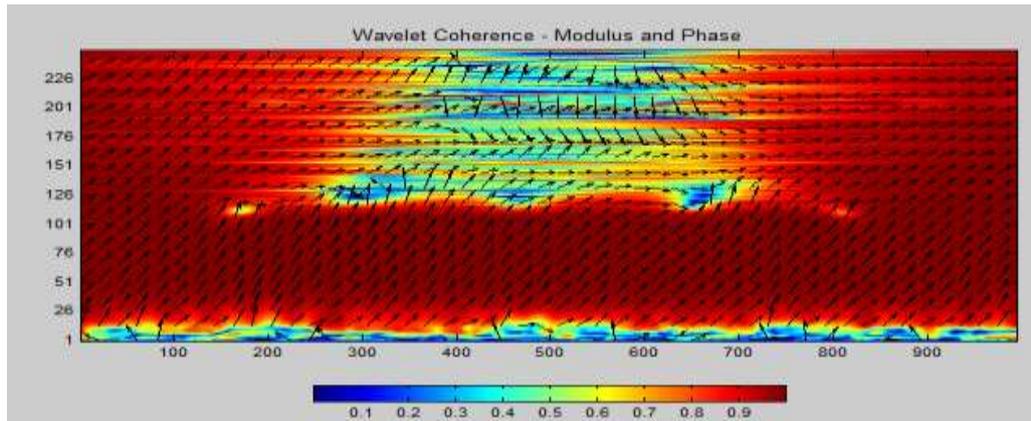
3.2. Données de l'étude

Les données utilisées dans le cadre de notre étude sont les indices boursiers de six grands marchés boursiers de l'Afrique. Ces données sont journalières et ont été recueillies sur le site datastream. A ces marchés nous avons ajouté la BRVM avec ses indices boursiers obtenus à partir de la base de données de la BRVM. Il s'agit de l'Afrique du Sud (indice STABL3M disponible entre le 31 décembre 1980 et le 16 janvier 2014), de l'Égypte (indice EGC30 disponible du 01 janvier 1998 au 16 janvier 2014), le Nigéria (indice NIGALSH disponible du 14 janvier 2000 au 14 janvier 2014), le Botswana (indice BOTDCII disponible du 11 janvier 1990 au 16 janvier 2014), le Kenya (indice NSEINDEX disponible du 11 janvier 1990 au 16 janvier 2010) et la BRVM (indice BRVM composite disponible du 04 janvier 2010 au 29 juillet 2014).

4. Résultats

Notre interprétation débute par l'évaluation de la relation dans l'espace, temps-fréquence de l'activité des marchés boursiers de l'Afrique du Sud et ceux des différentes places africaines. En s'appuyant sur des données journalières de janvier 2004 à janvier 2014. La cohérence et la phase sont représentées dans les graphiques suivants :

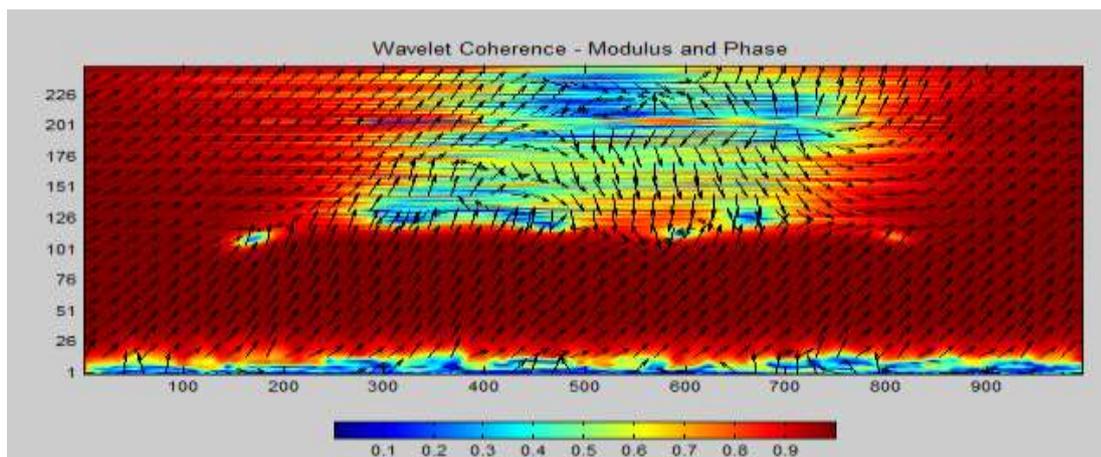
Graphique 1 : Cohérence et différence de phase entre l'Afrique du Sud et le Botswana



JSE et BSE

La relation entre les marchés boursiers de l'Afrique du Sud et le Botswana, présente un lien fort au mouvement de long terme, à savoir une cohérence qui dure sur l'ensemble de la période d'étude à des fréquences élevées allant de l'échelle de 1 à 109. En ce qui concerne la phase qui évalue la relation avance retarde des marchés boursiers est indiquée par la direction des flèches. A ce titre, on peut conclure que les marchés sud-africains et du Botswana sont en phase avec une avance du marché sud-africain c'est-à-dire que le marché est dirigé par celui de l'Afrique du Sud. Pour les basses fréquences, et à court terme, on peut indiquer que les marchés sont cohérents et en phase avec une avance du marché sud-africain au cours de la période de 2010-2011. Par contre sur le long terme allant de la période de 2012 à 2014 on a une cohérence avec des phases parfaites.

Graphique 2 : Cohérence et différence de phase entre l'Afrique du Sud et l'Egypte

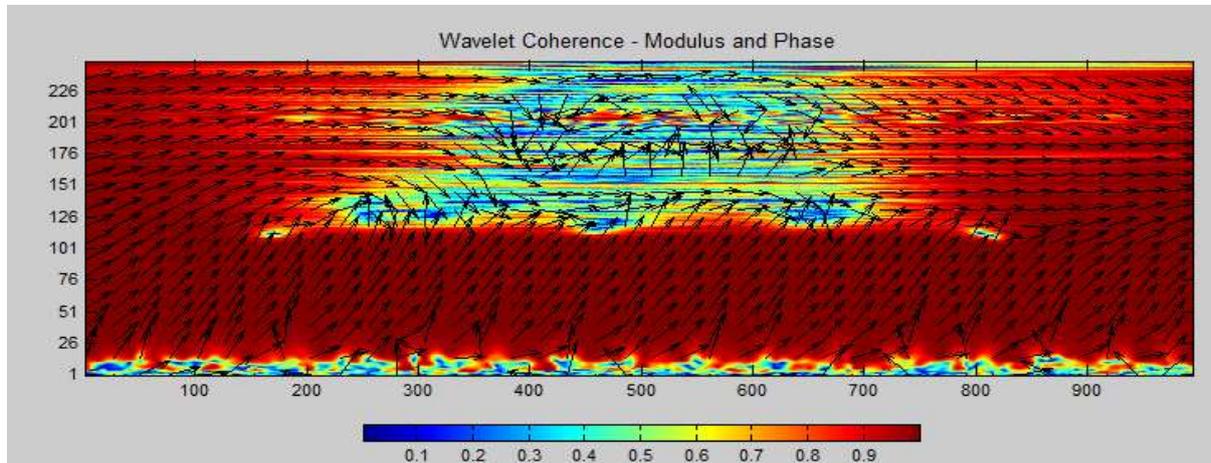


JSE et EGSE

Le marché boursier sud-africain et celui de l'Egypte présentent une forte relation de cohérence à haute fréquence à la fois sur le court et long terme avec une phase qui indique que le marché

boursier sud-africain est leader donc contrôle les deux marchés. On observe la même configuration quant aux basses fréquences que ce soit dans le court ou long terme, une forte cohérence avec une phase qui montre un contrôle du marché Sud-Africain.

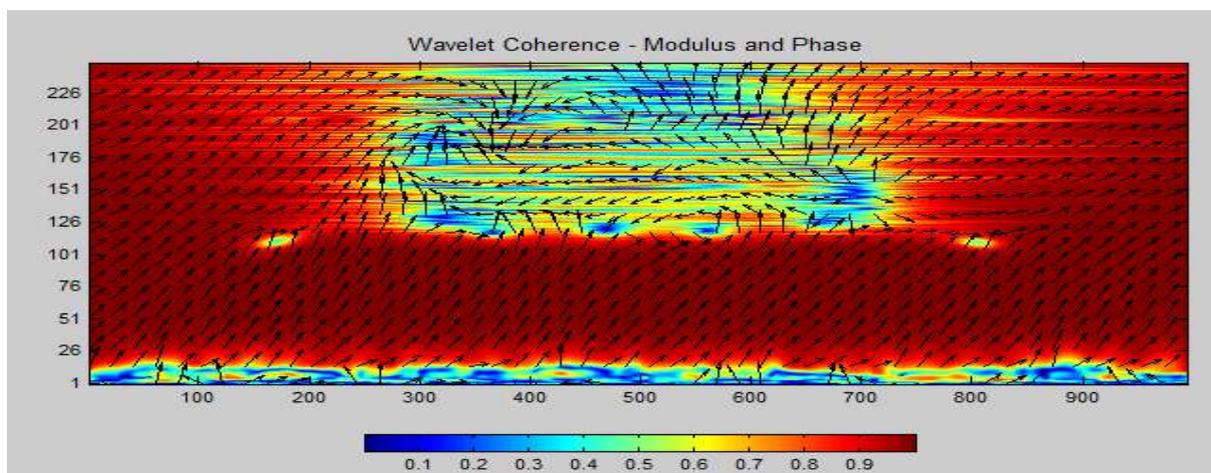
Graphique 3 : Cohérence et différence de phase entre l’Afrique du Sud et le Nigéria



JSE et NGSE

Pour la relation du marché Sud-Africain et celui du Nigéria, on observe tout comme celui des marchés précédents à haute fréquence, une forte relation entre les marchés et qui présente un retard et donc toujours dirigé par le marché Sud-Africain. A basse fréquence dans le court terme on a une cohérence moins forte et des marchés qui sont en phase parfaite. Dans le long terme, de la fréquence de 140 à 180, on a une cohérence moyenne avec une différence de phase parfaite et de 200 à 230 on a une cohérence moyenne avec des marchés en phase qui cette fois est dirigé par celui du Nigéria.

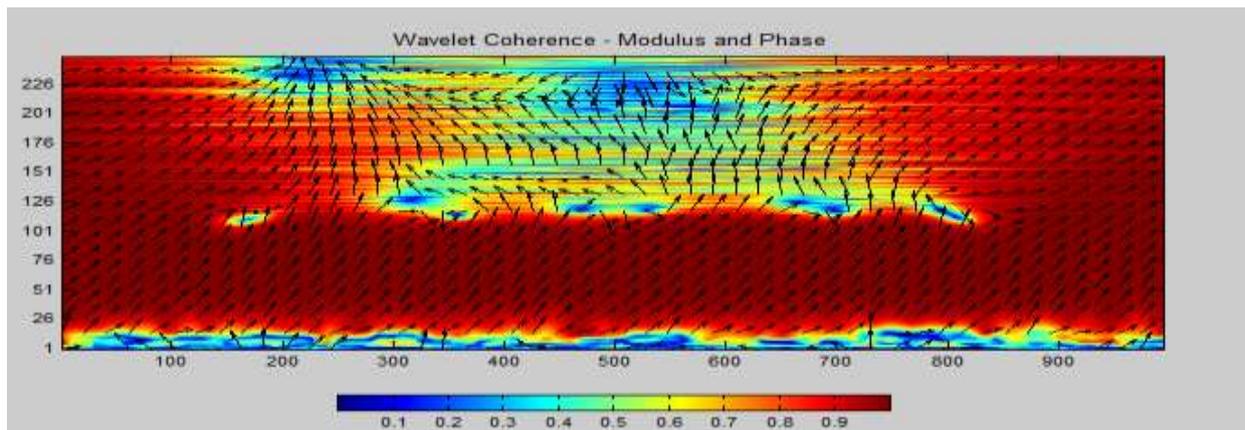
Graphique 4 : Cohérence et différence de phase entre l’Afrique du Sud et le Kenya



JSE et NSE

Dans le cadre de corrélation entre les marchés du Kenya et de l'Afrique du Sud, on peut conclure que l'activité des marchés présente un lien fort à long terme à savoir à des fluctuations qui durent sur toute la période d'analyse allant de 2010 à 2014. L'activité du marché boursier kenyan accuse un retard par rapport au marché Sud-Africain, mais dans les autres régions temps-fréquence, au niveau de la basse fréquence, il oscille entre un léger décalage et une légère avance sans présenter aucune avance ou de retard notable.

Graphique 5 : Cohérence et différence de phase entre l'Afrique du Sud et la BRVM



JSE et BRVM

La relation entre les différents marchés boursiers à savoir celui de l'Afrique du Sud et la BRVM présente un fort lien à travers une cohérence élevée qui dure sur toute la période de long terme à des fréquences élevées. La différence de phase est ici caractérisée par un retard donc une avance du marché sud-africain. Cela s'observe aussi à basse fréquence que ce soit dans le court terme que dans le long terme.

5. Conclusion

L'approche par les ondelettes dans l'analyse de l'intégration des marchés financiers est de plus en plus utilisée. Elle permet d'apprécier sous divers angles le niveau de synchronisation des différents marchés financiers tant africain qu'européen.

Cette approche a pour avantage de proposer de nouvelles techniques d'analyse de séries chronologiques en utilisant un outil d'analyse des séries temporelles non stationnaires. La présentation temps-fréquence nous permet de saisir les aspects évolutifs de la distribution spectrale des séries boursières à travers le temps.

Cet article, qui dans le but de mettre en évidence une possibilité d'intégration de certains marchés boursiers africains, c'est fixer comme objectif d'étudier la synchronisation des six plus grands marchés boursiers de l'Afrique sur la période de 1980 à 2014.

Dans l'ensemble, nos résultats indiquent qu'il existe une forte relation entre les marchés boursiers du Nigéria, de l'Egypte, de la Côte d'Ivoire, du Botswana, du Kenya et celui de l'Afrique du Sud à des fréquences élevées. Notons qu'en termes de différence de phase, le marché Sud-Africain est leader, cela s'explique par le fait que c'est le marché boursier le plus performant de l'Afrique. Ces résultats sont similaires aux travaux de Gallegati (2005), qui applique la méthode des ondelettes à l'analyse des co-mouvements de cinq grands pays émergents de la MENA, aussi, celui de Tiwa et al (2013), qui examinent l'intégration de neuf marchés boursiers asiatiques.

Les résultats obtenus à partir de l'analyse des ondelettes montrent une possible relation entre les marchés financiers africains. Autrement dit, le degré de synchronisation de ces marchés est important.

Cette étude est menée dans le sens de contribuer à la mise en place d'un marché financier unique africain en vue de relever le défi de la mobilisation des ressources financières au niveau de l'Afrique.

La synchronisation des marchés financiers africains ne peut prendre réellement forme que s'il y a effectivement une convergence des déterminants des marchés financiers. Une étude sur les déterminants de ces marchés pourrait être une voie ouverte à la mise en place d'un marché unique africain. On pourrait porter un regard sur l'enjeu de l'intégration des marchés financiers africains.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] A. S. Ampomah, "Stock market integration in Africa" Research Paper, 2008.
- [2] A. Esser, "A Wavelet Approach to Synchronization of Output Cycles", *Conference Paper*, German Economic Association, 2014.
- [3] C. Torrence, and G.P. Compo, "A Practical Guide to Wavelet Analysis". *Bulletin of the American Meteorological Society* 79, pp. 61–78, 1998.
- [4] E. Lugangwa, "Regional African Stock Exchanges on Agenda", Available at: <http://www.regional-african-stock-exchanges-on-agenda.htm>, 2012.
- [5] E. Shaw, "Financial Deepening in Economic Development", New York, Oxford University Press, 1973.

- [6] G. Bekaert, and C. Harvey, “Emerging Markets Finance”, *Journal of Empirical Finance*, Vol.10, pp. 3-55, 2003.
- [7] H.S. Lee, “International transmission of stock market movements: A wavelet analysis,” *Applied Economics Letters*, Vol. 11 No. 3, pp. 197-201, 2004.
- [8] K. Guesmi, and D. K. Nguyen, “l'intégration régionale des marchés boursiers en Europe du Sud-Est”, *Document de travail -022*, 2013.
- [9] L. Aguiar-Conraria, and M. J. Soares, “Business Cycle Synchronization and the Euro: a Wavelet Analysis”, *Journal of Macroeconomics*, 33(3), pp. 477 – 489, 2011a.
- [10] M. J. Fernandez “Wavelet multiple correlation and cross-correlation: A multi-scale analysis of Eurozone stock markets.” *phycica A* 391, pp.1097-1104, 2012.
- [11] M. Gallegati, “A wavelet analysis of MENA stock markets”, *Department of economics*. 2005.
- [12] R. Levine, and S. Zervos, “Stock markets banks and economic growth”, *American Economic Review*, 88(3), pp. 537-558, 1998.
- [13] R. McKinnon, “Money and Capital in Economic Development”, *Washington: Brookings Institution*, 1973.