

**Al Housseyny SAMBOU**

**Samba DIOP**

Email : [housseynysambou1990@gmail.com](mailto:housseynysambou1990@gmail.com)      Email : [diopapasamba@gmail.com](mailto:diopapasamba@gmail.com)  
Laboratoire GREDT/ UFR ECOMIJ – Université Alioune DIOP de Bambey

## **L'intégration monétaire en Afrique : existe-t-il une synchronisation des cycles économiques entre et au sein des communautés économiques régionales ?**

**Résumé :** Ce papier étudie la synchronisation des cycles économiques entre les communautés économiques régionales en Afrique au cours de la période 1980-2016. Nous considérons une analyse de regroupement de séries temporelles pour évaluer si les communautés économiques régionales (CER) présentent des similarités dans les covariations du cycle économique. L'analyse de regroupement révèle cinq groupes de pays relativement stables dans le temps. En effet, la Communauté de l'Afrique de l'Est (CAE) est identifiée comme un sous-groupe au sein de la Communauté de développement de l'Afrique australe (SADC), ce qui indique que ces deux CER pourraient être fusionnées pour former une union monétaire appropriée dans un avenir proche. Le dendrogramme montre des divergences plus importantes dans les clusters par rapport aux CER existantes. Enfin, les chevauchements dans l'adhésion à l'intégration monétaire peuvent avoir un impact négatif sur le processus d'intégration en Afrique. Ces résultats suggèrent que l'Afrique n'est pas encore prête pour une union monétaire.

**Mots clés :** Cycles économiques, synchronisation, convergence, Afrique.

### ***Monetary Integration in Africa: Is there a Business Cycles Synchronisation between and within Regional Economic Communities?***

**Abstract:** This paper investigates the synchronization of business cycles across regional economic communities in Africa over the period 1980-2016. We consider a time series clustering analysis to assess whether regional economic communities (RECs) exhibit similarities in business cycle covariations. The cluster analysis reveals five groups of countries that are relatively stable over time. Indeed, the East African Community (EAC) is identified as a sub-group within the Southern African Development Community (SADC), indicating that these two RECs may be merged to form an appropriate monetary union in the near future. The dendrogram shows greater divergence in the clusters compared to the existing RECs. Finally, overlaps in membership of monetary integration may have a negative impact on the integration process in Africa. These results suggest that Africa is not yet ready for monetary union.

**Keywords:** Business cycles, synchronization, convergence, Africa.

**JEL Classification:** E32 – E37 – F15 – E17 – O55.

Received for publication: 20220918.

Final revision accepted for publication: 20230630

## 1. Introduction

L'Organisation de l'Unité Africaine, Union Africaine (UA) depuis 2000, a inscrit dans sa Charte l'objectif ultime d'une intégration économique et d'une union monétaire. L'objectif politique a été formalisé dans le traité d'Abuja (Nigeria) en juin 1991. Les communautés économiques régionales (CER) devraient jouer un rôle important pour l'intégration monétaire. Lors de la première étape de l'établissement de la Communauté économique africaine, les États membres s'engagent à renforcer les communautés économiques régionales existantes et à en créer de nouvelles là où elles n'existent pas, afin d'assurer la mise en place progressive de la Communauté économique africaine.

Les États membres prennent toutes les mesures nécessaires visant à promouvoir progressivement une coopération de plus en plus étroite entre les communautés, notamment par la coordination et l'harmonisation de leurs activités dans tous les domaines ou secteurs, afin d'assurer la mise en place progressive des objectifs de la Communauté. A cet égard, un plan de coordination et d'harmonisation des politiques entre les communautés économiques existantes et futures a été conçu afin d'accroître l'autonomie économique et de promouvoir un développement endogène et autonome.

C'est ainsi que le traité d'Abuja a établi la Communauté économique africaine et a défini les étapes de sa réalisation en zone monétaire unique africaine d'ici 2028. Par ailleurs, les étapes initiales prévoyaient le renforcement de la coopération et de l'intégration régionales existantes. La dernière étape prévoit la création de la Banque centrale africaine (BCA) et, par la suite, la création d'une monnaie africaine unique et d'une zone monétaire unique. Il est donc pertinent d'évaluer le degré d'interdépendance entre les CER africaines afin d'évaluer la faisabilité d'une union monétaire à l'échelle africaine.

Pour la théorie de la zone monétaire optimale, la synchronisation des cycles économiques est une condition nécessaire et primordiale pour former une union monétaire. La symétrie des cycles implique que les pays qui composent une union monétaire connaissent des phases d'expansion et de récession synchronisées. Dans un tel contexte, une politique monétaire unique pourrait être stabilisante dans tous les pays car la politique répond de manière optimale pour toutes les économies de l'union (Diop et al., 2017).

La question de la synchronisation des cycles économiques dans les pays africains est déjà débattue dans la littérature antérieure : Celasun et Justiniano (2005) pour l'Afrique de l'Ouest, Gammadigbé (2012) pour l' Union Economique et Monétaire Ouest Africaine (UEMOA) ; Karras (2006) pour 37 pays africains, Tsangarides et Qureshi (2008), Nzimande et Ngalawa (2016) ; Qureshi (2008), Nzimande et Ngalawa (2016), Tipoy (2015) et Zerihum et al. (2014) pour la Communauté de développement de l'Afrique australe (SADC) ; Buigut (2006) pour le Marché commun de l'Afrique orientale et australe (COMESA), Rusuhuzwa et Masson (2012) pour la Communauté d'Afrique de l'Est (CAE), entre autres.

Sous un angle différent (non seulement au sein des CER mais aussi entre les CER), cet article réexamine la question de la synchronisation des cycles économiques entre les pays africains en utilisant le regroupement de séries temporelles. Plus précisément, les

objectifs de cet article sont : i) d'analyser la cohérence de la formation des CER africaines, ii) d'évaluer la possibilité de fusionner les CER existantes telle qu'elle est définie par l'Union africaine et enfin iii) vérifier l'impact des chevauchements de membres sur le processus d'intégration en Afrique.

Tout d'abord, l'analyse des regroupements révèle cinq groupes de pays qui sont relativement stables dans le temps. En effet, la CAE est identifiée comme un sous-groupe au sein de la SADC indiquant que ces deux CER pourraient être fusionnées pour former une union monétaire appropriée dans un avenir proche. Deuxièmement, le dendrogramme indique que des divergences plus substantielles sont observées dans les clusters par rapport aux CER existantes. Ce résultat suggère que le coût d'abandonner leurs propres monnaies en faveur d'une union monétaire régionale sera considérable pour la plupart des pays. Troisièmement, nos résultats montrent que les chevauchements dans l'adhésion à l'intégration monétaire peuvent avoir un impact négatif sur l'intégration sur le processus d'intégration en Afrique.

Le reste de ce document est structuré comme suit. La section 2 présente une revue des communautés économiques régionales (CER) existantes en Afrique. La section 3 décrit la procédure de regroupement des séries temporelles. La section 4 présente les données utilisées. La section 5 discute des résultats et enfin la section 6 propose des remarques finales.

## **2. Une revue des communautés économiques régionales en Afrique**

Les communautés économiques régionales (CER) sont des groupements régionaux d'États. En général, l'objectif des CER en Afrique est de faciliter l'intégration économique régionale entre les membres des différentes régions et par le biais de la Communauté économique africaine (CEA) qui a été établie par le traité d'Abuja en 1991. Le plan d'action de Lagos de 1980 pour le développement de l'Afrique et le traité d'Abuja ont proposé la création de CER comme base de l'intégration africaine au sens large, en vue d'une intégration régionale et, à terme, continentale.

En plus, les CER sont étroitement intégrées au travail de l'UA et servent d'éléments constitutifs de celle-ci. Ainsi, l'Union africaine reconnaît huit CER dont les membres se chevauchent. Il s'agit de : l'Union du Maghreb Arabe (UMA), le Marché commun de l'Afrique orientale et australe (COMESA), Communauté des États sahélo-sahariens (CEN-SAD), la Communauté d'Afrique de l'Est (CAE), la Communauté économique des États de l'Afrique centrale (CEEAC), la Communauté économique des États de l'Afrique de l'Ouest (CEDEAO), l'Autorité intergouvernementale pour le développement (IGAD) et la Communauté de développement de l'Afrique australe (SADC).

En outre, il existe de nombreux accords d'intégration économique et monétaire sous-régionaux en Afrique. Il s'agit notamment de la Communauté économique et monétaire de l'Afrique centrale (CEMAC), qui regroupe six pays de la CEEAC, du Bassin des Grands Lacs (CEPGL), composé de trois membres de la CEEAC, de la Communauté

d'Afrique de l'Est (COMESA) et de la SADC, de la Commission de l'océan Indien (COI), qui regroupe cinq pays membres de la CEEAC ; la Communauté d'Afrique de l'Est du COMESA, et la SADC, la Commission de l'océan Indien (COI) regroupant cinq pays, dont quatre font partie du COMESA et dont un (la Réunion) est une dépendance de la France.

Parmi les autres organisations, citons l'Autorité intergouvernementale pour le développement (IGAD), qui regroupe sept pays de la Corne de l'Afrique et de la partie nord de l'Afrique de l'Est, l'Union du fleuve Mano (UFM), qui compte trois pays et tous membres de la CEDEAO, l'Union économique et monétaire ouest-africaine (UEMOA), qui compte huit membres de la CEDEAO ; l'Union douanière d'Afrique australe (SACU), qui regroupe cinq pays membres de la SADC ; la Zone monétaire ouest-africaine (ZMAO), qui compte cinq pays membres de la CEDEAO, à savoir la Gambie, le Ghana, la Guinée, le Nigeria et la Sierra Leone<sup>1</sup>.

**Tableau 1 : Intégration Economique and Monétaire en Afrique**

<b>Communautés</b>	<b>Membres</b>	<b>Objectifs économiques et monétaires</b>
Union du Maghreb Arabe (UMA)	Algérie, Libye, Mauritanie, Tunisie, Maroc	Intégration Economique
Communauté de l'Afrique de l'Est (CAE)	Burundi, Kenya, Rwanda, Ouganda, Tanzanie	Union Monétaire et Intégration Economique
Communauté Economique des Etats de l'Afrique de l'Ouest (CEDEAO)	Benin, Burkina, Cote d'Ivoire, Cap Vert, Guinée, Guinée Bissau, Gambie, Liberia, Ghana, Mali, Niger, Nigeria, Sénégal, Sierra Léone, Togo	Intégration Economique et Union Monétaire
Communauté économique des Etats de l'Afrique Centrale (CEEAC)	Angola, Cameroun, Centrafrique, Burundi, Tchad, Congo, RD Congo, Guinée Equatoriale, Gabon, Sao Tomé et Principe	Intégration Economique

---

<sup>1</sup> Pour plus de détails sur un examen des arrangements économiques et monétaires en Afrique, voir Nnanna (2006).

Communautés	Membres	Objectifs économiques et monétaires
Marché commun d'Afrique Orientale Australe (COMESA)	Burundi, Comores, RD Congo, Djibouti, Egypte, Eritréa, Ethiopie, Kenya, Libye, Madagascar, Malawi, Maurice, Rwanda, Seychelles, Soudan, Eswatini, Ouganda, Zambie, Zimbabwe	Marché Commun
Communauté des Etats Sahélo-Sahéliens (CEN-SAD)	Benin, Burkina Faso, Cabo Verde, Centrafrique, Tchad, Comores, Cote d'Ivoire, Djibouti, Egypte, Érythrée, Gambie, Ghana, Guinée, Guinée Bissau, Kenya, Liberia, Libye, Mali, Mauritanie, Maroc, Niger, Nigeria, Sao Tomé and Príncipe, Sénégal, Sierra Leone, Somalie, Soudan, Togo, Tunisie.	Intégration Economique
Communauté pour le développement de l'Afrique Australe (SADC)	Angola, Botswana, DR Congo, Lesotho, Madagascar, Malawi, Mauritanie, Mozambique, Namibie, Seychelles, Afrique du Sud, Swaziland, Tanzanie, Zambie, Zimbabwe	Intégration Economique et Union Monétaire
Autorité Inter Gouvernementale pour le Développement (IGAD)	Djibouti, Érythrée, Ethiopie, Kenya, Somalie, Soudan du Sud, Soudan, Ouganda.	Intégration Economique

Source : auteurs

### 3. Description de la procédure de clustering

#### 3.1. L'analyse de cluster

Le terme "analyse en grappes" a été utilisé pour la première fois par Tryon (1939). Il s'agit d'une analyse exploratoire des données. L'objectif du *clustering* est de partitionner un ensemble d'objets de données non étiquetés en groupes homogènes ou clusters. Les clusters sont trouvés en maximisant la dissimilarité entre les groupes et en minimisant la dissimilarité au sein des groupes. Contrairement aux données statiques, le clustering de séries temporelles est particulièrement intéressant en raison du caractère dynamique des données. Les dissimilarités habituellement considérées dans les données statiques ne

pourraient pas fonctionner adéquatement avec les séries temporelles parce qu'elles ne prennent pas en compte la relation d'interdépendance entre les valeurs (Montero et Vilar, 2014).

Les méthodes de clustering sont généralement divisées en trois catégories : les méthodes hiérarchiques, les méthodes de partitionnement et les méthodes basées sur un modèle. Les méthodes d'exploration de données de séries temporelles jouent un rôle central dans l'étude de ce problème, en particulier au cours des dernières décennies et plus récemment, un grand nombre de contributions sur les approches de regroupement et de classification pour l'extraction de séries temporelles multivariées. Il s'agit d'un domaine de recherche actif dans de nombreux champs d'application, notamment l'économie, la finance, la médecine, l'écologie, les études environnementales, l'ingénierie et bien d'autres encore. Plant et al. (2009) et Wang et al. (2007) abordent le problème du clustering qui consiste à trouver des groupements naturels dans des séries temporelles multivariées. Formisano et al. (2008), Batal et al. (2009), Ismael et al. (2012) et Batal et al. (2013) proposent des méthodes de classification pour les séries temporelles multivariées.

Dénotons par  $\Xi$  la classe des processus stationnaires à valeur réelle  $\{X_t\}$   $t \in \mathbb{Z}$  qui admettent une représentation générale autorégressive de la forme :

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

avec  $\{\varepsilon_t\}$ , une séquence *i.i.d.* et  $(X_{t-1})$  est un vecteur à  $d$ -dimensions de variables retardées connues  $m(\cdot)$  est supposée être une fonction lisse et elle n'est pas limitée à un modèle paramétrique pré-spécifié. Par conséquent, les processus autorégressifs linéaires et non linéaires sont inclus dans  $\Xi$ , i.e.

$$S = \{X^1, X^2, \dots, X^s\}$$

où chaque élément :

$$X^i = (X_i^1, \dots, X_i^d)$$

est généré à partir d'un processus satisfaisant le modèle (1).

### 3.2. Mesures de similarité pour les séries temporelles

Les mesures de similarité indiquent le niveau de (dis)similarité entre les séries temporelles. La littérature sur l'exploration de données de séries temporelles a proposé une pléthore de mesures de similarité différentes et d'algorithmes de calcul de distance.

La famille des mesures de similarité pourrait être classée en quatre catégories : mesures sans modèle, mesures basées sur le modèle, mesures basées sur la complexité et mesures basées sur la prédiction. Dans cet article, nous utilisons des mesures basées sur la prédiction. Contrairement à tous les types de mesures de similarité, dans la mesure basée sur la prédiction, deux séries temporelles sont similaires, si leurs prévisions à un moment futur spécifique sont proches. En ce qui concerne les techniques de représentation, quelle mesure de similarité est la meilleure ? Malheureusement, il n'y a pas de réponse générale à cette question. La technique de représentation la plus appropriée dépend des données

dont nous disposons et des objectifs que nous poursuivons avec notre analyse, dans le cas de Keogh et Kasetty (2003) et de Wang et al (2013).

Par ailleurs, différentes méthodes de représentation ont des performances globalement très similaires en termes de vitesse et de précision. Le choix de cette approche peut être justifié par deux raisons. Premièrement, l'intégration monétaire est le problème central de notre article et la compréhension des comportements des prédictions des écarts de production à un horizon préfixé devrait être un outil vital de la politique monétaire commune.

En d'autres termes, l'identification de groupes de pays avec des prédictions similaires pour leurs cycles économiques est un objectif significatif en raison de l'influence de ces indicateurs sur les actions de politique monétaire commune. Deuxièmement, l'utilisation des densités de prévision dans le clustering nous permet de prendre en compte la variabilité des prévisions, qui est complètement ignorée lorsque les comparaisons sont basées sur des prévisions ponctuelles (Alonso et al (2006)).

En suivant Alonso et al. (2006), l'objectif final de notre clustering est de capturer les similarités dans les prévisions à un moment futur spécifique  $T + b$ . En effet, l'horizon  $T$  n'est pas choisi subjectivement, mais il est clairement déterminé par la nature du problème.

En d'autres termes, le regroupement lui-même est directement motivé par la connaissance du comportement des valeurs prédites à un horizon spécifique  $T + b$ . Ainsi, nous adoptons le critère qui consiste à mesurer la dissimilarité entre deux séries temporelles en termes de disparité entre leurs densités de prévision complètes correspondantes à  $T + b$ . En particulier, cette disparité est évaluée en utilisant deux distances possibles. Tout d'abord, nous considérons  $L2$  la distance fonctionnelle, c'est-à-dire la distance entre les séries temporelles  $X_i$  et  $X_j$ , définie par :

$$D_{2,ij} = \int \left( f_{X_{T+b}^i}(x) - f_{X_{T+b}^j}(x) \right)^2 dx$$

où  $f_{X_{T+b}^i}(\cdot)$  désigne la fonction de densité de la prévision  $X_{T+b}^i$ , avec  $T + b$  le préfixe horizon de prédiction.

La distance  $D_{2,ij}$  a également été utilisée par Alonso et Al. (2006) en raison de ses avantages informatiques et de sa traçabilité analytique. Néanmoins,  $D_{2,ij}$  présente un sérieux inconvénient lors de l'exécution d'une analyse par grappes.

Si l'ensemble :

$\{x: f_{X_{T+b}^i}(x) > \varepsilon\}$  et  $\{x: f_{X_{T+b}^j}(x) > \varepsilon\}$  sont disjoints pour un suffisamment petit  $\varepsilon > 0$ , alors :

$$D_{2,ij} \approx \int f_{X_{T+b}^i}^2(x)dx + \int f_{X_{T+b}^j}^2(x)dx$$

et par conséquent,  $D_{2,ij}$  a une mauvaise performance dans la tâche de regroupement car il supprime l'effet de la distance entre les prévisions ponctuelles et il n'est régi que par la forme des densités de prévision. Par conséquent, une distance  $D_{2,ij}$  donne de bons résultats lorsque les prévisions à  $T + b$  ne sont pas très séparées, mais ce n'est pas une mesure de distance utile pour effectuer un regroupement dans d'autres cas. Une alternative intéressante est de considérer la distance fonctionnelle  $L^1$  donnée par :

$$D_{1,ij} = \int \left| f_{X_{T+b}^i}(x) - f_{X_{T+b}^j}(x) \right| dx \quad (2)$$

Si  $X_{T+b}^i$  et  $X_{T+b}^j$  sont assez éloignés, ou plus précisément, leurs densités prévues ont des supports disjoints, alors,

$$D_{1,ij} = \int f_{X_{T+b}^i}(x)dx + \int f_{X_{T+b}^j}(x)dx = 2, \quad (3)$$

quelles que soient les formes des densités. Par conséquent,  $D_{1,ij}$  permet d'identifier correctement la série la plus éloignée et conduit à une solution de cluster raisonnable.

Le calcul direct des distances  $D_{u,ij}$ ,  $u = 1, 2$ , n'est pas faisable en pratique car les densités prévues sont inconnues. Pour couvrir cette difficulté, les distances  $D_{u,ij}$  sont systématiquement approximées en remplaçant les densités inconnues dans (2) et (3) par des estimations de densité de type noyau construites sur la base de prédictions bootstrap. En particulier, nous avons considéré une procédure bootstrap basée sur la génération d'un processus :

$$X_t^* = \hat{m}_g(X_{t-1}^*) + \varepsilon_t^*$$

où  $\hat{m}_g$  est un estimateur non paramétrique de  $m$  et  $\{\varepsilon_t^*\}$  est un i.i.d. rééchantillonné à partir des résidus non paramétriques.

La méthode bootstrap, appelée autoregression bootstrap, imite complètement la structure de dépendance du processus sous-jacent. En fait, le bootstrap d'autorégression utilise une approche similaire au rééchantillonnage basé sur les résidus des autorégressions linéaires, mais il a l'avantage d'être exempt d'exigence de linéarité et, par conséquent, il peut être appliqué à notre classe de modèles non paramétriques. La cohérence de cette procédure bootstrap est établie par Frankel et Rose (2002).



#### 4. Présentation des données

Toutes les séries de données pour 48 pays africains sont trimestrielles et couvrent la période 1980Q1-2016Q4. Les données sont obtenues à partir de la base de données des Statistiques Financières Internationales (SFI) du Fonds monétaire international. Les données trimestrielles sur le PIB sont obtenues par interpolation des données annuelles de l'IFS sur la base de la méthode de Denton (1971). Cette méthode est recommandée dans les publications de l'*International Foundation of Science* (IFS)<sup>2</sup>.

L'écart de production mesure la différence entre la production réelle et la production potentielle. Ni la production potentielle ni l'écart de production ne peuvent être observés directement, mais ils doivent être estimés. L'extraction de la tendance et de la composante cyclique d'une série chronologique observée n'est pas une tâche triviale. Ainsi, il existe un certain nombre de filtres avec différentes approches et hypothèses pour accomplir cette décomposition. Ici, nous employons le filtre standard de Hodrick-Prescott pour extraire la composante tendancielle de la série du PIB. Ce choix peut être justifié par le fait que c'est l'approche la plus courante utilisée dans la littérature de la politique monétaire et des cycles économiques. Cependant, cette méthode est très critiquée pour de nombreuses raisons.

#### 5. Résultats

Dans cette section, nous présentons les résultats de l'analyse en grappes réalisée. Le clustering est basé sur les écarts de production trimestriels estimés. L'analyse en grappes est visualisée sous la forme d'un dendrogramme que l'on peut trouver dans la figure 1 en annexe et résumé dans le tableau 2 annexe. La hauteur de chaque arbre détermine les différents clusters, c'est-à-dire que la hauteur de l'arbre inversé U représente le niveau de dissimilarité entre deux pays ou clusters. L'analyse de la structure des clusters est effectuée en inspectant le dendrogramme.

Nous constatons qu'il existe au moins cinq groupes de pays présentant des modèles similaires de synchronisation du cycle économique. Premièrement, il y a un groupe comprenant la Sierra Leone et l'Ouganda. Le deuxième groupe est composé de l'Algérie, du Soudan, du Ghana, du Malawi, Namibie, Afrique du Sud, Rwanda, Afrique centrale, Lesotho, Togo, Tanzanie, Zambie, la Guinée, la Mauritanie, le Gabon, Madagascar, le Burkina Faso et le Kenya forment le troisième groupe. L'Égypte, le Swaziland, le Bénin, le Sénégal, le Maroc, la Gambie, la Côte d'Ivoire, le Cameroun, le Cap-Vert forment le quatrième groupe, tandis que le Niger, les Comores, le Botswana, le Mali, Maurice, la Tunisie, Burundi, Seychelles, Libye, Congo, Nigeria, Angola, RD du Congo, Guinée

---

<sup>2</sup> Pour une documentation plus détaillée de cette méthode, voir : <https://www.imf.org/external/pubs/ft/qna/2000/textbook/ch6.pdf>

équatoriale, Mozambique, l'Éthiopie, la Guinée Bissau, le Tchad et le Zimbabwe sont assez différents des autres groupes de pays.

En effet, si une partition plus fine identifiant des groupes plus homogènes est requise, certains sous-clusters émergent. Le cluster  $C_2$  peut alors être divisé en trois sous-clusters compacts, à savoir  $C_{2,1} = \{\text{Algérie}\}$  et  $C_{2,2} = \{\text{Soudan, Ghana, Malawi}\}$ ,  $C_3$  est séparé en  $C_{3,1} = \{\text{Namibie, Afrique du Sud, Rwanda, Afrique centrale, Lesotho, Togo}\}$  et  $C_{3,2} = \{\text{Tanzanie, Zambie, Guinée, Mauritanie, Gabon, Madagascar, Burkina Faso, Kenya}\}$ ,  $C_4$  a deux sous-clusters  $C_{4,1} = \{\text{Égypte, Swaziland, Bénin, Sénégal}\}$  et  $C_{4,2} = \{\text{Maroc, Gambie, Côte d'Ivoire, Cameroun, Cap-Vert}\}$ , enfin  $C_5$  est formé par les groupes  $C_{5,1} = \{\text{Niger, Comores, Botswana, Mali, Maurice, Tunisie, Burundi, Seychelles}\}$  et  $C_{5,2} = \{\text{Libye, Congo, RD du Congo, Guinée Équatoriale, Mozambique, Éthiopie, Guinée B., Tchad, Zimbabwe}\}$ .

Il existe certaines cohérences entre les CER existantes et les clusters obtenus dans notre dendrogramme. Par exemple, le  $C_3$  est essentiellement constitué des pays de la Communauté d'Afrique de l'Est, CAE (Burundi, Rwanda, Tanzanie et Kenya) et la Communauté de développement de l'Afrique australe, SADC (Namibie, Afrique du Sud, Lesotho, Tanzanie, Zimbabwe, Madagascar et Zambie).

Ce résultat indique qu'il y a une forte covariation dans les fluctuations de la production en Afrique orientale et australe indiquant qu'il existe un processus d'union monétaire approprié entre ces deux CER. D'après ce résultat, une union monétaire pourrait être réalisée entre la plupart des pays de la SADC et de la CAE et serait progressivement étendue à d'autres voisins comme le Botswana, les Seychelles, la RD du Congo et le Mozambique et le Zimbabwe qui sont regroupés dans un autre groupe  $C_5$ .

Cinq pays de la Communauté économique des États de l'Afrique de l'Ouest, CEDEAO, le Bénin, le Sénégal, la Gambie, la Côte d'Ivoire et le Cap Vert dominent le quatrième groupe. Le Niger, le Mali, le Nigeria et la Guinée Bissau sont inclus dans le dernier groupe.

Le Burundi, le Congo, la RD du Congo, l'Angola, la Guinée équatoriale et le Tchad, six pays de la Communauté économique des États d'Afrique centrale, CEEAC, ont rejoint le groupe 5. Sept des dix-neuf pays du Marché commun de l'Afrique orientale et australe, COMESA, sont regroupés dans le groupe  $C_5$ . Ces pays sont les Comores, Maurice, le Burundi, les Seychelles, la République démocratique du Congo, l'Éthiopie et le Zimbabwe.

Cependant, il est évident que des divergences plus substantielles sont observées dans les clusters par rapport aux CER existantes. Par exemple, certains pays de la CEDEAO tels que le Togo, le Burkina Faso et la Guinée sont identifiés comme un groupe au sein de la SADC. Ce résultat suggère que ces pays devraient céder la CEDEAO à la SADC, mais ce scénario ne peut se produire sans violer les traités signés avec les pays de la CEDEAO.

Le Nigeria aurait plus à gagner dans la CEEAC que dans la CEDEAO. Une union monétaire autour de ce pays pourrait donc être déstabilisante pour les économies d'Afrique de l'Ouest.

De même, l'Afrique centrale et le Gabon sont candidats plus prometteurs pour l'adhésion à la SADC que le Botswana, la R.D du Congo, Maurice, Maurice, les Seychelles, le Zimbabwe et le Mozambique, qui sont mieux représentés dans le groupe formé par la plupart des pays de la CEEAC.

En ce qui concerne l'Union du Maghreb Arabe (UMA), les résultats sont surprenants. Il n'y a pas de sous-cluster formé par les pays du Maghreb. Ces résultats suggèrent que déléguer la politique monétaire à une autorité monétaire commune maghrébine peut être déstabilisant pour ces économies.

Une image similaire émerge si l'on considère les pays de l'Autorité Intergouvernementale pour le Développement (IGAD). Il est évident que le coût de l'abandon de leurs propres monnaies au profit d'une union monétaire régionale sera très considérable pour l'Ouganda, le Kenya, l'Ethiopie et le Soudan. Les pays de l'IGAD sont dispersés dans les autres groupes.

Le dendrogramme montre également la formation de deux clusters isolés. Le premier est constitué par la Sierra Leone et l'Ouganda et le deuxième est formé par l'Algérie, le Soudan, le Ghana et le Malawi. D'après ces résultats, il est clair que le Ghana et la Sierra Leone ont des cycles de  $C_0$  mouvement mieux synchronisés avec les pays des cluster  $C_1$  et  $C_2$  respectivement que leur CER d'appartenance (CEDEAO).

Un autre obstacle important à une intégration monétaire africaine est la multitude chevauchement des adhésions en Afrique. Plusieurs pays de la Communauté des États sahélo-sahariens (CEN-SAD) appartiennent à la fois à une autre CER. Tous ces pays ne pourraient pas participer à leur arrangement monétaire actuel sans violer les traités.

Par exemple, le Burkina Faso, le Bénin, la Côte d'Ivoire, la Gambie, le Ghana, la Guinée, la Guinée-Bissau, le Liberia, le Mali, le Sénégal, le Niger, le Nigeria, la Sierra Leone et le Togo sont également membres de la CEDEAO, qui vise une union monétaire dans un avenir proche, peuvent réaliser leur projet sans violer les traités existants.

Les résultats suggèrent que les pays de la CAE sont identifiés comme faisant partie du cluster  $C_3$  avec les pays de la SADC. La Tanzanie est déjà profondément intégrée à la CAE, mais elle a signé des pactes d'intégration économique et monétaire avec la SADC.

D'après ces résultats, il est évident que les chevauchements dans l'adhésion à l'intégration monétaire peuvent avoir un impact négatif sur le processus d'intégration en Afrique. Ce problème est déjà soulevé par la littérature par Buigut (2006).

## 6. Conclusion

Ce papier étudie sur la synchronisation des cycles économiques entre les communautés économiques régionales en Afrique au cours de la période 1980Q1-2016Q4. Nous considérons un regroupement de séries temporelles afin d'évaluer s'il existe des CER présentant des modèles similaires de covariation des cycles économiques. Les résultats peuvent être résumés comme suit. Tout d'abord, l'analyse de regroupement révèle cinq groupes de pays qui sont relativement stables dans le temps. En effet, la CAE est identifiée comme un sous-groupe au sein de la SADC, ce qui indique que ces deux communautés économiques régionales sont relativement stables dans le temps. Cela indique que ces deux CER pourraient fusionner pour former une union monétaire appropriée dans un avenir proche.

Deuxièmement, le dendrogramme indique que des écarts plus importants sont observés dans les groupes par rapport aux CER existantes. Ce résultat suggère que le coût de l'abandon de leurs propres monnaies en faveur d'une union monétaire régionale sera considérable pour la plupart des pays. Troisièmement, d'après ces résultats, il est évident que les chevauchements dans l'adhésion à l'intégration monétaire peuvent avoir un impact négatif sur le processus d'intégration en Afrique. Par exemple, la Tanzanie est déjà profondément intégrée à la CAE, mais a signé quelques pactes d'intégration économique et monétaire avec la SADC.

Dans l'ensemble, nos résultats soulignent le manque de cohérence entre et au sein des CER existantes en Afrique, ce qui remet en question la feuille de route adoptée par l'Union africaine. Enfin, le message qui ressort de nos résultats est que la faible covariation des fluctuations de la production et les chevauchements d'adhésion constituent un obstacle important au processus d'intégration monétaire. Par conséquent, l'Afrique n'est pas encore prête pour une union monétaire commune et il ne serait pas surprenant que le calendrier actuel envisagé pour le lancement de l'union monétaire (monnaie unique) ne soit pas respecté.

## 7. Références

- Alonso AM, Berrendero JR, Hernandez A, Justel A (2006). Time Series Clustering Based on Forecast Densities. *Computational Statistics and Data Analysis*, 51, 762–776.
- Batal, I., Sacchi, L., Bellazzi, R., and Hauskrecht, M. (2009). *Multivariate time series classification with temporal abstractions*, in FLAIRS Conference.
- Batal, I., Valizadegan, H., Cooper, G. F., and Hauskrecht, M. (2013). A temporal pattern mining approach for classifying electronic health record data. *ACM Transactions on Intelligent Systems and Technology (TIST)*, 4(4): 63.
- Buigut, S. (2006). Monetary integration initiatives in Eastern and Southern Africa (ESA): sorting the overlapping membership. *International Finance*, 9(3): 295-315
- Celasun, T. and Justiniano, A. (2005). *Synchronization of output fluctuations in West Africa: Implications for monetary unification*. Unpublished manuscript, International Monetary Fund, Washington DC.
- Denton F. (1971). Adjustment of monthly or quarterly series to annual totals: an approach based on quadratic minimization. *Journal of the American statistical association*. March 1971, Volume 66, Number 333.
- Diop S., Tillmann P. and Winker P. (2017). A Monetary Stress Indicator for the Economic Community of West African States, *Journal of African Development*, 19:3–18
- Formisano, E., De Martino, F., and Valente, G. (2008). Multivariate analysis of fmri time series: classification and regression of brain responses using machine learning. *Magnetic resonance imaging*, 26(7): 921–934.
- Frankel J. A., Rose A. K. (2002). An Estimate Of The Effect Of Common Currencies On Trade and Income. *The Quarterly Journal of Economics*, Vol. 117 (2), pp. 437-466.
- Gammadigbé, V. (2012). Co-mouvement d'activité dans l'UEMOA : une approche par les corrélations dynamiques. *MPRA, Paper N° 42690*, November.
- Hodrick, R. J. and Prescott, E. C. (1997). Postwar U.S. Business Cycles: An Empirical Investigation'. *Journal of Money, Credit and Banking*, 29 (1): 1-16.
- Ismael et al. (2012). Evolution of monoplane fixed-wing micro air vehicle's shape and design review. *Proceedings of the 2nd. International Conference on Arts, Social Sciences & Technology Penang*, Malaysia, 3rd. – 5th. March 2012
- Karras, G. (2006). Is Africa an Optimum Currency Area ? A Comparison of Macroeconomic Costs and Benefits. *Journal of African Economies*, 16 (2): 234–258.

- Keogh, E. and Kasetty, S. (2003). On the need for time series data mining benchmarks: a survey and empirical demonstration. *Data Mining and knowledge discovery*, 7(4) : 349–371.
- Montero P, Vilar J (2014). ‘TSclust: An R Package for Time Series Clustering’, *Journal of Statistical Software*, 62(1) : 1–43.
- Nnanna O. J. (2006). *Economic And Monetary Integration In Africa*’, Presented at the G24 meeting in Singapore, on September 14, 2006
- Nzimande N. and Ngalawa H. (2016). Is there a SADC Business Cycle: Evidence from a Dynamic Factor Model’, *SAEF Working Paper No. 2016/01/12/MWG03*
- Plant, C., Wohlschlagel, A.M., Zherdin, A., (2009). Interaction-based clustering of multivariate time series. in: *Proceedings of the 2009 IEEE International Conference on Data Mining*, pp. 914–919.
- Rusuhuzwa, T. K., and Masson, P. R. (2012). Design and Implementation of a Common Currency Area in the East African Community’, *University of Toronto, Department of Economics Working Paper No. 451*.
- Tipoy, C.K. (2015). Real convergence using TAR panel unit root tests: an application to Southern African Development Community. *Economic Research of Southern Africa*. No. 536.
- Tryon, R.C. (1939) *Cluster Analysis: Correlation Profile and Orthometric (Factor) Analysis for the Isolation of Unities in Mind and Personality*. Edwards Brothers, Ann Arbor.
- Tsangarides, C. G. and Qureshi, M. S. (2008). Monetary Union Membership in West Africa: A Cluster Analysis’. *World Development*, 36(7): 1261-1279, July.
- Wang, X, Wirth, A., Wang, L., (2007). Structure-based statistical features and multivariate time series clustering. in: *Proceedings of the 2007 IEEE International Conference on Data Mining*, pp. 351–360.
- Wang, X., Mueen, A., Ding, H., Trajcevski, G., Scheuermann, P., and Keogh, E. (2013) ‘Experimental comparison of representation methods and distance measures for time series data’. *Data Mining and Knowledge Discovery*, 26(2): 275–309.
- Zerihun, M.F., Breitenbach, M.C. and Kemegue, F. (2014). A Greek wedding in SADC? Testing for structural symmetry towards SADC monetary integration. *The African Finance Journal*, 16(2): 16-33.

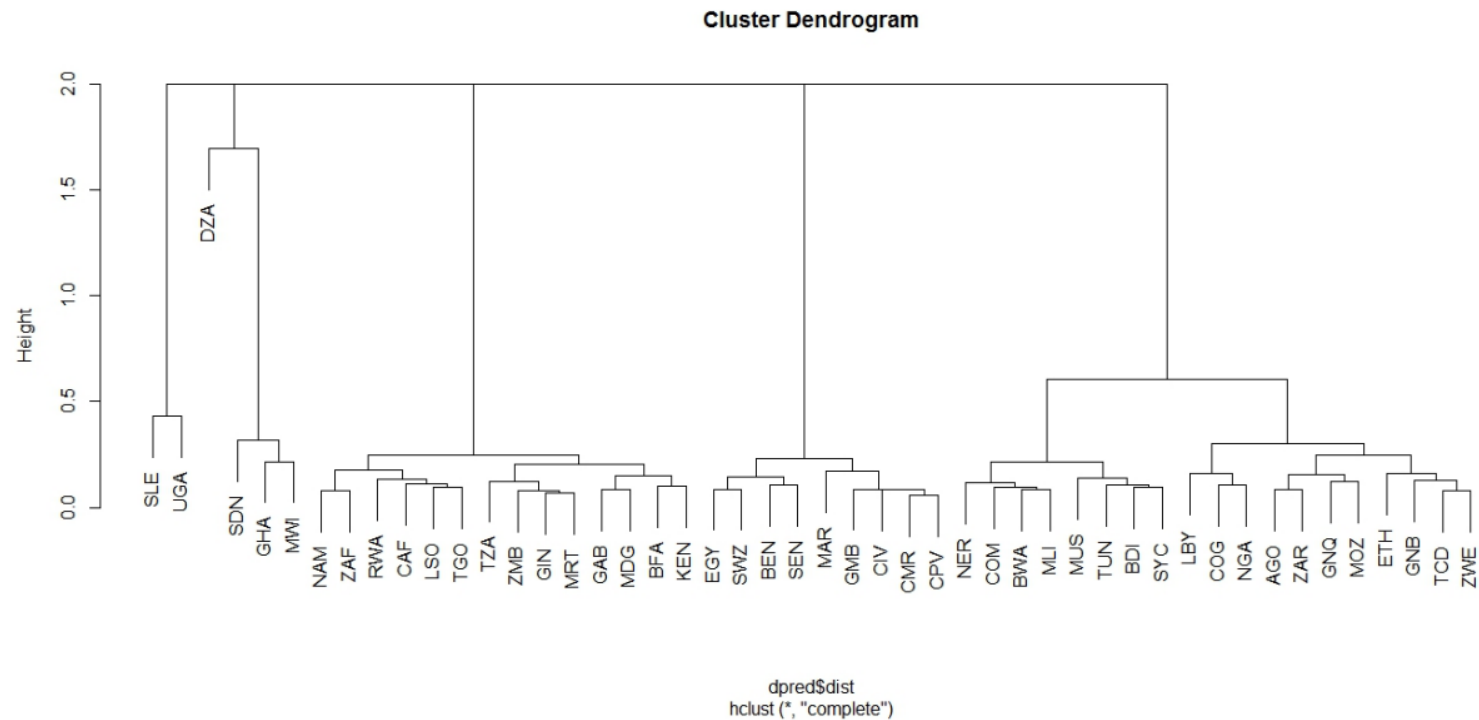
## 8. Annexes

**Tableau 2 : Clusters et sous-clusters issus du dendrogramme**

C1	C2			C3				C4				C5				
	C2,1	C2,2		C3,1		C3,2		C4,1		C4,2		C5,1		C5,2		
		C2,2,1	C2,2,2	C3,1,1	C3,1,2	C3,2,1	C3,2,2	C4,1,1	C4,1,2	C4,2,1	C4,2,2	C5,1,1	C5,1,2	C5,2,1	C5,2,2	
															C5,2,2,1	C5,2,2,2
SLE UGA	DZA	SDN	GHA MWI	NAM ZAF	RWA CAF LSO TGO	TZA ZMB GIN MRT	GAB MDG BFA KEN	EGY SWZ	BEN SEN	MAR	GMB CIV CMR CPV	NER COM BWA MLI	MUS TUN BDI SYC	LBY COG NGA	AGO ZAR GNQ MOZ	ETH GNB TCD ZWE

Source : réalisé à partir des données issues des Statistiques Financières Internationales (SFI) du Fonds monétaire international.

Figure 1 : Cluster Dendrogramme



Source : réalisé à partir des données issues des Statistiques Financières Internationales (SFI) du Fonds monétaire international.