



Munich Personal RePEc Archive

Telecommunication Infrastructure Development and Economic Growth in WAEMU Countries: a Causality Panel Analysis from VECM

Bessan Ayédoun, Eudoxie and Ayédoun, Christian

Laboratoire d'Economie Publique de l'Université d'Abomey-Calavi
(LEP/UAC), Centre d'Expertise en Evaluation du Développement
(CEED)/Bénin

November 2020

Online at <https://mpra.ub.uni-muenchen.de/104459/>
MPRA Paper No. 104459, posted 01 Feb 2021 14:26 UTC

Développement des infrastructures de télécommunication et croissance économique dans les pays de l'UEMOA: une analyse de la causalité sur données de panel à partir d'un VECM

Eudoxie Bessan Ayédoun¹
Christian Ayédoun²

Résumé : Cet article examine les liens entre le développement des infrastructures de télécommunications et la croissance économique. L'étude porte sur les pays de l'UEMOA sur la période 2000-2016. Pour éviter des problèmes de multicollinéarité, en plus de considérer trois indicateurs séparément, nous construisons un indice composite obtenu à partir d'une analyse en composante principale (ACP), pour mesurer les infrastructures de télécommunication. Nous utilisons le modèle vectoriel autorégressif à correction d'erreur (VECM) pour détecter la causalité de Granger. Nous trouvons une relation causale à long terme entre ces variables, et une causalité unidirectionnelle entre le développement des infrastructures de télécommunications et la croissance économique à court terme. A partir de nos résultats, nous pouvons conclure qu'avec une grande marge de croissance potentielle des infrastructures de télécommunications, les gouvernements des pays de l'UEMOA devraient encourager fortement les politiques visant à élargir l'accès et à réduire les coûts, particulièrement en ce qui concerne l'internet et les services de téléphones mobiles.

Mots clés : Infrastructures de télécommunication, croissance économique, ACP, UEMOA, VECM en panel.

JEL: O11, O31, O55

Telecommunication infrastructure development and economic growth in WAEMU countries: a causality panel analysis from a VECM

Abstract. This article examines the links between telecommunication infrastructure development and economic growth. The study covers WAEMU countries over the period 2000-2016. To avoid problems of multicollinearity, in addition to considering three indicators separately, we construct a composite index obtained from a principal component analysis (PCA) to measure telecommunication infrastructures. We use the autoregressive vector error correction (VECM) model to detect Granger causality. We find a long-term causal relationship between these variables, and a unidirectional causality between the development of telecommunications infrastructure and short-term economic growth. From our results, we can conclude that with a large margin of potential growth in telecommunications infrastructure, WAEMU governments should strongly encourage policies to expand access and reduce costs, particularly in regards the internet and mobile phone services.

Key words: Telecommunication infrastructure, economic growth, ACP, WAEMU, VECM panel.

JEL: O11, O31, O55

¹ Docteur /Membre du Laboratoire d'Economie Publique de l'Université d'Abomey-Calavi (LEP/UAC)/ eudoxiebessan@gmail.com

² Chercheur au centre d'expertise en évaluation du développement (CEED)/Bénin, ayedounchristian2015@gmail.com

1. Introduction

Les changements technologiques jouent un rôle clé dans le processus de développement économique. Contrairement au cadre économique et théorique traditionnel d'analyse de la croissance économique, où le changement technologique était un résidu inexplicé (Solow, 1957), la littérature succédant sur la croissance a mis en évidence la dépendance des taux de croissance économique au changement technologique (Romer, 1986). Le progrès technologique peut se faire par l'intermédiaire de divers canaux qui impliquent la transformation des idées et l'adoption de nouvelles technologies tant dans le pays qu'à l'étranger. Les activités économiques sont largement efficaces tant sur le marché réel que sur le marché du crédit lorsqu'on utilise une technologie de pointe pour communiquer à partir d'une disponibilité continue et omniprésente de l'information (Zahra et al., 2008 ; Pradhan et al., 2017).

D'une part, la théorie de la croissance endogène intègre dans une modélisation des sources potentielles de croissance (recherche et innovation technologique, division du travail, capital humain, capital physique), ce qui permet une meilleure prise en compte des interactions entre télécommunications et développement économique. Les infrastructures publiques constituées par les réseaux de télécommunications, induisent une triple accumulation du capital: le plan matériel par le nombre de lignes installées, le plan technologique par le transfert de nouvelles technologies, le plan humain par le processus d'appropriation que cela suppose. D'autre part, elle permet la prise, en compte des effets externes directs ou indirects (par exemple, les gains de productivité des entreprises utilisatrices de services de télécommunications) ; et la valeur économique des investissements réalisés dans les réseaux de télécommunications, ainsi que la décision politique plus difficile à prendre (Desbois, 1998). Par exemple, dans le «cycle du développement» de Rostow³, l'importance des télécommunications s'accompagne du montage de la production industrielle et de la complexification des échanges en résultats. Le développement des activités marchandes induit un accroissement des volumes d'informations générées par les transactions, les services de télécommunications interactives comme supports d'échange d'informations entre agents économiques. Les infrastructures de télécommunication sont non seulement importantes pour la croissance économique mais aussi pour les marchés des produits de base ainsi que pour les produits des services financiers internationaux (Zahra et al., 2008). Ce qui a pour conséquence de développer la fluidité de l'investissement étranger, la valeur positive des exportations, augmenter la valeur ajoutée du PIB d'une économie etc...

La croissance économique dans les pays de l'UEMOA a connu une hausse ces deux dernières décennies. Comme le montre la Fig.1, le taux de croissance du produit intérieur brut par habitant (PIBH) a une tendance positive. En particulier, depuis 2011, le taux de croissance du PIBH a été constamment au-dessus de 0 se stabilisant en moyenne autour de 2%. Cette consistante croissance peut être le résultat de différents politiques économiques incluant le développement des infrastructures de télécommunications. Sur la Fig.2, nous prenons en compte quelques composantes de ce type d'infrastructures, à savoir le nombre d'utilisateurs d'internet, le nombre d'utilisateurs de téléphone mobile et le nombre d'utilisateurs de téléphone fixe. Comme le dépeint la Fig 2, le nombre d'utilisateur de téléphone mobile et d'internet a connu une hausse prononcée, alors que le nombre d'utilisateurs de fixe a connu

³ Les étapes de la croissance économique, Editions du Seuil, 1960.

une baisse continue à partir de 2010. En 2016 par exemple, en moyenne plus de 85%, 14% de la population utilisent respectivement un téléphone mobile et internet. Alors que le nombre d'utilisateur est resté stable autour de 1%.

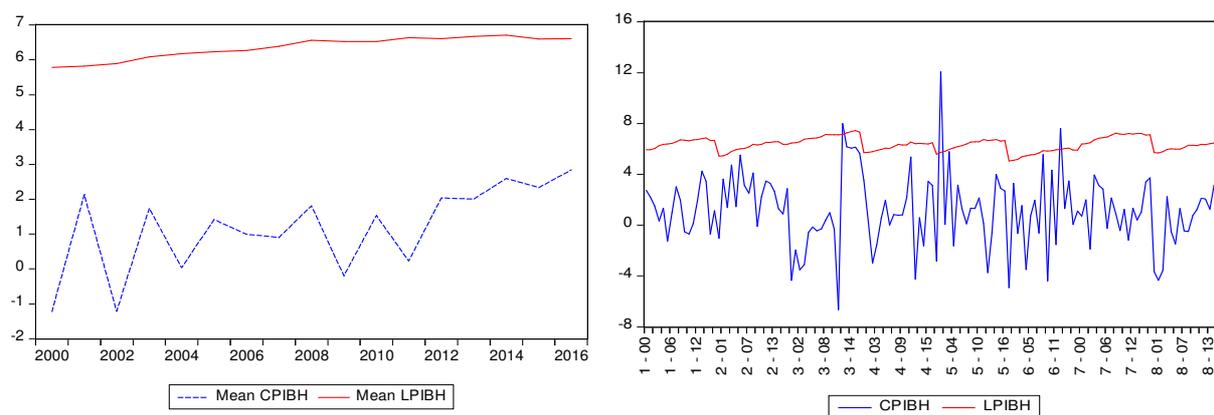


Figure 1 : Croissance du Produit intérieur brut par tête (PIBH) (en moyenne et par empilage)

Ainsi, les anticipations de progrès économiques et l'origine causale de l'ère de la technologie de l'information ont incité les pays développés et les pays en développement à investir une part importante de leurs ressources pour développer leurs infrastructures de télécommunications (Madden et Savage, 1998, Daveri, 2002; Datta et Mbarika, 2006, Dimelis et Papaioannou, 2011 ; Ward et Zheng, 2016). Communément dans ces études, le rôle d'autres variables macroéconomiques fonctionnant de manière adjacente a été négligé ou complètement omis (Pradhan et al., 2014, Pradhan et al., 2017). De plus, les rares études sur les régions d'Afrique⁴ portant sur les infrastructures de télécommunication se sont attelées à étudier la corrélation à partir des approches d'analyse à équations simultanées et non sur l'étude du sens de la causalité (Bankole, et al., 2013 ; Bankole, et al., 2015 ; Batuo, 2015 ; Donou-Adonsou et al., 2016, Asongu et Nwachukwu, 2016 ; Wonyra, 2017, 2018). Notre étude, première dans son genre, pourrait pallier à cette lacune et en examinant plus largement les causes et les conséquences du développement des infrastructures de télécommunications dans les pays de l'UEMOA. En particulier, l'étude examine les liens de causalité entre le développement des infrastructures de télécommunication, la croissance économique et quatre indicateurs clés d'une économie moderne: (i) formation brut du capital, (ii) entrées d'investissements directs étrangers, (iii) taux d'urbanisation et (iv) ouverture commerciale. La démarche adoptée vérifie, entre autres, si le développement des infrastructures de télécommunications a contribué à la croissance économique, ou si l'expansion de l'infrastructure des télécommunications est simplement une conséquence de la croissance économique dans les pays de l'UEMOA.

Notre contribution à la littérature se situe à plusieurs niveaux : premièrement, en plus de régresser séparément plusieurs indicateurs d'infrastructure de télécommunication, nous calculons en plus en utilisant l'analyse en composante principale (ACP), un indice composite du développement des infrastructures de télécommunication⁵. Deuxièmement, notre étude analyse le lien de causalité à partir d'un VECM multivarié entre la croissance économique,

⁴ Les études de la causalité entre croissance et développement des infrastructures sont quasi-inexistantes pour les pays de l'UEMOA

⁵ Cette approche nous est inspirée des travaux de Pradhan et al.(2014)

développement des infrastructures de télécommunications et quatre autres variables macroéconomiques. Troisièmement, elle étudie un groupe de pays qui n'a pas été examiné précédemment dans la littérature et dernièrement elle utilise l'analyse de données de panel pour répondre à des questions concernant la nature de la relation causale entre les variables à court et à long terme.

La suite du document est constituée de : la section 2 qui propose une revue de la littérature. La section 3, expose la méthodologie de recherche, en expliquant les variables que nous utilisons dans notre analyse, en détaillant nos sources de données, et le résumé de nos hypothèses. Ceci est suivi d'une discussion détaillée de notre approche d'estimation économétrique. Dans la section 4, nous présentons nos résultats. Enfin, nous proposons des conclusions et des implications de politique dans la section 5.

2. Revue de littérature

2.1. Théorie de la croissance endogène et rôle des innovations

Il existe une littérature abondante sur la relation entre le progrès technologique et la croissance économique. Le modèle de croissance qui inclut le changement technologique a commencé avec les travaux de Solow (1956) et a été empiriquement complété par Barro (1991); Barro et Sala-i-Martin (1991, 1992), Mankiw et al. (1992) et Bajo-Rubio (2000). Ces travaux de la croissance exogène ont identifié le progrès technologique comme le principal déterminant de la croissance économique à long terme. Cependant, dans le modèle de croissance de Solow, le progrès technologique est exogène, ce qui donne lieu à un autre volet de la littérature connu sous le nom de nouvelle théorie de la croissance ou encore la croissance endogène. Cette théorie endogénéise le changement technologique qui peut être déterminé par le capital humain (Lucas 1988), la recherche de nouvelles technologies (Romer., 1990), les innovations ou l'amélioration de la qualité des produits existants (Grossman et Helpman 1992), et les infrastructures (Aschauer 1989). Romer (1986) met en exergue l'importance de l'accumulation du capital physique et la connaissance dans le processus de croissance. Il construit un modèle qui repose sur les phénomènes d'externalités entre les firmes et le support que c'est en produisant qu'une économie accumule les expériences et donc les connaissances. Plus la croissance est forte et plus le savoir-faire est grand, ce qui favorise la croissance en retour. Il mène la même analyse en ce qui concerne l'accumulation de capital technologique à travers l'innovation et la recherche-développement. Il conclut enfin que la recherche-développement et la croissance se causent mutuellement. L'introduction de l'infrastructure des télécommunications dans le modèle de croissance est particulièrement intéressante. Jorgenson et Stiroh (1995, 1999) et Oliner et Sichel (1994, 2000) sont parmi les premiers à intégrer la technologie de l'information dans le modèle de croissance. En particulier, Oliner et Sichel (1994) développent un modèle de croissance basé sur le cadre néoclassique dans lequel ils séparent l'équipement informatique des autres types de capital physique. C'est-à-dire que le taux de croissance de la production dépend du taux de croissance du matériel informatique, d'autres types de capital, de main-d'œuvre et de productivité multifactorielle, ainsi que de leurs parts respectives de la production.

2.2. Infrastructure de télécommunication: quel rôle pour la croissance économique?

Au cours des années 90, l'infrastructure des télécommunications est devenue un sujet d'intérêt croissant pour les gouvernements et les industriels (voir, par exemple, Desbois, 1995, Weiman, 1998, Sommers et Carlson, 2000). Cependant, l'infrastructure, quel que soit le type, n'est pas une panacée aux questions de développement des télécommunications. Par conséquent, les villes qui cherchent à être la prochaine Silicon Valley doivent comprendre ce rôle disparate des infrastructures de télécommunications et connaître ses limites. La relation entre le développement des infrastructures de télécommunication et la croissance économique est susceptible d'être complexe et de se renforcer mutuellement (Pradhan et al., 2014). Le développement des infrastructures de télécommunication est susceptible de toujours améliorer la croissance économique, tandis que la croissance économique pourrait, à son tour, initier d'autres infrastructures de télécommunication. Ainsi les avantages du développement des infrastructures sont multiples. Les infrastructures de télécommunications peuvent potentiellement contribuer au développement économique en abaissant les coûts de transaction (par exemple en fournissant plus rapidement des services financiers), en créant de nouvelles possibilités d'innovation, en facilitant l'accès à de nouveaux marchés (par exemple par le commerce électronique et un meilleur échange d'informations), en abaissant le coût du capital (grâce à une efficacité accrue du fonctionnement des marchés financiers), en réduisant les disparités régionales en matière de revenus et de productivité, l'accès au capital humain (grâce au télé-réseau) et la génération d'externalités positives (Pradhan et al., 2013, Pradhan et al., 2015). Un réseau de télécommunication solide est donc une condition préalable essentielle au développement économique, en soutenant l'industrie et le secteur manufacturier, en améliorant l'agriculture, l'éducation, la santé, les services sociaux et les transports, et en contribuant à la stabilité macroéconomique (Hackler, 2003 Gasmi et Virto, 2010; Narayana, 2011).

Les études sur les pays d'Afrique subsaharienne sur la relation entre infrastructures de télécommunications et croissance sont très peu, et se sont généralement focalisées sur les corrélations/effets du développement des infrastructures sur la croissance. Par exemple, Bon (2007) analyse la relation entre l'utilisation d'internet dans l'enseignement supérieur et le développement économique et trouve qu'une mauvaise connectivité à internet entrave la transition vers l'économie mondiale. Cependant, son étude n'utilise pas une approche économétrique mais fait une analyse descriptive des relations, ce qui constitue une limite forte à ses résultats. Par contre de récents travaux utilisent des méthodes économétriques appropriées, cependant, avec des résultats empreints de critiques. Par exemple, Batuo (2015), présente des données empiriques sur la relation entre l'infrastructure des télécommunications et la croissance économique dans un ensemble de données de panel couvrant 44 pays africains pour la période 1990-2010. Un modèle dynamique sur panel est utilisé, suggérant que les télécommunications contribuent largement au développement économique du continent, après avoir contrôlé un certain nombre d'autres facteurs. De même, Donou-Adonou et al., (2016), étudient l'impact de l'infrastructure des télécommunications en Afrique subsaharienne. A partir, de la méthode des moments généralisés à variable instrumentale sur un panel de 47 pays sur la période 1993-2012, les auteurs trouvent des résultats intéressants. Ils montrent qu'internet et les téléphones mobiles ont contribué à la croissance économique. Dans l'ensemble, les résultats suggèrent que le développement des infrastructures de télécommunications favorise la croissance économique en Afrique subsaharienne. Cependant,

deux insuffisances sont à relever: (i) bien que ces études soient effectuées sur données de panel, le sens de la causalité n'est pas investigué; (ii) ces études utilisent soit un seul indicateur de mesures des infrastructures de télécommunications, soit plusieurs indicateurs mais séparément. Or cette approche conduit à des pertes d'information importantes (Pradhan et al., 2014). Ainsi, pour pallier à ces insuffisances, notre étude définit un indice composite des principaux indicateurs d'infrastructures de télécommunication et s'appuie sur la littérature existante en étudiant empiriquement le lien causal potentiel entre l'infrastructure des télécommunications et la croissance économique dans l'espace UEMOA.

2.3.Causalité entre croissance et infrastructures de télécommunication

L'explication des causes et des conséquences du développement de l'industrie des télécommunications a été l'objet central de la littérature empirique récente. Les premières études confirment une relation positive entre le développement des infrastructures de télécommunication et la croissance économique⁶. D'autres études utilisent un modèle structurel pour isoler l'effet des infrastructures de télécommunication sur la croissance économique en contrôlant le nombre de variables macroéconomiques telles que l'investissement fixe brut, les transports et la consommation d'énergie (voir par exemple Datta et Agarwal, 2004). Cependant, ces études examinent la corrélation entre le développement des infrastructures de télécommunication et la croissance économique - plutôt que la direction de la causalité entre les deux. Des études portant sur la nature de la causalité entre les deux variables ont commencé avec le travail fondateur de Cronin et al., (1991) qui ont soulevé la possibilité d'une causalité bidirectionnelle. Depuis lors, malgré un corpus important de littérature sur ce sujet, la direction de l'effet causal entre les deux variables n'a pas été concluante. Il est donc encore possible de se demander si le développement des infrastructures de télécommunications est le moteur de la croissance économique ou s'il s'agit d'une conséquence de la croissance.

Pour ce fait, Pradhan et al., (2014) et Pradhan et al., (2017), font un travail séminal à partir d'un tableau résumant les différentes hypothèses de causalité. Ils passent ainsi, en revue les études empiriques sur ce sujet et les hypothèses que leurs conclusions soutiennent. L'hypothèse de l'offre (SLH) soutient que l'infrastructure des télécommunications est une condition préalable nécessaire à la croissance économique. Ainsi, la causalité va de développement des infrastructures de télécommunication à la croissance économique. Les partisans de cette hypothèse (Cieslik et Kaniewsk 2004, Dutta 2001 et Roller et Waverman 2001, Veeramacheni et al. 2007 ; Shiu et Lam , 2008 ; Mehmood and Siddiqui 2013) soutiennent que l'infrastructure des télécommunications induit une croissance économique en soutenant directement d'autres infrastructures et facteurs de production, améliorant ainsi la croissance économique. La deuxième proposition est l'hypothèse de suivi de la demande (DFH), qui suggère que la causalité va plutôt de la croissance économique à infrastructure de télécommunications. Les partisans de l'hypothèse de la demande suggèrent que les infrastructures de télécommunications ne jouent qu'un rôle mineur dans la croissance économique: elles ne sont qu'un sous-produit ou un résultat de la croissance économique (Beil et al., 2005 ; Pradhan, et al., 2013.). L'idée est que, à mesure que l'économie se développe, une

⁶ Voir les travaux de Hardy, 1980 ; Leff, 1984 ; Cronin et al., 1993b ; Saunders et al.,1994, Greenstein et Spiller, 1995 ; Madden et Savage, 2000.

infrastructure de télécommunications supplémentaire émerge dans l'économie. Troisièmement, il existe une hypothèse de rétroaction (FBH) qui suggère que la croissance économique et l'infrastructure des télécommunications peuvent se compléter et se renforcer mutuellement, ce qui rend la croissance économique et l'infrastructure des télécommunications mutuellement causales. L'argument en faveur de la causalité bidirectionnelle est que les infrastructures de télécommunication sont indispensables à la croissance économique et que la croissance économique nécessite inévitablement une infrastructure de télécommunications solide dans l'économie (Yoo et Kwak, 2004; Zahra et al. 2008 ; Chakraborty et Nandi, 2009 ; Chakraborty et Nandi, 2011 ; Pradhan et al., 2014; Pradhan et al., 2015 ; Pradhan et al., 2016 ; Pradhan et al.,2017). La quatrième hypothèse est l'absence de causalité, ce que soutiennent quelques articles (par exemple Dutta, 2001, Ramlan and Ahmed, 2009) selon lesquels il n'y a pas d'effet causal statistiquement significatif entre la croissance économique et l'infrastructure des télécommunications. Le tableau 1, en annexe récapitule les principales études sur le thème. Nous vérifions la relation causale pour les pays de l'UEMOA.

3. Méthodologie de la recherche

3.1. Définition des variables

Dans cette section, nous utilisons un test de Causalité de Granger en Panel pour montrer la relation entre le Développement des Infrastructures de Télécommunications, la Croissance économique et quatre autres variables macro-économiques à savoir : l'investissement (FBCF) en pourcentage du PIB, les Investissements Directs Etrangers (IDE) en pourcentage du PIB, Le Taux d'Urbanisation (URB), et le degré d'Ouverture Commerciale (OUV) (voir Tableau 1 ci-dessous).

La modélisation avec plusieurs indicateurs de développement de télécommunication est sources de problèmes de multicollinéarité, pour cela nous avons procédé à partir de 03 indicateurs (Téléphone mobile, téléphone fixe et internet) à la création d'un indice composite à partir d'une méthodologie inspirée de Pradhan et al., (2014). La technique de l'Analyse en Composantes Principales (ACP)⁷, nous a permis de retenir en définitif deux indicateurs (téléphone mobile et l'utilisation de l'internet) contrairement à Pradhan et al., (2014) qui avaient retenu 3 indicateurs (voir les annexes A et B).

Tableau 1 : Récapitulatif des variables du modèle

⁷ Nos indicateurs étant corrélés, nous avons utilisés la technique de l'analyse en composante principale pour la création de l'indice composite. En effet l'ACP identifie des groupes d'indicateurs dont les scores (ou les comportements) dépendent des mêmes facteurs sous-jacents. Dans le cadre de notre étude, l'ACP effectuée oppose clairement l'utilisation de l'internet et le téléphone mobile à l'utilisation du téléphone fixe. Etant donné l'isolement du téléphone fixe, en définitive nous retenons les deux autres indicateurs pour la création du score total ajusté. Une manière plus simple de construire des indicateurs composés consiste à pondérer les indicateurs individuels en fonction de leur importance et à ajouter les résultats.

Plus précisément, l'ACP est un cas spécial de la méthode générale d'analyse des facteurs. L'approche suit plusieurs étapes : construire une matrice de données, créer des variables normalisées, calculer la matrice de corrélation, déterminer la valeur propre et les vecteurs propres, sélectionner des composantes principales et interpréter les résultats. L'utilisation de l'ACP pour construire un indice similaire a été bien documentée dans les travaux utilisant des données de panel (voir par exemple Coban & Topcu, 2013; World Economic Forum, 2011; Huang, 2010; Saci & Holden, 2008).

Définitions des variables

CIT	Indice composite des infrastructures de télécommunication : obtenu à partir de l'ACP sur deux des trois indicateurs de télécommunication considérés : Téléphone mobile, Téléphone fixe et internet. Les trois indicateurs sont mesurés par les variables ci-dessous.
INT	Internet : utilisation de l'internet en pourcentage de la population totale
MOB	Téléphone mobile : souscription à l'utilisation de téléphone mobile par 100 personnes
FIX	Téléphone fixe : souscription à l'utilisation de téléphone fixe par 100 personnes
LPIBH	Croissance économique par habitants : la valeur linéarisée du produit intérieur brut par habitant
FBCF	L'investissement : la formation brute du capital en % du PIB
IDE	Investissement direct étranger : IDE entrant en % du produit intérieur brut
TURB	Taux d'urbanisation : population urbaine en % de la population totale
OUV	Ouverture commerciale : total du flux commercial (exportations + importations) en % du produit intérieur brut

Source : Auteurs

On construit à partir de l'ensemble des variables X_j 's ($j = 1, 2, \dots, n$) de nouvelles variables (Pi) appelées composantes principales qui sont des combinaisons linéaires de X_j 's⁸. Cet indice est dénommé Indice des Infrastructures de Télécommunications (CIT) et obtenu par l'équation suivante :

$$cit = \sum_{i=1}^2 \left(a_{ij} \right) \frac{x_{ij}}{sd(x_i)} \quad (1)$$

où cit : indice composite des infrastructures de télécommunication ; sd : l'écart type de l'indicateur i ; x_{ij} : est la $i^{\text{ème}}$ variable pour l'année j , elle est calculée pour chaque année et a_{ij} est contribution aux facteurs obtenue à partir de l'ACP. CIT capture deux indicateurs des trois indicateurs mentionnés plus haut et résumé dans le tableau 1. L'indice est donc calculé pour chaque pays et pour chaque année. Comme le décrit l'équation (1), notre ACP applique des facteurs qui sont fixes, or en réalité les facteurs varient énormément mais cela n'a pas grande influence sur nos résultats. Ainsi, notre utilisation de coefficients fixes est raisonnablement approximative. Pour être plus clair, l'étude teste les six hypothèses suivantes :

H_{1A} : CIT cause au sens de Granger la croissance économique

H_{1B} : Croissance économique cause au sens de Granger le CIT

H_{2A} : Une variable macroéconomique cause au sens de Granger la croissance économique

H_{2B} : Croissance économique cause au sens de Granger une variable macroéconomique

H_{3A} : CIT cause au sens de Granger une variable macroéconomique

H_{3B} : Une variable macroéconomique cause au sens de Granger le CIT

3.2. Données, échantillons et source de données

⁸ Voir Pradhan et al., (2014) pour de amples développements.

Pour nos estimations, nous utilisons des séries chronologiques de données secondaires, issues du World Development Indicators (WDI, 2019), sur la période 2000-2016 sur les agrégats macroéconomiques ci-dessus mentionnés, pour les 08 pays (1=Bénin, 2=Burkina-Faso, 3=Côte d'Ivoire, 4=Guinée-Bissau, 5=Mali, 6=Niger, 7=Sénégal et 8=Togo) de l'UEMOA. Le choix de cette période est motivée dans un premier temps, par l'évolution positive du taux de croissance du PIBH cette dernière décennie comme le montre la Fig.2.

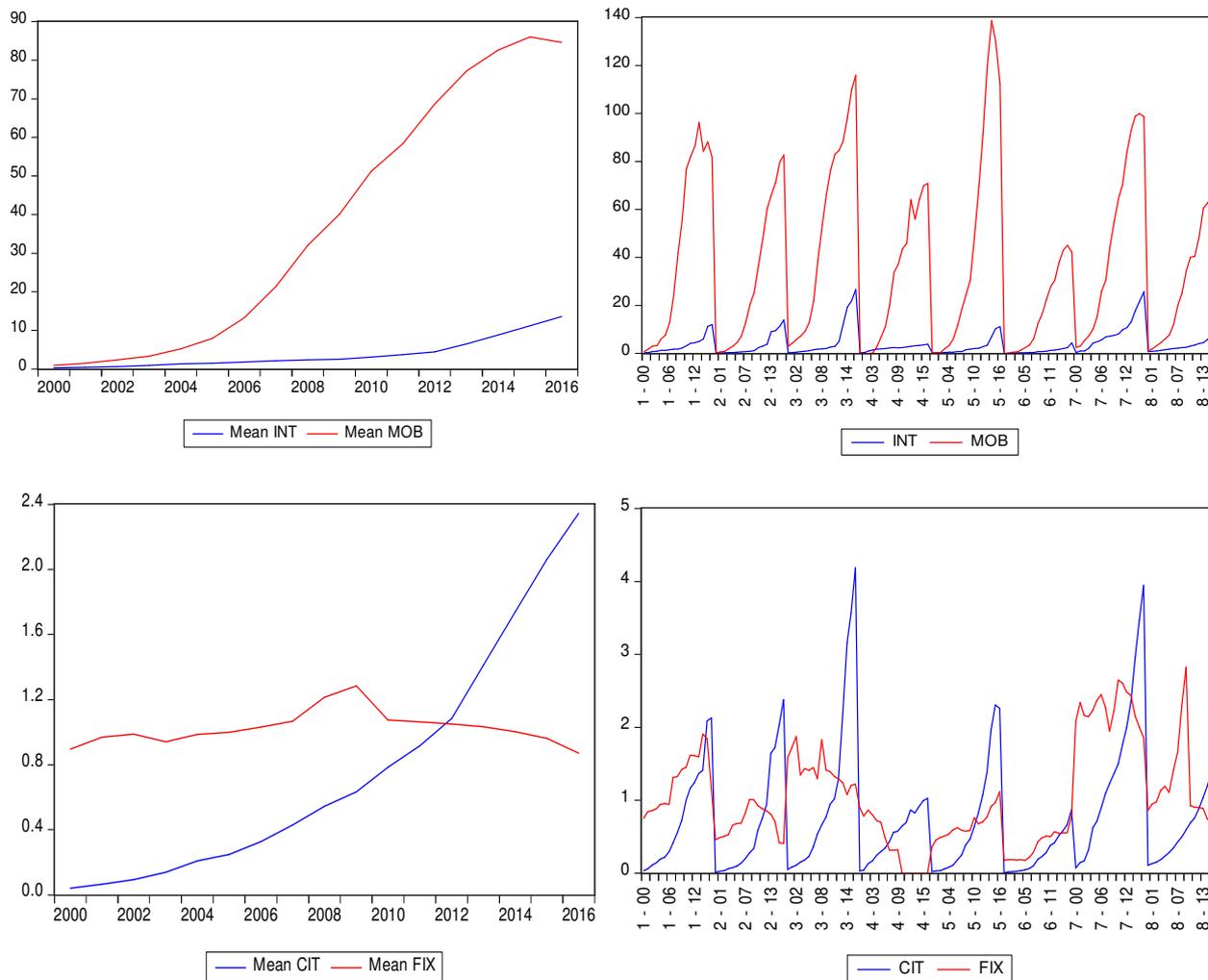


Figure 2 : Indicateurs d'infrastructures de télécommunication (en moyenne et par empilage)

Dans un second temps par l'absence de données fiables pour les variables d'infrastructures de communications (INT et MOB). En effet, avant 1996, les données n'existaient pas et de 1996-2000, elles étaient relevées à 0. Selon Ducasse et al, (2003), la période de mise en place de l'organisation nationale de régulation de l'internet, de mise en service des équipements de connexion et de transmission spécifiques, s'est étalée dans la plupart des pays d'Afrique subsaharienne de 1990 à 1997⁹. Ce qui justifie que le nombre d'utilisateurs des télécommunications; a pris réellement son envol après les années 2000 comme le montre la Fig.2.

⁹ Notre obstination à allonger la série (de 1990-2017) à révéler une absence de cointégration entre les variables.

Les statistiques descriptives (tableau 2, annexe) montrent qu'en moyenne dans les pays de l'UEMOA, le taux de croissance du PIBH est autour de 1.17%, ces deux dernières décennies. Si cette croissance est portée par la Côte d'Ivoire ces 5 dernières années (6,4 % en moyenne de 2012-2016), c'est pourtant seul le Burkina-Faso qui a un taux de croissance le plus élevé par rapport à la moyenne de la zone (2,47%), tandis que le pays avec le plus faible taux de croissance en moyenne est le Togo (0,29%) (Voir Fig. 1). Le nombre d'utilisateurs d'internet et de téléphone mobile est en moyenne de 3,83% et 37,45 pour 100 personnes respectivement, pendant que pour le téléphone fixe c'est autour de 1,03 pour 100 personnes. Il faut noter cependant qu'il y'a des disparités importantes entre les pays de la zone (Fig 2). Les pays comme la Côte d'Ivoire (5,95%) et le Sénégal (8,12%) ont les plus fortes souscriptions à internet au-delà de la moyenne de la zone, alors que les pays comme la Guinée-Bissau (2,19%) le Mali (2,15%) et le Niger (0,99%) ont les plus faibles souscriptions.

Pour le téléphone mobile, le Sénégal (47,54), la Côte d'Ivoire (51,7) et le Mali (47,51) pour 100 personnes ont les plus fortes souscriptions alors que le Niger (17,12 pour 100 personnes) a la plus faible souscription. Pour le téléphone fixe, le pays qui enregistre le plus de souscriptions est le Sénégal (2,25 pour 100 personnes) alors que le pays qui a le moins de souscriptions est la Guinée-Bissau (0.36 pour 100 personnes) avec des valeurs égales à 0 depuis 2010.

L'analyse des coefficients de corrélation (Tableau 3, annexe) indique que les variables de croissance et télécommunication sont positivement corrélées (0.67 ; 0,61 ; 0,68 ; 0,62 respectivement CIT, INT, MOB, FIX). Aussi, le tableau montre que nos variables de télécommunication sont positivement corrélées entre elles. Cependant cette corrélation est plus forte entre nombre d'utilisateurs d'internet et nombre d'utilisateurs de téléphone mobile (0,74) qu'entre ces derniers et le nombre d'utilisateurs de téléphone fixe (0,32 et 0,20 respectivement).

3.3.Approche économétrique

Dans cette étude nous examinons le sens de causalité entre les variables à partir d'un modèle VAR en panel. L'intérêt de cette méthode est qu'elle utilise les séries chronologiques individuelles et les variations transversales des données et évite les biais liés à la régression transversale en prenant en compte l'effet fixe spécifique au pays. Le modèle VAR en panel est structuré en trois étapes : le test de racine unitaire en panel est performant pour apprécier la stationnarité et l'ordre d'intégration des variables en séries chronologique, ensuite le test de co-intégration en panel permet de déterminer l'existence de relation de long terme entre les variables en série chronologique. Enfin, si on détermine une relation de co-intégration, le VECM est plus indiqué que le modèle VAR pour vérifier le sens de causalité entre les variables. Dans la suite nous discutons de ces trois tests.

3.3.1. Test de stationnarité sur données de panel

Nous utilisons le test de Levin-Lin-Chu (LLC) (Levine et al., 2002)¹⁰. L'hypothèse nulle de ce test stipule l'homogénéité de la racine unitaire, $H_0 : \rho=0, \forall i$, contre l'hypothèse alternative d'homogénéité de la stationnarité, $H_1 : \rho<0, \forall i$. L'approche de LLC, en s'inspirant de Dickey-Fuller, repose sur le modèle suivant :

¹⁰ Pour plus détails de ce test voir Greene (1998)

$$\Delta Y_{it} = \lambda_i + \rho_i Y_{i,t-1} + \sum_{j=1}^{p_i} \theta_{ij} \Delta Y_{i,t-j} + \mu_{it} + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

Où $i=1,2, \dots, N$ et $t=1,2, \dots, T$; Y_{it} est la variable pour le pays i dans le panel sous la période t ; P_i est le nombre de retard sélectionné pour la régression ADF ; Δ est la première différence filtrer (I-L) et ε_{it} sont des variables aléatoires indépendamment et normalement distribuées pour tout i et t de moyenne 0 et de variance hétérogène fini (σ_i^2).

Les statistiques proposées, dérivées de celle du test de Dickey-Fuller Augmenté (ADF) suivent une distribution normale centrée réduite quand N et T deviennent très grands. Si la statistique LLC est inférieure à la valeur critique de la loi normale centrée réduite à 5% (c'est-à-dire, -1,64), on rejette l'hypothèse nulle d'une racine unitaire pour l'ensemble des individus. Afin d'améliorer la précision de la stationnarité de nos variables, nous avons utilisé également le test IPS de Im et al., (2003). En effet, si le test de LLC est restrictive en gardant identiques les différentes régions sous les deux hypothèses (nulle et alternative), le test de IPS par contre, relâche cette hypothèse en allouant γ aux différentes régions sous l'hypothèse alternative. Ainsi, l'hypothèse nulle du test de IPS est $H_0 : \gamma_i = 0 \forall i$, alors que l'hypothèse alternative est qu'au moins une des séries individuelles dans le panel soit stationnaire, en d'autres termes $H_A : \gamma_i < 0 \forall i$. L'hypothèse alternative implique simplement que γ_i diffère à travers les pays considérés. De ce fait, le degré d'homogénéité est examiné séparément par la technique des moindres carrés ordinaires, et le test est obtenu comme moyenne des tests statistiques pour chaque équation. Le t-statistique de IPS est simplement défini comme moyenne des Dicker-Fuller individuel, la statistique τ est définie comme suit :

$$\bar{\tau} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \tau_i \text{ et } \tau_i = \frac{\hat{\gamma}_i}{se(\hat{\gamma}_i)}$$

En supposant que les données transversales sont indépendantes, le test d'IPS utilise l'approche mean-group

3.3.2. Test de Co-intégration sur données de panel

Le concept de Co-intégration, qui est un problème important pour déterminer la relation de long terme entre les variables, a été introduit par Granger (1969). Dans un cadre non stationnaire, ces tests permettent d'identifier les variables explicatives pouvant influencer l'évolution de la variable expliquée. Dans un tel cadre, il convient d'être vigilant quant à l'existence ou non d'une relation de cointégration.

Dans cette étude, nous utilisons la méthode de cointégration en panel de Pedroni (1995, 1999, 2004), pour déterminer l'existence de cointégration parmi les trois séries, suivant la régression de l'équation suivante :

$$cit_{it} = \alpha_{0i} + \alpha_{1it} + \alpha_{2it} lpibh_{it} + \alpha_{3it} fbcf_{it} + \alpha_{4it} ide_{it} + \alpha_{5it} ouv_{it} + \alpha_{6it} urb_{6it} + \varepsilon_{it} \quad (3)$$

$$\text{Et } \varepsilon_{it} = \lambda_i \varepsilon_{i,t-1} + \mu_{it} \quad (4)$$

Où $i = 1, 2, \dots, N$ et $t = 1, 2, \dots, T$. α_{0i} est la constante spécifique au pays ; α_{1it} est la tendance déterministe spécifique à chaque pays dans le panel. Les coefficients (β_{ki} , pour $k=1, \dots, 5$) peuvent varier d'un individu à un autre, ce qui permet aux vecteurs de cointégration d'être hétérogènes d'un pays à l'autre.

3.3.3. Test de causalité de Granger sur données de panel

Le test de causalité proposé par Holtz-Eakin et al., (1988), est utilisé pour apprécier le sens de causalité entre les infrastructures de télécommunication, la croissance économique et les autres variables macro-économiques. Les infrastructures de télécommunication sont principalement mesurées par l'indice composite obtenu par l'ACP comme indiqué plus haut. Néanmoins, nous intégrons séparément les trois indicateurs d'infrastructures de télécommunication pour tester la robustesse de nos résultats. Nous régressons ainsi quatre (04) modèles économétriques sous la forme générale suivante :

$$\begin{aligned} \Delta cit_{it} = & \psi_{1j} + \lambda \sum_{k=1}^{p1} \beta_{1ik} \Delta cit_{it-k} + \sum_{k=1}^{p2} \alpha_{1ik} \Delta lpibh_{it-k} + \sum_{k=1}^{p3} \gamma_{1ik} \Delta fbcf_{it-k} + \sum_{k=1}^{p4} \delta_{1ik} \Delta ide_{it-k} \\ & + \sum_{k=1}^{p5} \mu_{1ik} \Delta ouv_{it-k} + \sum_{k=1}^{p6} \eta_{1ik} \Delta urb_{it-k} + \theta_{1i} tce_{1it-1} + \varepsilon_{1it} \end{aligned} \quad (5)$$

$$\begin{aligned} \Delta lpibh_{it} = & \psi_{2j} + \lambda_{it} \sum_{k=1}^{p1} \beta_{2ik} \Delta lpibh_{it-k} + \sum_{k=1}^{p2} \alpha_{2ik} \Delta cit_{it-k} + \sum_{k=1}^{p3} \gamma_{2ik} \Delta fbcf_{it-k} + \sum_{k=1}^{p4} \delta_{2ik} \Delta ide_{it-k} \\ & + \sum_{k=1}^{p5} \mu_{2ik} \Delta ouv_{it-k} + \sum_{k=1}^{p6} \eta_{2ik} \Delta urb_{it-k} + \theta_{2i} tce_{2it-1} + \varepsilon_{2it} \end{aligned} \quad (6)$$

$$\begin{aligned} \Delta fbcf_{it} = & \psi_{3j} + \lambda_{it} \sum_{k=1}^{p1} \beta_{3ik} \Delta fbcf_{it-k} + \sum_{k=1}^{p2} \alpha_{3ik} \Delta lpibh_{it-k} + \sum_{k=1}^{p3} \gamma_{3ik} \Delta cit_{it-k} + \sum_{k=1}^{p4} \delta_{3ik} \Delta ide_{it-k} \\ & + \sum_{k=1}^{p5} \mu_{3ik} \Delta ouv_{it-k} + \sum_{k=1}^{p6} \eta_{3ik} \Delta urb_{it-k} + \theta_{3i} tce_{3it-1} + \varepsilon_{3it} \end{aligned} \quad (7)$$

$$\begin{aligned} \Delta ide_{it} = & \psi_{4j} + \lambda \sum_{k=1}^{p1} \beta_{4ik} \Delta ide_{it-k} + \sum_{k=1}^{p2} \alpha_{4ik} \Delta lpibh_{it-k} + \sum_{k=1}^{p3} \gamma_{4ik} \Delta cit_{it-k} + \sum_{k=1}^{p4} \delta_{4ik} \Delta fbcf_{it-k} \\ & + \sum_{k=1}^{p5} \mu_{4ik} \Delta ouv_{it-k} + \sum_{k=1}^{p6} \eta_{4ik} \Delta urb_{it-k} + \theta_{4i} tce_{4it-1} + \varepsilon_{4it} \end{aligned} \quad (8)$$

$$\begin{aligned} \Delta ouv_{it} = & \psi_{5j} + \lambda \sum_{k=1}^{p1} \beta_{5ik} \Delta ouv_{it-k} + \sum_{k=1}^{p2} \alpha_{5ik} \Delta lpibh_{it-k} + \sum_{k=1}^{p3} \gamma_{5ik} \Delta fbcf_{it-k} + \sum_{k=1}^{p4} \delta_{5ik} \Delta cit_{it-k} \\ & + \sum_{k=1}^{p5} \mu_{5ik} \Delta ouv_{it-k} + \sum_{k=1}^{p6} \eta_{5ik} \Delta urb_{it-k} + \theta_{5i} tce_{5it-1} + \varepsilon_{5it} \end{aligned} \quad (9)$$

$$\Delta urb_{it} = \psi_{6j} + \lambda_{it} \sum_{k=1}^{p1} \beta_{6ik} \Delta urb_{it-k} + \sum_{k=1}^{p2} \alpha_{6ik} \Delta lpibh_{it-k} + \sum_{k=1}^{p3} \gamma_{6ik} \Delta fbcf_{it-k} + \sum_{k=1}^{p4} \delta_{6ik} \Delta ide_{it-k}$$

$$+ \sum_{k=1}^{p_5} \mu_{6ik} \Delta ouv_{it-k} + \sum_{k=1}^{p_5} \eta_{6ik} \Delta cit_{it-k} + \theta_{6i} tce_{6it-1} + \varepsilon_{6it} \quad (10)$$

Où Δ est l'opérateur de différence première ; p_1, p_2, p_3, p_4, p_5 sont les longueurs de retards ; i est le pays i dans le panel ($i=1, 2, \dots, N$) ; t est l'année dans le panel ($t=1, 2, \dots, T$) ; ε_{it} est le terme d'erreur aléatoire normalement distribué pour tout i et t de moyenne 0 et de variance hétérogène finie ; tce sont les termes à correction d'erreur provenant des équations de cointégration. Les retards représentent la dynamique de long terme, alors que les variables différenciées représentent les dynamiques de court terme entre les variables. Le modèle ci-dessus est significatif si les variables sont $I(1)$ et sont cointégrées. Si les variables sont $I(1)$ et ne sont pas cointégrées, alors les TCE sont supprimés du processus d'estimation. Nous recherchons pour le court et long terme les relations de causalités. Les relations de causalité de court terme sont mesurées à travers la F-statistique et la significativité du changement dans les variables indépendantes, alors que la relation de causalité de long terme est mesurée à travers la significativité du t-test de la valeur retardée du terme à correction d'erreur.

4. Résultats empiriques

Dans cette section nous présentons et analysons les résultats empiriques des différents tests effectués. Il s'agira essentiellement de la nature de stationnarité des variables (tableau 4, annexe), ensuite nous discuterons de la nature de cointégration entre elles (tableau 5, annexe), enfin nous présentons la nature du lien de causalité de Granger entre les variables cointégrées (Tableau 2 ci-dessous).

Pour tester la fiabilité de nos tests de stationnarité, nous avons effectués cinq tests de stationnarité dont nous présentons que deux pour des raisons de concision (LLC et IPS). Il faut noter que ces deux tests sont basés sur des hypothèses différentes (voir la section 3.3.1.). Il ressort que toutes nos variables sont stationnaires en première différence avec l'option (*trend and intercept*), elles sont donc $I(1)$.

Les résultats du test de Pedroni (option : *trend and intercept*) sont reportés dans le tableau (3) ci-dessous. Les quatre premiers tests sont basés sur l'agrégation des tests par la dimension « within », c'est-à-dire qu'on regroupe les coefficients d'auto-régression pour les différents pays du panel lorsqu'on teste l'existence de racine unitaire dans les résidus de l'équation. Les résultats trouvés (deux sur quatre) au moins indiquent la présence de relation de cointégration dans les quatre modèles regressés. Les trois derniers tests sont relatifs aux données agrégées selon la dimension « between », c'est-à-dire qu'on considère la moyenne des coefficients autorégressifs de chaque membre du panel pour effectuer le test de racine unitaire sur les résidus de la relation en niveau. Les résultats trouvés (deux sur trois), rejettent l'hypothèse nulle de non cointégration également pour tous les quatre modèles. En effet, les simulations effectuées par Pedroni (1997) montrent que pour des échantillons de petite taille ($T < 20$), le test le plus puissant est le test basé sur la dimension inter similaire au test ADF (group t-statistic)¹¹. Ce test est significatif dans tous les cas considérés. En définitif, le test de Pedroni indique qu'il existe une relation de long terme significative entre le développement des infrastructures de télécommunication (à travers ses différents indicateurs considérés), la

¹¹ Voir Hurlin (2006).

croissance économique et les autres variables macro-économiques, pour l'ensemble des pays du panel.

Les tests de cointégration de Kao montrent des probabilités inférieures à 1% pour toutes les spécifications. Le test de Kao vient confirmer la procédure de Pédróni. Par ailleurs, l'existence d'ordre d'intégration I(1) et de cointégration entre les variables, implique la possibilité de causalité de Granger entre eux. Par conséquent nous effectuons le test de causalité, à partir d'un modèle vectoriel à correction d'erreur (VECM) et utilisant les équations (5) - (10). Mais avant les critères de Schwarz nous ont permis d'établir le nombre de retard à 2 pour toutes les spécifications.

Tableau 2 : Résultats de test de causalité de Granger en panel

Variable indépendantes	Variables dépendantes						Coefficient du TCE
	Modèle 1						
	$\Delta LPIBH$	ΔCIT	$\Delta FBCF$	ΔIDE	ΔOUV	ΔURB	TCE ₋₁
$\Delta LPIBH$		0.16	0.23	3.52	2.02	0.05	
ΔCIT	17.41***		0.51	9.37***	0.18	0.12	2.04***
$\Delta FBCF$	1.91	5.39*		1.71	3.64	1.03	-0.024
ΔIDE	7.44**	1.35	7.32**		12.70***	0.03	0.20**
ΔOUV	7.90**	0.40	2.23	2.88		0.90	0.007
ΔURB	9.79***	2.05	2.17	1.35	0.04		-0.04*
Modèle 2							
	$\Delta LPIBH$	ΔINT	$\Delta FBCF$	ΔIDE	ΔOUV	ΔURB	TCE ₋₁
$\Delta LPIBH$		0.40	0.37	1.92	2.17	0.42	
ΔINT	14.64***		5.33*	1.53	0.08	0.42	0.83**
$\Delta FBCF$	0.46	7.55**		1.63	3.19	1.04	0.11**
ΔIDE	3.27	2.39	7.23**		12.63***	0.007	0.13
ΔOUV	6.64**	1.91	3.96	1.41		0.62	0.04**
ΔURB	16.58***	5.95*	5.38*	0.78	0.15		-0.03
Modèle 3							
	$\Delta LPIBH$	ΔMOB	$\Delta FBCF$	ΔIDE	ΔOUV	ΔURB	TCE ₋₁
$\Delta LPIBH$		2.39	2.38	4.67*	2.21	0.70	
ΔMOB	7.07**		2.41	8.28**	0.83	0.03	0.25***
$\Delta FBCF$	1.46	2.92		2.67	5.38*	1.11	-0.56**
ΔIDE	3.91	11.26***	3.16		14.37***	0.46	1.52**
ΔOUV	5.38*	2.14	2.78	0.35		1.65	-0.03
ΔURB	3.18	0.73	1.82	0.72	0.03		-0.25**
Modèle 4							
	$\Delta LPIBH$	ΔFIX	$\Delta FBCF$	ΔIDE	ΔOUV	ΔURB	TCE ₋₁
$\Delta LPIBH$		3.69	0.67	2.92	1.90	0.07	
ΔFIX	0.68		0.39	82.62***	1.10	0.88	-0.16
$\Delta FBCF$	0.88	1.12		5.76	6.70**	1.02	-0.005
ΔIDE	8.04**	1.27	9.69***		17.69***	0.10	0.16**
ΔOUV	4.23	0.61	1.90	0.54		2.13	-0.004
ΔURB	6.87**	4.33	1.62	0.84	0.01		-0.006

Source : Auteurs. ***Significativité à 1%, ** significativité à 5%, *significativité à 10%

À partir des tests de causalité de Granger sur le modèle 1, nous observons que la nature du lien causal est unidirectionnelle partant, du développement des infrastructures de télécommunications au taux de croissance économique par habitant (CIT→LPIBH). De même que pour l'investissement Direct étranger (CIT→IDE). Cependant, nous trouvons une causalité bidirectionnelle entre, le développement des infrastructures de télécommunications et le taux d'investissement (CIT↔FBCF). Les 3 autres modèles viennent confirmer les résultats précédemment trouvés à quelques nuances près et montrent ainsi la robustesse des résultats lorsque les infrastructures de télécommunications sont mesurées par la construction d'indices composites. En effet, la causalité unidirectionnelle est confirmée dans le modèle 2 (INT→LPIBH) et le modèle 3 (MOB→LPIBH) tandis que le modèle 4 montre une absence de causalité entre les deux variables lorsque les infrastructures de télécommunications sont mesurées par le nombre de souscriptions au téléphone fixe. Or justement cette variable n'a pas été retenue dans la construction de l'indice. Les hypothèses H1A, H2A, H2B et H3A sont donc validées, par contre H1B, H3B sont rejetées.

A long terme, ces résultats montrent que lorsque Δ LPIBH sert de variable dépendante, le terme à correction d'erreur est statistiquement significatif au seuil de 1%. Ce qui implique que la croissance économique tend à converger vers un équilibre de long terme en réponse aux changements de ses régresseurs. La significativité du coefficient TCE dans l'équation de Δ LPIBH du panel confirme l'existence d'un équilibre à long terme de la relation de causalité entre LPIBH et ses déterminants d'infrastructures de télécommunication (CIT, INT, MOB, FIX) ainsi que les autres indicateurs macroéconomiques considérés (FBCF, IDE, OUV et URB). En d'autres termes, nous pouvons conclure que le développement des infrastructures de télécommunication et les variables macroéconomiques considérées, causent au sens de Granger la croissance dans le long terme.

Compte tenu de la similarité des résultats, nous ne commenterons que le modèle 1 pour les autres relations causales décelées dans le modèle. A court terme, toutes les autres variables sauf l'investissement (FBCF) causent la croissance économique de façon unidirectionnelle partant de l'IDE, l'ouverture commerciale (OUV) et le taux d'urbanisation (URB) vers la croissance (IDE→LPIBH; OUV→LPIBH ; URB→LPIBH). Ce résultat met en exergue la faiblesse des investissements dans les pays de l'UEMOA qui s'élève à seulement 19,7% du PIB en moyenne de 2000-2016, alors qu'il est sur la même période de 20,6% ; 22,20%, 22,5% dans les pays d'Amérique latine, d'Afrique subsaharienne, et de l'OCDE respectivement. Cependant, s'il est à la source des infrastructures de télécommunication (en particulier l'internet), son rôle est donc non négligeable dans l'effet des infrastructures sur la croissance. Aussi, il existe une relation unidirectionnelle allant des IDE vers deux autres variables : FBCF et OUV. A long terme, les autres équations pour lesquelles, on observe une relation de long terme sont Δ IDE et le Δ URB où des TCE sont significatifs au seuil de 5% et 10 % respectivement. Ainsi, il existe une causalité de long terme partant de la croissance économique et des autres variables macroéconomiques vers les investissements directs étrangers (IDE) et le taux d'urbanisation (URB). Ce résultat rejoint les travaux de Shahiduzzaman et Alam, (2014). Cependant, nous observons deux variables macroéconomiques qui apparaissent non statistiquement significatives à long terme: l'investissement et l'ouverture commerciale. Résultat qui rejoint en partie ceux de Pradhan et al., (2014).

Nous pouvons déduire de ces résultats que le développement des infrastructures de télécommunications est favorable et améliore la croissance économique dans les pays de l'UEMOA. Ce résultat rejoint l'hypothèse de l'offre (SLH) qui veut que les infrastructures de télécommunication soient une condition nécessaire à la croissance économique (Veeramacheni et al. 2007 ; Shiu et Lam , 2008 ; Mehmood and Siddiqui 2013) et non le contraire. Nos résultats soutiennent que le développement des infrastructures de télécommunication induit une croissance économique en soutenant directement des facteurs de production comme l'investissement intérieur et extérieur et d'autres infrastructures (en termes d'urbanisation). Il participe également à l'accroissement de la population des villes, à la recherche d'une meilleure condition de vie, ce qui va contribuer à une dynamisation des échanges dans les pays de l'UEMOA.

Tableau 3 : Résumé des causalités de Granger.

Les relations causales testées dans le modèle	Direction des principales relations causales observées dans le modèle			
	Modèle 1	Modèle 2	Modèle 3	Modèle 4
CIT vs LPIBH	CIT → LPIBH			
CIT vs FBCF	CIT ↔ FBCF			
CIT vs IDE	CIT → IDE			
CIT vs OUV	CIT ↔ OUV			
CIT vs URB	CIT ↔ URB			
INT vs LPIBH	INT → LPIBH			
INT vs FBCF	INT ↔ FBCF			
INT vs IDE	INT ↔ IDE			
INT vs OUV	INT ↔ OUV			
INT vs URB	INT ← URB			
MOB vs LPIBH	MOB → LPIBH			
MOB vs FBCF	MOB ↔ FBCF			
MOB vs IDE	MOB ↔ IDE			
MOB vs OUV	MOB ↔ OUV			
MOB vs URB	MOB ↔ URB			
FIX vs LPIBH	FIX ↔ LPIBH			
FIX vs FBCF	FIX ↔ FBCF			
FIX vs IDE	FIX → IDE			
FIX vs OUV	FIX ↔ OUV			
FIX vs URB	FIX ↔ URB			

→ Causalité unidirectionnelle ; ↔ causalité bidirectionnelle ↔ : pas de causalité

Source : Auteurs

5. Conclusion

La littérature quasi-inexistante sur la relation de causalité entre le développement des infrastructures de télécommunications et la croissance économique en Afrique subsaharienne, plus particulièrement dans l'espace UEMOA, nous a poussés à effectuer des travaux concluants dans le domaine. Nos estimations à partir d'un vecteur autorégressif à correction d'erreur (VECM) sur données de panel a permis une analyse de la causalité au sens de Granger. Nous trouvons 3 principaux résultats : (i) il existe à court terme une causalité unidirectionnelle allant du développement des infrastructures de télécommunication vers la croissance : le développement des infrastructures de télécommunication affecte qualitativement la croissance. Cependant (ii) le développement des infrastructures de

télécommunication est un stimulant au développement des villes dans l’UEMOA. Enfin, (iii) à long terme, en plus du développement des infrastructures de télécommunication, la croissance est causée au sens de granger par l’ensemble des autres variables macroéconomiques considérées : le taux d’urbanisation, les investissements directs étrangers et l’ouverture commerciale. Ces résultats marquent clairement une différence entre le long terme et le court terme de la relation entre les variables à l’étude.

Les implications de politiques de ces résultats sont simples. Les gouvernements des pays de l’UEMOA devraient encourager fortement les politiques visant à élargir l’accès et à réduire les coûts, particulièrement en ce qui concerne l’internet et les services de téléphones mobiles. Ensuite, pour la promotion d’une croissance de long terme, il faut des politiques intégrant aussi bien le développement des infrastructures de télécommunication que d’autres variables macroéconomiques. Ayant omis d’autres variables déterminantes de croissance dans cette analyse (Education, investissement privé etc.), une ouverture pour de futures recherches serait d’inclure ces variables dans l’étude de la relation entre croissance et développement des infrastructures de télécommunication.

Références bibliographiques :

- Aschauer, D. A. (1989). Is public expenditure productive? *Journal of Monetary Economics*, 23(2), 177–200.
- Asongu, S. A., & Nwachukwu, J. C. (2016). The role of governance in mobile phones for inclusive human development in Sub-Saharan Africa. *Technovation*, 55, 1-13.
- Bajo-Rubio, O. (2000). A further generalization of the Solow growth model: the role of the public sector. *Economics Letters*, 68(1), 79–84.
- Bankole, F. O. et al. (2013). The impact of information and communications technology infrastructure and complementary factors on intra-African trade. *Information Technology for Development*, 21(1): 12-28
- Bankole, F. O., Osei-Bryson, K. M., & Brown, I. (2015). The impacts of telecommunications infrastructure and institutional quality on trade efficiency in Africa. *Information Technology for Development*, 21(1), 29-43.
- Barro, R. J. (1991). Economic growth in a cross section of countries. *Quarterly Journal of Economics*, 106(2), 407–443.
- Barro, R. J., & Sala-i-Martin, X. (1992). Convergence. *Journal of Political Economy*, 120(21), 364–386.
- Batuo, M. E. (2015). The role of telecommunications infrastructure in the regional economic growth of Africa. *The Journal of Developing Areas*, 49(1), 313-330.
- Beil, R., Ford, S., et Jackson, D. (2005). On the relationship between telecommunications investment and economic growth in the United States. *International Economic Journal*, 19(1), 3–9.
- Bon, A. (2007). Can the internet in tertiary education in Africa contribute to social and economic development? *International Journal of Education and Development Using Information and Communication Technology*, 3(3), 122–131.

- Chakraborty, C. and Nandi, B. (2003) 'Privatization, telecommunications and growth in selected Asian countries: an econometric analysis', *Communications and Strategies*, Vol. 52, No. 4, pp.31–47.
- Chakraborty, C. and Nandi, B. (2009) 'Telecommunications adoption and economic growth in developing countries: do levels of development matter?', *Journal of the Academy of Business and Economics*, Vol. 9, No. 2, pp.51–61.
- Chakraborty, C. and Nandi, B. (2011) 'Mainline telecommunications infrastructure, levels of development and economic growth: evidence from a panel of developing countries', *Telecommunications Policy*, Vol. 35, No. 1, pp.441–449.
- Cieslik, A. and Kaniewski, M. (2004) 'Telecommunications infrastructure and regional economic development: the case of Poland', *Regional Studies*, Vol. 38, No. 6, pp.713–725.
- Cronin, F.J., Colleran, E.K., Herbert, P.L. and Lewitzky, S. (1993) 'Telecommunications and growth: the contribution of telecommunications infrastructure investment to aggregate and sectoral productivity', *Telecommunications Policy*, Vol. 17, No. 9, pp.677–690.
- Cronin, F.J., Parker, E.B., Colleran, E.K. and Gold, M.A. (1991) 'Telecommunications infrastructure and economic growth: an analysis of causality', *Telecommunications Policy*, Vol. 15, No. 6, pp.529–535.
- Datta, A. and Agarwal, S. (2004) 'Telecommunications and economic growth: a panel data approach', *Applied Economics*, Vol. 36, No. 15, pp.1649–1654.
- Desbois D. (1995). Enjeux économiques de la déréglementation sur les infrastructures de télécommunications. Terminal. 68 : 31-44.
- Desbois, D. (1998). Les politiques du développement dans le secteur des télécommunications. French National Institute for Agricultural Research.pp :1-21
- Dickey, D.A. and Fuller, W.A. (1979) 'Distribution of the estimator for autoregressive time series with a unit root', *Journal of American Statistical Association*, Vol. 74, No. 366, pp.427–431.
- Donou-Adonsou, F., Lim, S., & Mathey, S. A. (2016). Technological progress and economic growth in Sub-Saharan Africa: Evidence from telecommunications infrastructure. *International Advances in Economic Research*, 22(1), 65-75.
- Dutta, A. (2001) 'Telecommunication and economic activity: an analysis of granger causality', *Journal of Management Information Systems*, Vol. 17, No. 4, pp.71–95.
- Gasmi,F.,et Virto,L.R.(2010).The determinants and impact of telecommunications reforms in developing countries. *Journal of Developing Economics*, 93(2), 275–286.
- Granger,C.(1969).Investigating causal relations by econometric models and cross spectral methods. *Econometrica*, 37(3), 424–438.
- Grossman, G., & Helpman, E. (1991). *Innovation and growth in the global economy*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Hackler, D.(2003).Invisible infrastructure and the city. *The American Behavioral Scientist*, 46(8), 1034–1055.
- Im, K.S., Pesaran, M.H. and Shin, Y. (2003) 'Testing for unit roots in heterogeneous panels', *Journal of Econometrics*, Vol. 115, No. 1, pp.53–74.
- Jorgenson, D., & Stiroh, K. (1995). Computers and growth. *Economics of Innovation and New Technology*, 3(3–4), 295–316.
- Jorgenson, D., & Stiroh, K. (1999). Information technology and growth. *American Economic Review*, 89(2), 109–115.

- Lucas, R. E. (1988). On the mechanics of economic development. *Journal of Monetary Economics*, 22(1), 3–42.
- Lam, P.L. and Shiu, A. (2010) ‘Economic growth, telecommunication development and productivity growth of the telecommunication sector: evidence around the world’, *Telecommunications Policy*, Vol. 34, No. 4, pp.185–199.
- Levine, A., Lin, C.F. and Chu, C.S.J. (2002) ‘Unit root tests in panel data: asymptotic and finite-sample properties’, *Journal of Econometrics*, Vol. 108, No. 1, pp.1–24.
- Madden, G. and Savage, S.J. (1998) ‘CEE telecommunication investment and economic growth’, *Information Economics and Policy*, Vol. 10, No. 2, pp.173–195
- Mankiw, G., Romer, D., et Weil, D. (1992). A contribution to the empirics of economic growth. *Quarterly Journal of Economics*, 107(2), 407–437.
- Mehmood, B. and Siddiqui, W. (2013) ‘What causes what? Panel cointegration approach on investment in telecommunications and economic growth: case of Asian countries’, *Romanian Economic Journal*, Vol. 16, No. 47, pp.3–16.
- Narayana, M.R. (2011). Telecommunications services and economic growth: Evidence from India. *Telecommunications Policy*, 35(2), 115–127.
- Oliner, S. D., & Sichel, D. E. (1994). Computers and output growth revisited: how big is the puzzle? *Brookings Papers on Economic Activity*, 1994(2), 273–334.
- Oliner, S. D., et Sichel, D. E. (2000). The resurgence of growth in the late 1990s: is information technology the story? *Journal of Economic Perspectives*, 14(4), 3–22.
- Pedroni, P. (1999) ‘Critical values for cointegration tests in heterogeneous panels with multiple regressors’, *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, Vol. 61, No. 1, pp.653–670.
- Pradhan, R.P., Bele, S. and Pandey, S. (2013) ‘The link between telecommunication infrastructure and economic growth in 34 OECD countries’, *International Journal of Technology, Policy and Management*, Vol. 13, No. 3, pp.278–293.
- Pradhan, R. P., Arvin, M. B., Norman, N. R., & Bele, S. K. (2014). Economic growth and the development of telecommunications infrastructure in the G-20 countries: A panel-VAR approach. *Telecommunications Policy*, 38(7), 634-649.
- Pradhan, R. P., Arvin, M. B., & Norman, N. R. (2015). The dynamics of information and communications technologies infrastructure, economic growth, and financial development: Evidence from Asian countries. *Technology in Society*, 42, 135-149.
- Pradhan, R. P., Arvin, M. B., & Hall, J. H. (2016). Economic growth, development of telecommunications infrastructure, and financial development in Asia, 1991–2012. *The Quarterly Review of Economics and Finance*, 59, 25-38.
- Pradhan, R.P., Arvin, B.M., Nair, M., Mittal J., et Norman N. R. (2017): Telecommunications infrastructure and usage and the FDI–growth nexus: evidence from Asian-21 countries, *Information Technology for Development*, DOI:10.1080/02681102.2016.1217822
- Ramlan, J. and Ahmed, E.M. (2009) ‘Information and communication technology (ICT) and human capital management trend in Malaysia’s economic development’, *Applied Economics Letters*. Vol. 16, No. 18, pp.1881–1886.
- Romer, P. M. (1990). Endogenous technological change. *Journal of Political Economy*, 98(5), 71–102.

- Shahiduzzaman, M. et Alam, K. (2014) 'The long-run impact of information and communication technology on economic output: the case of Australia', *Telecommunications Policy*, Vol. 38, No. 7, pp.623–633.
- Shiu, A. and Lam, P.L. (2008) 'Causal relationship between telecommunications and economic growth in China and its regions', *Regional Studies*, Vol. 42, No. 5, pp.705–718.
- Solow, R. (1956). A contribution to the theory of economic growth. *Quarterly Journal of Economics*, 70(1), 65–94.
- Sommers, P., et Carlson, D. (2000). *Ten steps to a high-tech future: The new economy in interpolation Seattle*. Washington DC: Centre on Urban and Metropolitan Policy.
- Veeramacheni, B., Ekanayake, E.M. and Vogel, R. (2007) 'Information technology and economic growth: a causal analysis', *Southwestern Economic Review*, Vol. 34, No. 1, pp.75–88.
- Wieman, C. (1998). The high tech transition: Technology and the prospects for improving infrastructure performance. *Journal of Urban Technology*, 5(2), 21–46.
- Wonyra, K. O. (2017). Investissement dans les infrastructures de télécommunications et la croissance économique dans la CEDEAO.
- Wonyra, K. O. (2018). Réforme commerciale dans le secteur de télécommunication et Croissance économique dans la CEDEAO.
- Zahra, K., Azim, P., & Mahmood, A. (2008). Telecommunications infrastructure development and economic growth: A panel data approach. *Pakistan Development Review*, 47(4), 711–726.

ANNEXE

Tableau 1 : Récapitulatif des études sur la causalité entre infrastructures de télécommunication et la croissance économique

Etudes et résultats	Indicateurs retenus	Méthodes	Pays ou groupe de pays	Période de l'étude
Cas 1: Etudes confirmant SLH				
Dutta (2001)	Investissement dans les infrastructures de télécommunications (ITIC) et PIBH	GCT	15 pays industrialisés et 15 pays en développement	1960-1993
Mehmood and Siddiqui (2013)	Investissement privé dans les ITIC et PIBH	CGT/VECM	23 pays asiatiques	1990-2010
Chakraborty et Nandi (2003)	Télédensité et PIBH	GCT/VECM	12 pays asiatiques	1975-2000
Yoo et Kwak (2004)	Productivité des facteurs du secteur de la télécommunication et PIB	GCT	Corée	1965-1998
Shiu et Lam (2008a)	Produit régional brut (PRB) et TEL (télé densité et taux de pénétration)	DPDM	Chine	1978-2004
Mehmood et Siddiqui (2013)		DPDM	23 pays asiatiques	1990-2010
Case 2: Etudes confirmant DFH				
Beil et al. (2005)		GCT et MST	USA	1947-1996
Shiu et Lam (2008a)	Produit régional brut (PRB) et TEL (télé densité et taux de	DPDM	22 Provinces de la Chine	1978-2004

	pénétration			
Case 3:Etudes confirmant FBH				
Cronin et al. (1991)	Investissement dans les TIC et PIB	GCT	USA	1958-1988
Lam et Shiu (2010)	PIB et Télédensité	DPDM/VECM	105 pays	1980-2006
Chakraborty et Nandi(2011)	PIBH et principale télédensité	GCT/VECM	93 pays	1985-2007
Pradhan et al.(2013b)		DPDM/VECM	34 pays de l'OCDE	1990-2010
Pradhan and al., (2014)	PIBH et CIT	DPDM/VECM	G-20	1991-2012
Pradhan and al. (2015)	PIBH et CIT	DPDM/VECM	21 Pays d'Asie	1991-1992
Pradhan and al. (2017)	PIBH et Télédensité ¹²	DPDM/VECM	21 pays d'Asie	1965-2012
Cas 4:Etudes confirmant NLH				
Veeramacheneni, Ekanayake, et Vogel (2007)	Investissement dans les ITIC et PIB	GCT/VECM	10 pays d'Amérique Latine	1978-2004
Shiu et Lam (2008a)	PIB et Télédensité	DPDM /VECM	Chine	1978-2004
Ramlan et Ahmed (2009)	PIB et les données des équipements de télécommunications	GCT/VECM	Malaysie	1965-2005

NB: La télé densité est définie comme le nombre d'abonnés au téléphone fixe et au téléphone mobile pour 100 personnes
CGT : test de causalité de Granger, MST : test de SIMS Modifié ; DPDM : Modèle dynamique sur données de panel,
Source : Auteurs (2019) à partir de Pradhan et al., (2017)

Tableau 2 : Statistiques descriptives des variables

	Obs	Mean	Maximum	Minimum	Std. Dev.	Sum
LPIBH	136	6.359567	7.447230	5.065159	0.519366	864.9011
TPIBH	136	1,176322	12.05011	-6.647608	2.796303	159.9799
CIT	136	0.768506	4.188644	0.004615	0.867055	104.5169
INT	136	3.826367	26.52723	0.036261	5.138435	520.3860
MOB	136	37.45456	138.5708	0.000000	35.97852	5093.820
FIX	136	1.025192	2.823060	0.000000	0.676450	139.4262
FBCF	136	19.67605	39.95104	4.703723	7.374705	2675.943
IDE	136	2.622192	19.37574	-0.900193	3.014558	356.6181
OUV	136	64.34702	125.0334	30.73252	19.01539	8751.195
URB	136	36.02071	54.86900	16.18600	10.36431	4898.816

Source : Auteurs, (WDI, 2019)

Tableau 3 : Coefficients de corrélation entre les variables

	LPIBH	CIT	INT	MOB	FIX	FBCF	IDE	OUV	URB
LPIBH	1								
CIT	0.6749	1							
INT	0.6140	0.9756	1						
MOB	0.6881	0.8732	0.7451	1					
FIX	0.6266	0.3035	0.3233	0.2047	1				
FBCF	0.0381	0.1970	0.1908	0.1750	0.0830	1			
IDE	-0.0779	0.0193	-0.0021	0.0636	-0.1071	0.4552	1		
OUV	0.4008	0.2386	0.2086	0.2623	0.4270	-0.0509	0.3112	1	
URB	0.7675	0.4553	0.4126	0.4679	0.4428	-0.4524	-0.2538	0.4297	1

Source : Auteurs (WDI, 2019)

Tableau 4 : Résultats des tests de stationnarité

Option (constant	LLC test	IPS test	Décision de
------------------	----------	----------	-------------

¹² Mesurée par l'indice composite des infrastructures (TII) composée de 05 indicateurs que sont : nombre de lignes de téléphone (TML), nombre de téléphone mobile (MOB), utilisateurs d'internet, nombre de serveurs d'internet (INU), nombre d'utilisateur de téléphone fixe (FBB)

		et tendance)			stationnarité
Variables à niveau					
CIT	Oui	2,4366 (0.9926)	5.0644 (1.0000)		non
INT	Oui	3.8578 (0.9999)	6.3627 (1.0000)		non
MOB	Oui	-2.3576 (0.0092)	-0.7703 (0.2206)		non
FIX	Oui	1.6734 (0.9529)	1.5436 (0.9387)		non
LPIBH	Oui	-0.0446 (0.4822)	3.3391 (0.9997)		non
FBCF	Oui	0.0443 (0.5177)	0.7913 (0.7856)		non
IDE	Oui	-1.6782 (0.0466)	-1.0185 (0.1542)		non
URB	Oui	-2.7676 (0.0028)	2.5358 (0.9944)		non
OUV	Oui	-1.2020 (0.7949)	-0.2593 (0.3977)		non
Variables en différence					
CIT	Oui	-6.8695 (0.0000)	-4.3418 (0.0000)		oui
INT	Oui	-2.3165 (0.0103)	0.0063 (0.5025)		oui
MOB	Non	-2.6099 (0.0045)	-2.6194 (0.0044)		oui
FIX	Oui	-3.6619 (0.0001)	-2.4747 (0.0067)		oui
LPIBH	Oui	-9.6172 (0.0000)	-7.9701 (0.0000)		oui
FBCF	Oui	-2.5148 (0.0060)	-2.7978 (0.0026)		oui
IDE	Oui	-3.8073 (0.0001)	-35690 (0.0002)		oui
URB	Oui	-5.1817 (0.0000)	-2.6102 (0.0045)		oui
OUV	Oui	-3.0231 (0.0013)	-2.3421 (0.0096)		oui

NB : les chiffres en () sont les p-value. Source : Auteurs

Tableau 5 : Résultats de test de Co-intégration de Pedroni et de Kao

Test Statistics	Option 1 constant et tendance	Modèle 1	Modèle 2	Modèle 3	Modèle 4
Dimension Within					
Panel v	Oui	0.131222 (0.4478)	0.576274 (0.2822)	2.249499 (0.0122)	1.493483 (0.0677)
Panel rho	Oui	3.418000 (0.9997)	2.9682 (0.9985)	3.046659 (0.9988)	3.194693 (0.9993)
Panel PP	Oui	-5.400668 (0.0000)	-7.797250 (0.0000)	-3.081729 (0.0010)	-3.421632 (0.0003)
Panel ADF	Oui	-6.129699 (0.0000)	-5.815230 (0.0000)	-2.626613 (0.0043)	-3.758495 (0.0001)
Dimension Between					
Group rho	Oui	4.533666 (1.0000)	4.044876 (1.0000)	4.356358 (1.0000)	4.232788 (1.0000)
Group PP	Oui	-9.122009 (0.0000)	-12.06925 (0.0000)	-8.430728 (0.0000)	-7.850375 (0.0000)
Panel ADF	Oui	-8.119002 (0.0000)	-7.182749 (0.0000)	-4.821235 (0.0000)	-5.228247 (0.0000)
Test de cointégration de Kao					
ADF		-4.601160 (0.0000)	-4.800440 (0.0000)	-4.395508 (0.0000)	-4.715370 (0.0000)

NB : les chiffres sont les t-statistic et les valeurs entre () sont les p.value. modèle 1 indique que le modèle intègre comme indicateur de mesure des infrastructures de télécommunication l'indice composite (CIT) ; modèle 2 indique que le modèle intègre comme indicateur de mesure des infrastructures de télécommunication internet (INT) ; Modèle 3 indique que le modèle intègre comme indicateur de mesure des infrastructures de télécommunication le téléphone mobile (MOB) et le modèle 4 indique que le modèle intègre comme indicateur de mesure des infrastructures de télécommunication le téléphone fixe (FIX).

Source : Auteurs (2019)

Tableau 6 : Tests de validation des VECMs

	Modèle 1	Modèle 2	Modèle 3	Modèle 4
VEC Residual Heteroskedasticity Tests:	2253.45	2256.12	2242.40	2215.67

Includes Cross Terms	(0.1469)	(0.1379)	(0.1878)	(0.3131)
VEC Residual Serial Correlation LM Tests Lag=2	46.339 (0.1148)	44.81104 (0.1489)	34.05519 (0.5439)	48.10055 (0.0856)
VEC Residual Normality Tests (Jarque-Bera)	12171.15 (0.0000)	12067.58 (0.0000)	10799.78 (0.0000)	11173.20 (0.0000)

NB : les valeurs entre () sont les probabilités

Source : Auteurs (2019)

A. Analyse de la composante principale

Principal components/correlation

Number of obs = 136
 Number of comp. = 3
 Trace = 3
 Rho = 1.0000

Rotation: (unrotated = principal)

Component	Eigenvalue	Difference	Proportion	Cumulative
Comp1	1.90068	1.0456	0.6336	0.6336
Comp2	.855078	.610833	0.2850	0.9186
Comp3	.244245	.	0.0814	1.0000

Principal components (eigenvectors)

Variable	Comp1	Comp2	Comp3	Unexplained
INT	0.6665	-0.1809	-0.7232	0
MOB	0.6388	-0.3617	0.6791	0
FIX	0.3844	0.9146	0.1255	0

