

Inoussa TRAORE

Université Joseph Ki-Zerbo.

Email : traore.inoussa02@gmail.com

Idrissa Mohamed OUEDRAOGO

*Laboratoire d'Analyse et de Politique
Economiques (LAPE)-Université Ouaga 2*

Email : idriss_mo@yahoo.fr

Le rôle du numérique dans la relation finance-croissance économique dans l'espace CEDEAO

Résumé : Dans un contexte des pays de la CEDEAO marqué par une forte diffusion du numérique, le débat sur la relation entre le développement financier et la croissance économique se retrouve relancée. Ce papier s'appuie sur l'hypothèse de non-linéarité d'une telle relation et a pour objectif de mettre en évidence l'existence, dans la relation entre finance et croissance, d'effets conditionnels liés au seuil de diffusion des technologies de l'information et de la communication dans ces économies. Pour cela, le papier s'appuie sur le modèle de croissance endogène de King et Levine (1993) en y introduisant une forme quadratique des indicateurs de diffusion des TIC. Les résultats confirmant l'existence d'effets conditionnels liés au seuil de diffusion des TIC avec des seuils estimés respectivement à 82,43% pour la diffusion du téléphone mobile et 34,75% pour la diffusion de l'internet. Ce résultat implique que le numérique est un important canal par lequel les effets de la finance sur la croissance économique peuvent être améliorés.

Mots Clés : TIC - Développement financier - Effet de seuil

The role of digital technology in the finance-economic growth relationship in the ECOWAS region

Abstract: In a context of ECOWAS countries marked by a strong diffusion of digital, the debate on the relationship between financial development and economic growth is found revived. This paper is based on the hypothesis of non-linearity of such a relationship and aims to highlight the existence of conditional effects linked at the threshold of diffusion of information and communication technologies in these economies. For this, the paper is based on the endogenous growth model of King and Levine (1993) by introducing a quadratic form of the ICT diffusion indicators. The results confirm the existence of conditional effects linked to the ICT diffusion threshold with thresholds estimated respectively at 82.43% for the diffusion of the mobile phone and 34.75% for the diffusion of the Internet. This result implies that digital is an important channel through which the effects of finance on economic growth can be improved.

Keywords: ICT - Financial development - Threshold effect.

J.E.L. Classification: O16 – O33 – O40 – G14.

1. Introduction

Les développements théoriques sur les asymétries d'information en lien avec l'imperfection des marchés financiers ont été abondants depuis Akerlof (1970) mais surtout depuis le papier de Stiglitz & Weiss (1981) qui ont montré que le marché du crédit peut être caractérisé à l'équilibre par un rationnement du crédit à cause de l'asymétrie entre le prêteur et l'emprunteur pouvant conduire à la sélection adverse. L'une des principales conclusions de ces analyses est que parmi les facteurs explicatifs de l'imperfection des marchés financiers dans les pays en développement, l'existence d'asymétrie d'information occupe une place de choix. En effet, il existe un courant de littérature en plein essor qui maintient que le faible niveau du développement financier dans les pays en développement est due à l'asymétrie de l'information (Gajigo, Triki, & Drammeh, 2014; Asongu, 2015). Ainsi, au cours de la dernière décennie, beaucoup de pays en développement ont mis en place des bureaux de partage d'informations ou des registres publics du crédit et des bureaux de crédit privés afin de réduire l'asymétrie de l'information entre prêteurs et emprunteurs principalement dans le secteur bancaire. Ces instruments sont censés améliorer l'efficacité de l'allocation de capital et atténuer les contraintes de crédit tout en renforçant la concurrence sur le marché (Jappelli & Pagano, 2002).

Relativement à l'efficacité du système financier, un autre courant de littérature a récemment mis en exergue le rôle déterminant des Technologies de l'Information et de la Communication (TIC) dans le partage d'informations entre les acteurs du marché dans divers secteurs des pays en développement. Parmi les avantages, les auteurs pointent la réduction des coûts de marketing, une participation plus accrue au marché des différents acteurs (Muto & Yamano, 2009) et une réduction de l'asymétrie de l'information (Aminuzzaman, Baldersheim, & Jamil, 2003). Ainsi les TIC à travers une forte pénétration du téléphone mobile et d'Internet réduisent les asymétries de l'information (Andonova, 2006) et peuvent impacter positivement l'efficacité du système financier en réduisant les coûts de transaction.

Au cours des dernières décennies, de nombreuses économies ont adopté des stratégies de développement qui donnent la priorité à la modernisation de leurs systèmes financiers. A l'instar d'autres pays en développement, les pays de l'espace CEDEAO sont embarqués dans le processus de libéralisation financière depuis la fin des années 80 et le début des années 90 avec pour objectif le développement de leur secteur financier. Ces mesures de libéralisation ont porté sur l'arrêt de l'interventionnisme du gouvernement et la privatisation de plusieurs banques d'état. Ces politiques devaient favoriser la croissance, entre autres, grâce à une mobilisation plus élevée de l'épargne et une augmentation des investissements nationaux et étrangers.

La même période des années 90 et le début des années 2000 a été marquée dans ces mêmes pays par la libéralisation du secteur des télécommunications accompagnée d'un essor important du secteur des TIC en général. Les pays ont ainsi entrepris des réformes pour assurer une meilleure diffusion des TIC et une meilleure attractivité des investissements notamment dans le secteur de la téléphonie mobile. L'objectif étant de pouvoir booster la croissance économique grâce au développement du secteur des TIC.

Dans ce processus de diffusion des TIC, l'un des secteurs utilisateurs les plus dynamiques où les TIC se sont intégrés de façon spectaculaire demeure le secteur des services. La conséquence la plus visible de cette situation dans les pays en développement en général et dans l'espace CEDEAO en particulier est l'essor de l'utilisation du téléphone mobile dans les transactions financières. Ce constat établit la relation que l'on peut faire entre la diffusion des TIC et le développement financier d'une part et l'inclusion financière d'autre part.

Au regard des développements théoriques sur le rôle des TIC dans l'amélioration de l'efficacité du système financier et du développement financier en général d'une part, des constatations empiriques sur l'essor spectaculaire des TIC dans l'espace CEDEAO d'autre part, la question que l'on se pose est celle du rôle que les TIC pourraient avoir dans l'analyse de l'impact du développement financier sur la croissance économique. Autrement dit, les TIC améliorent-ils les effets du développement financier sur la croissance ?

L'objectif principal du papier est d'aller au-delà de l'étude du lien direct entre développement financier et croissance et d'analyser l'impact de l'interaction développement financier et développement des TIC sur le taux de croissance de l'économie étant donné que la théorie dit que le deuxième améliore les effets du premier sur la croissance.

L'hypothèse que nous formulons est que les TIC améliorent les effets du développement financier sur la croissance du PIB par tête des pays de l'espace CEDEAO.

En effet, si beaucoup d'études existent sur l'impact ou la contribution des TIC à la croissance économique d'une part et l'impact du développement financier sur la croissance économique d'autre part, très peu d'études ont mis en évidence les effets interactifs entre développement financier et la diffusion des TIC dans la contribution à la croissance économique. D'autre part, les TIC étant des technologies nouvelles nécessitent un certain temps entre la diffusion, l'adoption et la production d'effets. C'est pourquoi, il est pertinent d'explorer l'existence d'effet de seuil, sous le contrôle des indicateurs TIC, dans l'analyse de l'impact du développement financier sur la croissance comme l'a souligné (Sassi & Goaied, 2013).

2. Revue théorique et empirique sur la relation finance-croissance économique dans un contexte de diffusion du numérique

L'évolution technologique semble avoir joué un rôle déterminant dans le développement des marchés financiers. En effet, aujourd'hui, les TIC sont un instrument essentiel des marchés financiers car stimulant leur fonctionnement. Plusieurs opérations sur les marchés financiers tels que la transmission des ordres, les cotations et les transmissions des cours font largement appel aux outils TIC. D'autre part, les TIC permettent de rendre les informations disponibles en temps réel d'un bout à l'autre de la planète. L'utilisateur final peut ainsi se tenir informé à chaque instant de l'évolution de l'environnement économique, trouver rapidement les informations qu'il juge pertinentes. Ce meilleur accès à l'information facilite la prise de décisions rapides et pertinentes réduisant ainsi

les coûts de transaction. Par ce biais, les TIC facilitent grandement les mouvements de capitaux à l'échelle mondiale, ce qui tend à amplifier les flux d'investissements.

Le secteur financier semble être donc l'un des secteurs où le phénomène de diffusion et d'adoption des TIC est le plus spectaculaire. Ce constat a suscité de nombreuses réflexions d'une part sur le rôle des TIC dans le développement financier lui-même et d'autre part sur le rôle interactif des TIC et du développement financier sur la croissance économique. Les réflexions ont aussi porté sur l'analyse des effets de seuil, en d'autres termes, quel niveau de diffusion des TIC ou du développement financier faut-il atteindre pour avoir des impacts importants sur le taux de croissance économique ?

Sur le plan théorique, s'il existe plusieurs auteurs qui ont analysé l'impact des TIC sur la croissance économique ou l'impact du développement financier sur la croissance, très peu d'auteurs ont théorisé sur les effets de la combinaison diffusion des TIC et développement financier sur la croissance.

Les auteurs qui ont analysé l'impact des TIC dans l'économie l'ont fait le plus souvent dans le cadre du corpus théorique du « paradoxe de productivité de Solow » et plus récemment dans le cadre des développements théoriques sur la « révolution numérique » ou le concept de « nouvelle économie ».

D'une manière générale, les auteurs qui se sont intéressés à cette thématique ont surtout mis en avant dans un premier temps les canaux de transmission des effets de la diffusion des TIC dans l'économie et dans un deuxième temps la mesure de la contribution des TIC aux taux de croissance économique.

Dans l'analyse des canaux de transmission de nombreux auteurs (Artus, 2000, Mairesse, Cette, & Kocoglu, 2000 et 2005, Vu, 2013) mettent en exergue des canaux tels que les effets multiplicateurs d'investissement dans les TIC, les effets de substitution du capital au travail, les externalités de réseau entraînant des gains en termes de productivité globale des facteurs et enfin les effets déflateurs dus à la baisse tendancielle des prix des équipements et produits TIC.

Très peu d'auteurs ont mis en exergue le canal du développement financier ou de l'inclusion financière. C'est Levine (2001) dans son article « Développement financier et croissance économique » qui aborde le canal du développement financier en affirmant que « le développement du secteur financier et la diffusion des TIC peuvent conjointement affecter la croissance économique par l'accumulation de capital, l'innovation technologique, la réduction des imperfections du marché des capitaux et l'asymétrie de l'information entre différents agents économiques ». Tout comme Levine (2001), Dewan & Mendelson (1998) étudiaient la concurrence temporelle sur des marchés financiers et constataient que les traders réalisent des investissements en TIC pour obtenir un accès plus rapide à l'information et, partant, générer des profits de transaction plus importants. Allen et al. (2018) concluent que les technologies de finance électronique réduisent l'asymétrie de l'information car elles abaissent les coûts de communication, de calcul et de traitement des données, permettant ainsi aux acheteurs et aux vendeurs d'actifs financiers d'avoir un accès plus égal à l'information. Également, d'autres auteurs comme Yartey (2008) constate que le développement du marché de crédit et des marchés boursiers tendent à favoriser le développement des TIC. L'auteur

montre que les pays dotés de systèmes financiers plus développés enregistrent des taux de pénétration des TIC plus élevés, contribuant ainsi à la fracture numérique mondiale.

Quant à Sassi & Goaied (2013), ils orientent leurs réflexions sur la recherche d'effet de seuil dans l'analyse de ces relations. Ces auteurs pensent que dans l'analyse des effets conjoints des TIC et du développement financier sur la croissance économique, il existe d'une part des seuils de diffusion des TIC à partir desquels l'influence du développement financier devient considérable sur la croissance et d'autre part des seuils de développement financier à partir desquels, les TIC améliorent leur contribution à la croissance.

Toutefois, pour Pradhan et al. (2015), le point de départ de la réflexion doit porter sur l'analyse des relations de causalité des variables de ce tryptique. Ainsi, selon eux, 03 hypothèses principales doivent être vérifiées afin de répondre au sens de causalité entre i) développement financier et croissance économique, ii) TIC et croissance économique et iii) développement financier et TIC. Toutefois, Pradhan et al. (2015) pensent qu'en plus de ces relations de causalité, il convient aussi d'examiner la nature des relations entre ces variables dans le long terme mais aussi leurs dynamiques de court terme.

Sur le plan des études empiriques portant sur les effets de la combinaison TIC-finance sur la croissance, Shamim (2007) est l'une des pionnières à fournir des preuves empiriques que le développement financier, accompagnée par une meilleure infrastructure de télécommunication, est positivement associée à la croissance économique à long terme. Estimant ces données par la méthode GMM en panel dynamique sur un échantillon de 61 pays au cours de la période 1990-2002, elle trouve qu'une augmentation des abonnés de téléphonie mobile et les utilisateurs d'Internet affectent positivement l'approfondissement financier et que cette interaction impacte positivement la croissance.

Récemment, Andrianaivo & Kpodar (2011) étudient si l'inclusion financière est l'un des canaux par lesquels la diffusion des TIC influence la croissance économique. En utilisant l'estimateur de la méthode de moment généralisée (GMM) dans un panel de 44 pays africains sur la période 1988-2007, leurs résultats confirment un effet positif des TIC sur la croissance et montrent que l'effet du développement de la téléphonie mobile sur la croissance est plus important pour les pays à haut niveau d'inclusion financière. En outre, ils concluent que les pays économiquement bien développés ont tendance à croître plus rapidement lorsque la pénétration mobile est élevée.

Zagorchev et al. (2011) montrent que le développement financier et les investissements dans les TIC ont des impacts positifs significatifs sur le PIB lors des réformes structurelles macroéconomiques. Leur étude empirique porte sur huit pays d'Europe centrale et orientale qui ont récemment rejoint l'UE et ils estiment un système d'équations simultanées par les méthodes GMM et concluent que l'interaction développement financier et les investissements en TIC a un effet positif sur le PIB par tête. Ils constatent également que le développement financier a une incidence positive sur le développement des TIC et que les TIC contribuent mais faiblement au développement financier.

Pradhan et al. (2018), après avoir construit un indice de développement financier et un indice de développement des TIC ont estimé un modèle VAR sur 21 pays asiatiques et

ont abouti à l'existence de relations de causalité significative entre ces 03 variables (développement financier, développement des TIC, croissance économique) aussi bien à court terme qu'à long terme.

Sassi & Goaied (2013) ont, eux, réalisé leur étude empirique sur les pays du MENA et ont surtout mis l'accent sur l'analyse des interactions entre développement financier et développement des TIC dans leur impact sur la croissance économique. Ils ont ainsi investigué à l'aide d'un modèle de panel dynamique et ont abouti à trois conclusions principales : l'existence d'un effet direct négatif du développement financier sur la croissance économique, l'existence d'un effet direct positif des TIC sur la croissance économique et enfin l'interaction entre pénétration des TIC et développement financier a un effet significativement positif sur la croissance économique.

Das & Chowdhury (2016) examinent les effets conjoints des TIC et le développement financier sur la croissance du PIB par tête pour un échantillon de 43 pays en développement de 2000 à 2014 en distinguant les pays à revenu faible et les pays à revenu intermédiaire. Ils aboutissent à la conclusion que lorsque tous les pays en développement sont inclus dans le même panel, la diffusion des TIC a, en moyenne, un impact positif et significatif sur la croissance économique, mais pas le développement financier, mais l'effet conjoint des TIC et de la finance est positif, ce qui suggère selon eux que l'effet direct de la diffusion des TIC sur la croissance économique des pays en développement passe par le canal du développement du secteur financier.

Enfin, plus récemment, Sepehdoust (2018), étudiant l'impact des TIC et du développement financier sur la croissance des pays de l'OPEP pour la période 2002-2015 montre qu'une augmentation de 1% de l'indice de développement financier et de l'indice des TIC entraînait une augmentation de la croissance économique de 0,048% et 0,050%, respectivement.

3. Démarche méthodologique

Dans cette section, nous présentons dans un premier temps le modèle d'analyse, ensuite nous décrivons la méthode d'estimation et enfin nous terminons par la description des données et des variables.

3.1. Spécification du modèle d'analyse

La méthodologie utilisée pour cette étude s'inscrit dans la suite des modèles de croissance endogène. Ainsi, dans la suite de King & Levine (1993) nous analysons la relation entre développement financier, diffusion des TIC et croissance économique à partir du modèle ci-après :

$$y_{it} - y_{it-1} = \rho y_{it-1} + \alpha_1 FD_{it} + \alpha_2 TIC_{it} + \alpha_3 X_{it} + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

Ou en posant $\alpha_0 = (\rho - 1)$, on a l'équation qui devient :

$$y_{it} = \alpha_0 y_{it-1} + \alpha_1 FD_{it} + \alpha_2 TIC_{it} + \alpha_3 X_{it} + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

On a donc un modèle de panel dynamique avec une dimension temporelle et individuelle où y est le PIB réel par habitant, y_{it-1} la valeur retardée du PIB réel par tête ; FD le développement financier mesuré dans cette étude par le crédit domestique au secteur

privé en pourcentage du PIB; TIC la diffusion des TIC qui sera mesurée par trois indicateurs que sont le pourcentage de personnes utilisant Internet, le nombre de souscriptions au téléphone fixe pour 100 habitants, le nombre de souscriptions au téléphone mobile pour 100 habitants ; X est un vecteur de variables de contrôle incluant le taux d'investissement, la consommation gouvernementale, le taux d'inflation et l'ouverture commerciale.

Pour tester si les TIC jouent un rôle catalyseur dans la relation entre développement financier et croissance, nous introduisons dans le modèle un terme interactif entre TIC et développement financier. Cela nous permet de voir dans quelle mesure la diffusion des TIC affecte l'impact du développement financier sur la croissance économique.

$$y_{it} = \alpha_0 y_{it-1} + \alpha_1 FD_{it} + \alpha_2 TIC_{it} + \alpha_3 FD_{it}TIC_{it} + \alpha_4 X_{it} + \varepsilon_{it} \quad (3)$$

3.2. Méthode d'estimation

La présence du PIB par tête retardé parmi les variables explicatives confère une structure panel dynamique aux 02 modèles. De plus les problèmes d'endogénéité éventuels des variables comme le développement financier et les variables de diffusion des TIC imposent le recours aux variables instrumentales. Comme dans le deuxième papier, nous avons donc recours à la méthode des variables instrumentales et plus spécifiquement l'estimateur des moments généralisés suivant la méthode décrite dans ce papier 2.

3.3. Les données

02 principales sources de données ont été utilisées pour l'étude empirique. Les données sur le PIB réel par tête, l'investissement sur le PIB, les variables de développement financier, la consommation gouvernementale, l'inflation et l'ouverture commerciale mesurée ici par le ratio (Importations + Exportations) /PIB ont été extraites de la base de données de la Banque Mondiale (WDI, 2018). Les données sur les indicateurs TIC ont été extraites de la base de données de l'Union Internationale des Télécommunications (ITU, 2016).

3.4. Définition des variables

Le tableau ci-dessous présente les différentes variables de l'étude en y apportant leurs définitions et leur source.

Tableau 1 : Variables et sources

Variables	Définition	Source
PIB par tête (PIB)	Le PIB réel par tête	WDI
Investissement (invest)	La formation brute de capital fixe en pourcentage du PIB	WDI
Crédit (fd)	Le crédit domestique au secteur privé (exprimé en pourcentage du PIB) se réfère aux ressources financières fournies au secteur privé, telles que les prêts, les achats de titres autres que les titres de participation, les crédits commerciaux et les autres comptes recevables, pour qui il est établit une demande de paiement	WDI
Monnaie	La monnaie au sens large exprimé en pourcentage du PIB est la somme de monnaie hors banques ; dépôts à vue et à terme, y compris les dépôts de devises étrangères par les résidents (autres que la banque centrale) ; les certificats de dépôt et les effets de commerce	WDI
Créances	Exprimé en pourcentage de la masse monétaire, il représente le taux de croissance annuelle des créances sur le secteur privé	WDI
Crédit financiers (crédit_fin)	Crédit intérieur fourni par le secteur financier en pourcentage du PIB comprend tous les Crédits à divers secteurs sur une base brute, à l'exception du crédit au Gouvernement central, qui est net. Le secteur bancaire comprend les autorités monétaires, les banques de dépôt et d'autres institutions bancaires telles que les Associations de prêts hypothécaires et de prêts immobiliers.	WDI
Internet (internet)	Nombre d'utilisateurs d'internet sur 100 habitants	UIT
Mob (Mobile)	Nombre de souscriptions au téléphone mobile pour 100 habitants	UIT
Tel (téléphone fixe)	Nombre de souscriptions au téléphone fixe pour 100 habitants	UIT
Inflation (inflation)	Taux d'inflation mesuré par l'indice des prix à la consommation	WDI
Consommation gouvernementale (cg)	Consommations gouvernementales en pourcentage du PIB	WDI
Ouverture (ouv)	Ouverture commerciale mesuré par le ratio Importations + Exportations sur PIB	WDI

Source : construit par les auteurs.

4. Analyse des résultats

4.1. Tests préliminaires

Avant de procéder à l'estimation par la méthode d'Arellano et Bond (1991), il est nécessaire de faire plusieurs tests préliminaires. Il s'agit notamment, des tests de stationnarité, des tests d'auto-corrélation des erreurs et du test de validité des instruments associés en panel dynamique.

4.1.1. Les tests de racine unitaire

L'étude portant sur des variables temporelles sur la période 2000-2015, nous avons d'abord procédé à des tests de racine unitaire pour vérifier la stationnarité ou non des séries. Le tableau (3.3) présente les résultats des tests de racine unitaire.

Deux différents tests de racine unitaire courants ont été conduits pour vérifier la stationnarité des variables : le test de Levin-Lin-Chu (2002) et le test de Im, Pesaran, & Shin (2003). Ces différents tests se distinguent par le niveau d'hétérogénéité introduit dans l'hypothèse alternative. Les procédures de ces tests de racines unitaires sont les suivantes : le test de Levin-Lin-Chu (LLC) a pour *hypothèses H0* : les panels contiennent des racines unitaires contre *Ha*, les panels sont stationnaires. Pour ce test LLC, la règle de décision consiste à rejeter l'hypothèse nulle de racine unitaire pour l'ensemble des individus du panel lorsque la statistique corrigée de Levin-Lin-Chu est inférieure au seuil de la loi normale centrée réduite (-1.64 pour un test non symétrique à 5% de risque de première espèce). Pour le test d'Im-Pesaran-Shin (IPS), nous avons *l'hypothèse H0* : tous les panels contiennent des racines unitaires contre *Ha* : quelques panels sont stationnaires. La décision consiste à dire qu'au seuil de 5%, si la réalisation de z-t-bar est inférieure au seuil de la loi normale centrée réduite (-1.64), l'hypothèse nulle de racine unitaire est rejetée.

Le tableau 2 montre que les variables « nombre de lignes fixes », « ouverture commerciale », « consommation gouvernementale », « capital humain » sont intégrés d'ordre 1 ; il en est de même pour les variables interactives entre développement financier et mobile, développement financier et internet et développement financier et téléphone fixe. Les autres variables sont stationnaires en niveau.

4.1.2. Le test de cointégration de Pedroni

En présence de variables intégrées, nous réalisons le test de (Pedroni, 2004) pour vérifier l'existence d'une éventuelle cointégration entre les variables. Le test est effectué sur chacune des 03 spécifications faisant intervenir alternativement les différents indicateurs de diffusion des TIC que sont le mobile, l'Internet et le téléphone fixe. Les résultats du test de Pedroni montrent que dans aucune des spécifications, l'hypothèse de cointégration ne peut être retenue. En l'absence de cointégration, plusieurs techniques d'estimation peuvent être utilisées pour le modèle. Il s'agit essentiellement des techniques des moindres carrés dynamiques (DOLS), des moindres carrés ordinaires entièrement modifiés (FMOLS) et de la méthode des variables instrumentales. En raison de la présence de la variable endogène retardée, donc de la spécification en panel dynamique, nous optons pour la méthode des variables instrumentales pour l'estimation des différents modèles. Plus spécifiquement, nous suivons les recommandations de

Arellano et Bond (1992), puis Blundell et Bond (1997) mais surtout Roodman (2006), en ayant recours à la méthode des moments généralisés en système. Nous avons choisi l'estimateur Blundell et Bond car il donne de meilleurs résultats que celui d'Arellano et Bond lorsque le coefficient autorégressif est relativement élevé et que le nombre de périodes est faible.

Tableau 2 : Résultats des tests de racine unitaire

Variables	En niveau		En différence première	
	<i>LLC</i>	<i>IPS</i>	<i>LLC</i>	<i>IPS</i>
PIB par tête	-3.4413 (0.0003)	-2.0201 (0.0217)		
Crédit au secteur privé	-8.4322 (0.0000)	-4.2022 (0.0000)		
Mobile	-6.4674 (0.0000)	-2.5514 (0.0054)		
Internet	-1.4957 (0.0674)	-1.5103 (0.0655)		
Fixe	0.4902 (0.6880)	0.7562 (0.7753)	-1.4401 (0.0749)	-2.6836 (0.0036)
Taux d'investissement	-12.7286 (0.0000)	-5.4388 (0.0000)		
Ouverture commerciale	-2.0773 (0.0189)	-0.2718 (0.3929)	-11.8371 (0.0000)	-7.5941 (0.0000)
Consommation gouvernementale	-3.5303 (0.0002)	-1.2343 (0.1085)		-8.4055 (0.0000)
Capital humain	-0.9969 (0.1594)	0.6185 (0.7319)	-11.5792 (0.0000)	-6.3814 (0.0000)
Inflation	10.5072 (0.0000)	-6.7109 (0.0000)		
Interaction FD et mobile	-2.2880 (0.0111)	2.4125 (0.9921)	-13.6264 (0.0000)	-9.0937 0.0000
Interaction FD et internet	-0.2249 (0.4110)	0.5584 (0.7117)	-15.1743 (0.0000)	-8.5881 (0.0000)
Interaction FD et fixe	-1.3266 (0.0923)	-1.3266 (0.0923)	-11.0568 (0.0000)	-6.8839 (0.0000)

Source : Construction des auteurs

4.1.3. Les tests de validité des instruments

Deux tests sont associés à l'estimateur des GMM en panel dynamique. Le test de suridentification de Sargan qui permet de tester la validité des variables retardées comme instruments et le test d'autocorrélation d'Arellano et Bond AR (1) permet de tester l'absence d'autocorrélation de second ordre des erreurs de l'équation en différence. Les résultats de ces 02 tests sont présentés en même temps que les résultats des estimations.

4.2. Les résultats des estimations

Tous les 03 modèles ont été estimées avec l'estimateur GMM system au tableau 3. Les 03 variables de diffusion technologique ont été introduites dans l'estimation de façon alternative.

Les résultats montrent que les coefficients des termes interactifs « développement financier-téléphone mobile » et « développement financier-internet » sont tous significatifs et positifs au seuil de 1% tandis que l'interaction avec le téléphone fixe n'est pas significative. Ces résultats vont partiellement dans le même sens que ceux de Sassi & Goaied (2013) pour le cas des pays du MENA. Ces auteurs ont aussi analysé l'impact de la finance sur la croissance des pays du MENA en contrôlant cet impact par le niveau de diffusion d'Internet et ont abouti à un signe positif de la variable interactive « finance-internet ».

Andrianaivo & Kpodar (2011) ont trouvé aussi des résultats similaires sur un échantillon plus large portant sur les pays Africains.

Quand on compare les signes des interactions avec le mobile et l'internet (signes positifs) avec celui du signe de la variable développement financier (signe négatif) dans la spécification avec modèle interactifs, nous pouvons tirer une conclusion importante quant à l'existence d'effets conditionnels. En effet, cette différence de signe implique que l'effet marginal est d'abord négatif avant de devenir positif au-delà d'un certain seuil. Ceci met donc en évidence une relation en forme de U entre PIB par tête et développement financier conditionnée par le développement des TIC. Autrement dit, il faut un seuil minimum de diffusion des TIC pour que la finance impacte significativement la croissance du PIB par tête.

Pour le premier indicateur TIC à savoir « nombre de téléphones mobiles pour 100 habitants », ce seuil s'obtient par la dérivée partielle du PIB par tête relativement au développement financier comme le montre l'expression ci-après :

$$\frac{\partial \text{lpib_tete}_{it}}{\partial \text{lfd}_{it}} = -0,0305 + 0,00037 \text{mob}_{it}$$

En égalisant à 0, on obtient un seuil de 82.43% pour le taux de pénétration du mobile. Ce seuil est légèrement inférieur au niveau moyen de diffusion du mobile atteint dans l'espace CEDEAO en 2016 qui est de 96.73%. Donc, en moyenne l'espace CEDEAO a dépassé le seuil minimum à partir duquel le mobile améliore les effets de la finance sur la croissance. Toutefois, cette moyenne cache quelques petites disparités entre pays. En effet, lorsqu'on considère pays par pays, il apparaît que certains pays comme le Benin,

la Guinée Bissau, le Niger et le Togo ont encore des niveaux de diffusion du mobile inférieurs au seuil3

Tableau 3 : résultats de l'estimation du modèle

Variable	I	II	III
PIB par tête initial	0.3612*** (5.19)	0.3573*** (5.48)	0.7900*** (8.47)
Crédit domestique	-0.0305** (-2.02)	-0.0417** (-3.10)	-0.0498** (-2.70)
Mobile	.0078736* (1.82)		
Internet		0.0359*** (4.09)	
Fixe			-0.0861 (-1.63)
Crédit*mobile	0.00037*** (5.08)		
Crédit*internet		0.0012*** (4.29)	
Crédit*fixe			0.0064 (0.79)
Taux d'investissement	0.0517*** (3.13)	0.0229 (1.49)	0.0506* (1.84)
Cons-gouvernement	-0.0106 (-0.44)	-0.0206 (-0.87)	0.0308 (1.04)
Ouverture	0.03913* (1.72)	0.0735*** (3.70)	0.0365 (0.52)
Capital humain	0.00178 (0.16)	0.00069 (0.06)	.0690 (1.59)
Inflation	-.00028 (-0.42)	.0007 (-0.08)	-0.0002 (-0.24)
N	208	208	208
n	15	15	15
AR(1)	0.023	0,018	0,003
Sargan	0.496	0.617	0,529

Note : *(**) (***) montre les significativités à 10% respectivement à 5% et 1%

NB : Z-statistics entre parenthèses

Source : construit à partir des résultats des régressions

Pour ce qui est du deuxième indicateur TIC à savoir « le pourcentage d'utilisateurs d'internet », la dérivation partielle de l'équation estimée donne l'expression ci-après mesurant l'effet marginal.

$$\frac{\partial \text{lpib_tete}_{it}}{\partial \text{lfd}_{it}} = -0,0417 + 0,0012 \text{internet}_{it}$$

En égalisant à 0, on obtient un seuil de 34.75% pour le taux de diffusion de l'internet. Cela signifie qu'à un niveau macroéconomique, il faut que le nombre d'utilisateurs d'internet atteigne environ 35% de la population pour que Internet améliore les effets de la finance sur la croissance. En 2016, le nombre moyen d'internautes pour 100 habitants dans l'espace était de 18 ; cette moyenne est largement inférieure au seuil. En 2016, seul le CAP vert et le Ghana ont atteint ou dépassé ce seuil avec des taux de pénétration d'internet atteignant respectivement 48.17% et 34.67% de la population

Ces résultats mettent en évidence un risque de fracture numérique notamment pour ce qui est de l'Internet car les pays ayant un faible nombre d'utilisateurs d'Internet (en l'occurrence ayant un taux de pénétration de l'Internet inférieur à 34.75%) ne pourront pas tirer profit du développement financier pour stimuler leur croissance. En revanche, les pays à forte diffusion d'internet ont la possibilité de mettre en place un système de finance électronique efficace qui aura pour conséquence une plus grande inclusion financière. En effet, la finance électronique fournit de nouveaux services financiers via Internet et le mobile et facilite l'accès au financement pour les emprunteurs à faible revenu et les clients des régions éloignées, toutes choses qui auront plus d'impact sur le processus de développement des Etats.

Mais face à ce risque, une note d'espérance pour beaucoup de pays en développement est l'avènement ces dernières années de l'internet mobile et le développement de l'infrastructure de 3eme Génération (3G) et de 4eme Génération (4G) pour la connectivité. Désormais, beaucoup de citoyens des pays en développement ont accès à l'Internet à partir de leur téléphone mobile. Au regard des taux de pénétration élevés du mobile dans la plupart des pays de la CEDEAO, il est fort probable que le nombre d'utilisateurs d'Internet connaîtra un essor spectaculaire les prochaines années. Ainsi donc, beaucoup de pays franchiront le seuil nécessaire et pourront tirer pleinement profit des effets du développement financier sur la croissance. Cet espoir sera d'autant plus effectif, si l'accroissement de la pénétration et de l'accès de ces TIC s'accompagnent du développement de services à valeur ajoutée notamment dans le cadre du « Fintech ». S'il y a de plus en plus, de nombreuses « start up » qui s'intéressent à l'offre de services financiers basés sur les TIC, il faut noter que c'est la forte concurrence entre banquiers et opérateurs de téléphonie qui est en train de stimuler fortement le secteur de la « fintech » avec des offres de plus en plus innovantes.

5. Conclusion

Ce papier a eu pour objectif d'analyser le rôle de la diffusion des TIC dans l'analyse de la relation entre le développement financier et l'évolution du PIB par tête en mettant l'accent sur l'interaction entre les TIC et le développement financier. En partant du cadre théorique des modèles de croissance endogène, l'étude empirique s'est appuyée sur un panel de 15 pays de l'espace CEDEAO sur la période 2000-2015. Sur le plan méthodologique, un modèle d'analyse a été construits afin de satisfaire les objectifs de l'étude. Il s'agit d'un modèle linéaire mettant en relation plusieurs indicateurs de diffusion des TIC et de développement financier, de même que leurs interactions sur le PIB par tête.

L'estimation de ce modèle avec la méthode des GMM système a permis d'aboutir à la conclusion selon laquelle l'impact du développement financier sur la croissance est conditionné par le niveau de diffusion des TIC notamment le mobile et l'Internet. Il existe une relation en U et un seuil de diffusion qui est respectivement de 82% et 35% (en termes de nombre d'utilisateurs pour 100 habitants) pour le mobile et l'Internet.

Cela nous permet de dire que notre hypothèse de départ est confirmée en ce sens que les TIC améliorent les effets du développement financier sur la croissance du PIB par tête dans l'espace CEDEAO à partir d'un certain seuil de diffusion.

A la lumière de ces résultats, il apparaît clairement que les TIC ; en plus d'être une opportunité de rattrapage technologique, vont impacter significativement le niveau de développement de nos pays dans les prochaines décennies via aussi le canal de la finance. C'est pourquoi, en termes d'implication de politique économique, l'étude suggère la mise en place de politiques incitatives et de mesures réglementaires favorables au développement du secteur de la finance numérique (e-banking, mobile money, blockchain¹ etc.) afin d'exploiter au maximum le potentiel des TIC pour le développement de la finance.

Deuxièmement, il est indispensable de renforcer l'infrastructure TIC afin d'améliorer la qualité du réseau téléphonique et de la connectivité dans les différents pays de l'espace : cela peut se faire par une politique attractive à l'endroit du secteur privé y compris les investissements directs étrangers mais aussi par les grands projets à l'échelle communautaire (fibre optique, satellite etc.) entrepris par les Etats ou la CEDEAO. Mais cela incitera surtout au développement de services à valeur ajoutée et aussi la pénétration rapide de technologies émergentes comme la « Blockchain ».

Enfin, il faut développer le capital humain et encourager l'entreprenariat dans le secteur des TIC appliqués au développement des services financiers sur le téléphone mobile ou par Internet, toutes choses qui impacteront positivement le développement financier et l'inclusion financière.

¹ Technologie à la base du développement des cryptomonnaies comme le bitcoin

6. Références bibliographiques

- Akerlof, G. A. (1970). The Market for “Lemons”: Quality Uncertainty and the Market Mechanism. *The Quarterly Journal of Economics*, 84(3), 488–500.
- Allen, F., Bartiloro, L., Gu, X., & Kowalewski, O. (2018). Does economic structure determine financial structure? *Journal of International Economics*, 114, 389–409.
<https://doi.org/10.1016/j.jinteco.2018.08.004>
- Aminuzzaman, S., Baldersheim, H., & Jamil, I. (2003). Talking back! Empowerment and mobile phones in rural Bangladesh: a study of the village phone scheme of Grameen Bank. *Contemporary South Asia*, 12(3), 327–348.
- Andonova, V. (2006). Mobile phones, the Internet and the institutional environment. *Telecommunications Policy*, 30(1), 29–45.
- Andrianaivo, M., & Kpodar, K. (2011). *ICT, financial inclusion, and growth: Evidence from African countries*.
- Artus, P. (2000). Nouvelle Économie, nouveaux problèmes. *Espérances et Menaces de La Nouvelle Économie*.
- Asongu, S. (2015). The impact of mobile phone penetration on African inequality. *International Journal of Social Economics*, 42(8), 706–716.
- Baudchon, H., & Brossard, O. (2001). Croissance et Technologies de l'Information en France et aux États-Unis. *Revue de l'OFCE*, (1), 53–115.
- Cecchetti, S. G., & Kharroubi, E. (2012). *Reassessing the impact of finance on growth*.
- Chavula, H. K. (2013). Telecommunications development and economic growth in Africa. *Information Technology for Development*, 19(1), 5–23.
- Christopoulos, D. K., & Tsionas, E. G. (2004). Financial development and economic growth: evidence from panel unit root and cointegration tests. *Journal of Development Economics*, 73(1), 55–74.
- Das, A., & Chowdhury, M. (2016). ICT Diffusion , Financial Development and

- Economic Growth: New Evidence from Low and Lower Middle-Income Countries. *J Knowl Econ.* <https://doi.org/10.1007/s13132-016-0383-7>
- Dewan, S., & Kraemer, K. L. (2000). Information Technology and Productivity: Evidence from Country-Level Data. *Management Science*, 46(4), 548–562.
- Dewan, S., & Mendelson, H. (1998). Information technology and time-based competition in financial markets. *Management Science*, 44(5), 595–609.
- Gajigo, O., Triki, T., & Drammeh, L. (2014). Trade Finance in Africa. *African Development Bank Report*.
- Huang, H.-C., Lin, S.-C., Kim, D.-H., & Yeh, C.-C. (2010). Inflation and the finance-growth nexus. *Economic Modelling*, 27(1), 229–236.
- Im, K. S., Pesaran, M. H., & Shin, Y. (2003). Testing for unit roots in heterogeneous panels. *Journal of Econometrics*, 115(1), 53–74.
- Jacobsen, K. F. L. (2003). *Telecommunications-a means to economic growth in developing countries?* Chr. Michelsen Institute.
- Jappelli, T., & Pagano, M. (2002). Information sharing, lending and defaults: Cross-country evidence. *Journal of Banking & Finance*, 26(10), 2017–2045.
- Jorgensen, D. ale W., & Stiroh, K. J. (2000). Raising the Speed Limit : U.S. Economic Growth in the Information Age. *Brookings Papers on Economic Activity*.
- Joseph, A., Raffinot, M., & Venet, B. (1998). Approfondissement financier et croissance: analyses empiriques en Afrique subsaharienne. *Techniques Financières & Développement*, 52, 17–25.
- King, R. G., & Levine, R. (1993). Finance and growth: Schumpeter might be right. *The Quarterly Journal of Economics*, 108(3), 717–737.
- Lee, S. H., Levendis, J., & Gutierrez, L. (2012). Telecommunications and economic growth: an empirical analysis of sub-Saharan Africa. *Applied Economics*, 44(4), 461–469.

- Levine, R. (2001). International financial liberalization and economic growth. *Review of International Economics*, 9(4), 688–702.
- Levine, R., Loayza, N., & Beck, T. (2000). Financial intermediation and growth: Causality and causes. *Journal of Monetary Economics*, 46(1), 31–77.
- Mairesse, J., Cette, G., & Kocoglu, Y. (2000). Les technologies de l'information et de la communication en France: diffusion et contribution à la croissance. *Economie et Statistique*, 339(1), 117–146.
- Muto, M., & Yamano, T. (2009). The impact of mobile phone coverage expansion on market participation: Panel data evidence from Uganda. *World Development*, 37(12), 1887–1896.
- Pedroni, P. (2004). Panel cointegration: asymptotic and finite sample properties of pooled time series tests with an application to the PPP hypothesis. *Econometric Theory*, 20(3), 597–625.
- Pohjola, M. (2002). The new economy in growth and development. *Oxford Review of Economic Policy*, 18(3), 380–396.
- Pradhan, R. P., Arvin, M. B., & Bahmani, S. (2018). Are innovation and financial development causative factors in economic growth? Evidence from a panel granger causality test. *Technological Forecasting and Social Change*, 132(January), 130–142. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2018.01.024>
- Pradhan, R. P., Arvin, M. B., & Norman, N. R. (2015). Technology in Society The dynamics of information and communications technologies infrastructure , economic growth , and financial development : Evidence from Asian countries. *Technology in Society*, 42, 135–149. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2015.04.002>
- Sassi, S., & Goaied, M. (2013). *Financial development , ICT diffusion and economic growth : Lessons from MENA region.* 37, 252–261. <https://doi.org/10.1016/j.telpol.2012.12.004>
- Sepehrdoust, H. (2018). Kasetsart Journal of Social Sciences Impact of information and communication technology and financial development on economic growth of

- OPEC developing economies. *Kasetsart Journal of Social Sciences, Kasetsart*, 6–11. <https://doi.org/10.1016/j.kjss.2018.01.008>
- Shamim, F. (2007). The ICT environment , financial sector and economic growth : a cross-country analysis. *Journal of Economic Studies*, 34(4), 352–370. <https://doi.org/10.1108/01443580710817452>
- Shen, C.-H., & Lee, C.-C. (2006). Same financial development yet different economic growth--why? *Journal of Money, Credit, and Banking*, 38(7), 1907–1944.
- Stiglitz, J. E., & Weiss, A. (1981). Credit rationing in markets with imperfect information. *The American Economic Review*, 71(3), 393–410.
- Stiroh, K. (1999). Is there a new economy? *Challenge*, 42(4), 82–101.
- Vu, K. M. (2013). Information and communication technology (ICT) and Singapore's economic growth. *Information Economics and Policy*, 25(4), 284–300.
- Yartey, C. A. (2008). *Financial development , the structure of capital markets , and the global digital divide.* 20, 208–227. <https://doi.org/10.1016/j.infoecopol.2008.02.002>
- Zagorchev, A., Vasconcellos, G., & Bae, Y. (2011). Journal of International Financial Markets , Institutions & Money Financial development , technology , growth and performance : Evidence from the accession to the EU. *Int. Fin. Markets, Inst. and Money*, 21, 743–759. <https://doi.org/10.1016/j.intfin.2011.05.005>