

**INVESTISSEMENTS EN TECHNOLOGIES DE
L'INFORMATION ET DE LA COMMUNICATION ET
CROISSANCE ECONOMIQUE DANS L'UNION
ECONOMIQUE ET MONETAIRE OUEST
AFRICAIN(UEMOA)**

Sylvestre OUEDRAOGO*

Résumé

Cet article analyse la relation entre les investissements en Technologie de l'Information et de la Communication (TIC) et la croissance économique dans l'UEMOA. En utilisant un modèle néoclassique de croissance économique incluant le capital TIC pour des données annuelles de 2000 à 2010, il remet en cause le paradoxe de Solow en montrant l'existence d'une relation positive entre les investissements TIC et la croissance économique. Il met aussi en évidence l'amélioration de la productivité du travail comme canal de transmission des effets des TIC sur la croissance économique des pays de l' UEMOA. Ces résultats impliquent la formulation de politiques de stimulation des investissements dans les TIC et de renforcement des capacités des utilisateurs afin de tirer le maximum de bénéfices aussi

* Correspondances : Enseignant chercheur UFR/Sciences Economiques et de Gestion, Université Ouaga II

bien en termes de retombées directes sous forme de croissance économique que de gains de productivité.

Mots clés : *Investissement en TIC, Diffusion technologique, productivité, croissance économique*

Classification JEL : C23 O11 O3

Abstract

This paper aims to analyze the relationship between investment in Information and Communication Technology (ICT) and economic growth in the WAEMU. Using a neoclassical model of economic growth including ICT capital applied to annual data from 2000 to 2010, he raises doubts about the Solow paradox by showing an existing positive relationship between investment in ICT and economic growth. It also highlights the labor productivity as the principal transmission channel of ICT effects on economic growth in WAEMU countries. Indeed, a massive diffusion of ICT in the economy improves labor productivity. These results imply the formulation of policies to stimulate investment in ICT and capacity building of ICT users in order to maximize the benefits both in terms of direct benefits in the form of economic growth and also gains in productivity.

Key words : Investment in TIC, technological diffusion, productivity, growth.

JEL classification : C23 O11 O3

1. INTRODUCTION

Les secteurs économiques de la « société de l'information » (informatique, télécommunications, mais aussi communication et audiovisuel) se sont révélés comme des moteurs de la croissance mondiale. Dans l'ensemble des secteurs d'activité, c'est désormais d'une meilleure capacité à produire, exploiter et échanger l'information dont dépend la compétitivité des entreprises.

Au cours des deux dernières décennies les pays de l'UEMOA ont connu un essor spectaculaire des technologies de l'information et de la communication à travers notamment une forte diffusion du téléphone portable et de l'Internet dans la société. Les statistiques de l'union internationale des télécommunications montrent par exemple que le nombre d'abonnés au téléphone mobile s'est accru de façon exponentielle passant de 1% de population de l'UEMOA en 2000 pour atteindre 53% en 2010.

Cet essor a aussi été possible du fait que les différents Etats ont entrepris des politiques de libéralisation du secteur des télécommunications. Cette libéralisation a favorisé l'entrée de nouveaux acteurs sur le marché toutes choses qui ont contribué à augmenter les investissements dans ce sous-secteur.

A l'instar donc des économies développées, les pays de l'UEMOA ne sont pas restés en marge de la révolution numérique. L'ampleur de cette révolution numérique a amené certains auteurs à parler de l'avènement d'une « nouvelle économie ». Ce concept qui est né à partir de l'observation des caractéristiques macroéconomiques de l'économie américaine notamment le cycle d'affaires (1991-2001) stipule que l'essor des TIC a provoqué un changement fondamental dans l'économie américaine, aboutissant à une amélioration permanente des perspectives de croissance. (Jorgensen 2000).

Ce point de vue de Jorgensen (2000) par rapport à l'apport des TIC dans l'économie a été repris par de nombreux auteurs (Oulton 2001, Stiroh 2000, Oliner et Sichel 2002, etc.). D'autres auteurs (Gordon 2000, Landry 2007), par contre plaident pour le contraire et soutiennent l'idée d'une surestimation des effets des TIC sur la croissance économique.

Historiquement, ce point de vue a été soulevé pour la première fois par l'économiste américain Solow en 1987 en ses termes : «on voit des ordinateurs partout sauf dans les statistiques de la productivité ».

Cette citation connue sous le nom de paradoxe de la productivité ou encore paradoxe de Solow pose en réalité plus un problème méthodologique relatif à la mesure des effets des TIC. Par la suite, certains économistes ont mené des investigations empiriques pour comprendre ce paradoxe et ont abouti à des résultats divers. Le constat est que la plupart de ces études ont porté surtout sur les pays développés et très peu d'études existent sur le cas des pays en développement notamment les pays de l'UEMOA. La plupart des études existantes sont de nature microéconomique et sociologique et portent très souvent sur les déterminants de l'adoption des TIC ou sur les usages des TIC.

Après l'essor remarquable constaté dans la diffusion des TIC au cours des deux dernières décennies dans l'espace UEMOA, il convient de se demander à un niveau macroéconomique quel a été l'apport des TIC dans le taux de croissance de ces pays. Les importants investissements dont le sous-secteur des TIC a bénéficié ont-ils commencé à produire des effets sur la productivité et la production ? Peut-on parler d'un paradoxe de la productivité dans l'espace UEMOA ?

Telles sont les principales questions qui intéressent cet article. Ces questions soulèvent d'une part la problématique de l'existence d'impacts des TIC sur la croissance économique et d'autre part la problématique de la mesure et de la quantification de tels impacts.

Cette étude a pour objectif principal d'analyser les effets des investissements TIC sur le taux de croissance économique des pays de l'espace UEMOA. Plus spécifiquement l'étude poursuit les objectifs ci-après :

- Tester l'existence d'effets des TIC sur la croissance économique des pays de l'espace UEMOA à travers une estimation de l'élasticité de la production au capital technologique.
- Mesurer les effets des TIC sur la productivité du travail.

La suite de l'article est organisée en quatre points.

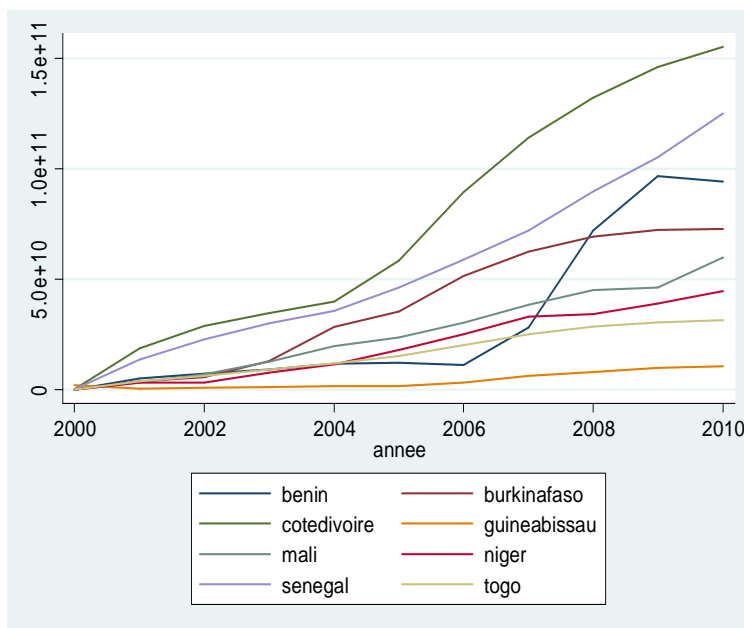
Le premier point est consacré à une analyse descriptive et comparée de la diffusion des TIC dans les différents pays de l'UEMOA. Le deuxième point fait une revue de la littérature sur la relation entre TIC et croissance. Le troisième point expose la démarche méthodologique adoptée. Enfin, le quatrième point présente et analyse les résultats de l'étude.

1 - ANALYSE DESCRIPTIVE ET COMPARATIVE DE L'ETAT DES LIEUX DES TIC DANS LES PAYS DE L'ESPACE UEMOA

1.1 Evolution du stock de capital TIC dans les économies de l'UEMOA

A la faveur de la libéralisation du secteur des TIC dans les différents pays de l'UEMOA, on a constaté un boom dans les investissements TIC. Le graphique 1 donne l'évolution du stock de capital TIC dans les huit (08) pays de l'étude.

FIGURE N° 1 : Evolution comparée du stock de capital TIC dans les 08 Pays



Source : Indicateurs IUT 2012

On remarque que toutes les courbes ont un trend croissant. La Côte d'Ivoire et le Sénégal ont les niveaux de stock de capital TIC les plus élevés. D'une façon générale, le rythme de croissance du stock de capital TIC dans les différents pays est soutenu à l'exception de la Guinée Bissau où le rythme est faible. Une analyse plus approfondie montre une plus grande différenciation en fonction des variables clés comme le nombre d'abonnés au mobile, le stock de capital TIC et le PIB par tête.

1.2 Diffusion des TIC, analyse de l'évolution de quelques indicateurs¹

La dernière décennie fut caractérisée par une croissance sans précédent de l'utilisation des TIC, tant en Afrique que dans le monde entier. Leur caractère à la fois innovant (continuellement), utile, attrayant et distrayant a facilité la colonisation de toutes les strates de l'économie africaine. A l'instar du continent, l'espace UEMOA a enregistré des performances très élevées en matière de diffusion des TIC. En effet, en 2011 le taux de pénétration du téléphone mobile dans l'espace était de 62%. Le nombre d'abonnés au téléphone mobile s'est accru de façon exponentielle passant de 1% de population de l'UEMOA en 2000 pour atteindre 53% en 2010 soit environ 95 millions de la population. Cette évolution peut s'expliquer par l'utilité et la facilité d'usage de l'outil en question. Les pays ayant les performances les plus élevées sont la Côte d'Ivoire, le Bénin et le Sénégal avec en 2011 des taux de pénétration respectifs de 86%, 85% et 73%. Un second lot en termes de performance est constitué du Mali, du Togo et du Burkina Faso avec des taux de pénétration respectifs de 68%, 50% et 45%. Le Niger et la Guinée Bissau viennent en dernier lieu avec respectivement 27% et 26% de taux de pénétration. Quand on voit qu'en 2004 seuls 3% et 1% de la population guinéenne et malienne (respectivement) étaient souscrites au téléphone mobile, ces performances qui pourraient paraître médiocres sont à féliciter.

Quant à l'Internet, il conquiert assez timidement l'économie avec un taux pénétration de 2% en 2011 pour l'espace UEMOA. Cela signifie que seuls 2% des ménages de l'UEMOA disposent de l'internet. Ce chiffre s'explique par (i) la relative complexité de l'outil, (ii) le niveau d'instruction de la population combiné à la rareté

¹ Les données présentées dans cette section sont issues de la base de données de la Banque Mondiale (indiquer la date)

de sites web traduits dans les langues autochtones et (iii) l'utilité de l'outil (en effet l'internet intéresse plus les plus instruits). Ici les meilleures performances en 2011 sont au Sénégal (5%), au Togo (3%) et au Burkina Faso (2,5%). Le Niger se retrouve à la traîne avec moins de 1% de taux de pénétration ; ce qui reste une bonne performance, sachant qu'en 2005 moins de 0,02% des ménages nigériens avait accès à internet. Ces chiffres sont à relativiser du fait qu'ils ne prennent pas en compte les fréquentations de cyber café qui pourtant l'accès par excellence à internet en Afrique de l'Ouest.

2 - RELATION ENTRE TIC ET CROISSANCE ECONOMIQUE

L'analyse de l'impact des TIC sur la croissance économique a fait l'objet de nombreuses controverses surtout dans les pays développés. Ces controverses peuvent se résumer en trois principaux points. Il s'agit d'une part de la question même de l'existence d'une nouvelle économie et celle de l'existence d'un paradoxe de la productivité, et d'autre part des contradictions dans les principaux résultats lors des vérifications empiriques dans certains pays.

2.1 TIC et croissance économique : les débats théoriques sur l'existence d'un paradoxe de productivité

Peut-on parler d'une nouvelle économie ou tout simplement d'une révolution numérique à l'image de la révolution industrielle ? Ce questionnement est le point de départ d'un certain nombre d'interrogations dont la plus importante est celle de savoir si tout comme la révolution industrielle, la révolution de l'information a eu une influence positive sur la productivité, la croissance économique et l'emploi.

Rappelons que le concept de nouvelle économie est un concept récent qui est né d'une singularité conjoncturelle américaine. L'activité s'est accélérée dans la deuxième partie du cycle, après 1996, dans un contexte de ralentissement de l'inflation (Baudchon et

Brossard 2001). Ainsi donc, c'est l'ensemble de ces performances de l'économie américaine qui ont suscité l'émergence du concept de nouvelle économie.

Toutefois, même si de nombreux économistes sont convaincus que la *nouvelle économie* a expliqué en partie la croissance exceptionnellement soutenue, durable et non inflationniste de l'économie américaine des années 90, ce point de vue est loin de faire l'unanimité. Historiquement, le point marquant de cette controverse est sans doute le paradoxe de la productivité énoncé par Solow en 1987 en ses termes : «on voit des ordinateurs partout sauf dans les statistiques de la productivité ». En effet, c'est depuis les années 80 que l'on tente de cerner le lien entre les technologies de l'information et la croissance de la productivité. À cette époque, l'intuition était que les TIC avaient un effet positif sur la productivité à long terme. En effet, de par leur rapidité, leur efficacité et leur plus faible coût, une utilisation intensive des TIC comme intrant devait forcément mener à une production accrue pour une même quantité de travail. Toutefois, la croissance de la productivité du travail au cours des années 80 fut anémique au Canada tout comme aux Etats-Unis, et les premières études empiriques menées sur la question n'ont pu trouver un effet significatif aux TIC sur la productivité (Landry, 2007).

Dès lors, les tentatives d'explication du paradoxe de la productivité vont foisonner. Dans un premier temps, on a les analyses du paradoxe de la productivité tendant à invalider la baisse de la productivité. Deux principaux arguments sont évoqués par les auteurs. Le premier argument souligne le fait que l'investissement ou la dépense en TIC restait jusqu'à une date récente trop faible pour qu'on puisse véritablement en mesurer les effets. Il faudrait entre l'apparition d'un nouveau système technique et la mesure de son influence sur les performances économiques un temps relativement long. Selon Kiley (2000), l'investissement en capital TIC est associé à des coûts

d'ajustement importants, et n'est profitable qu'avec certains délais. Dès lors, l'impact sur la productivité peut être négatif dans les périodes d'investissement important.

Le deuxième argument évoque quant à lui, la non adaptation des mesures de la productivité. De nombreux auteurs (Brynjolfsson 1998, Triplett 1999) questionnent en effet la mesure de la productivité. Ils soutiennent que l'absence constatée de gains de productivité tient plus à des problèmes de mesure qu'à une réelle absence d'impact des technologies de l'information et des communications sur la productivité.

Dans un deuxième temps, on a les analyses du paradoxe de la productivité tendant à valider la baisse de la productivité. La principale idée avancée par les tenants de ce point de vue est l'idée selon laquelle les technologies de l'information et de la communication seraient encore largement inefficaces du fait de potentialités et d'une ergonomie largement insuffisante (Bisciari, 2001). En effet, selon ce dernier point de vue, les TIC supposent des formations coûteuses et une longue courbe d'apprentissage. Leur utilisation montre de nombreux problèmes de fiabilité, d'incompatibilité et d'interopérabilité.

Mais selon Baudchon et Brossard (2001), il y a de bons arguments théoriques à l'appui de la thèse selon laquelle une véritable révolution technologique serait à l'œuvre. En effet, s'inspirant des modèles d'innovations génériques récemment construits par certains théoriciens de la croissance endogène à savoir David (1990), Helpman et Trajtenberg (1994), ces auteurs montrent en quoi la diffusion d'un nouveau paradigme technologique peut générer des cycles économiques. En effet, de leurs points de vue, un ralentissement initial de la croissance peut, dans certains cas, constituer une preuve de la profondeur du changement technique en cours, parce qu'il témoigne de l'apparition d'une innovation générique. Une innovation est qualifiée de générique si elle donne lieu à un bouleversement général

des manières de produire et de consommer, et si ce bouleversement se produit grâce à une succession d'innovations secondaires destinées à exploiter les opportunités offertes par l'innovation originelle. La faiblesse initiale des gains de croissance peut alors faire croire à un « paradoxe de productivité » au sens de Solow, alors qu'elle traduit simplement les coûts transitoires de la réallocation des facteurs de production entre l'« ancienne » et la « nouvelle » économie. Le paradoxe de Solow ne serait donc qu'un phénomène de très court terme.

2.2 TIC et croissance économique : quelques résultats empiriques

L'analyse de l'impact des TIC sur la croissance économique a fait l'objet de nombreuses vérifications empiriques surtout dans les pays développés et principalement aux Etats-Unis et dans certains pays de l'OCDE. Les premiers résultats étaient beaucoup contradictoires et peuvent se situer chronologiquement dans la deuxième moitié des années 90 et le début des années 2000. Du début de la seconde moitié des années 2000 et jusqu'à nos jours un consensus semble avoir été trouvé.

Ainsi en 2000, dans une étude sur la vérification du paradoxe de Solow pour l'économie américaine, Jorgenson et Stiroh (2000) concluent que l'accélération de la croissance de la productivité totale des facteurs et de l'effet de substitution ont été d'une contribution remarquable à la reprise de la croissance américaine. « Le pessimisme du fameux paradoxe de Solow a donné place à l'optimisme de l'âge de l'information ». Les statistiques de la productivité auraient, selon ces auteurs, commencé à révéler un impact visible des TIC. Leur étude montre que la croissance de la productivité du travail et de la productivité totale des facteurs ont grimpé ces dernières années et ont atteint des niveaux jamais atteints depuis 1960. Dans l'explication des

Commentaire [u1]: Donner des statistiques si possible

résultats obtenus, Jorgenson et Stiroh (2000) pensent que les différents gains de productivité ont conduit à la baisse, les prix des ordinateurs, des logiciels ainsi que des équipements de communication et ont ainsi induit des investissements massifs de la part des entreprises et des ménages. Le progrès technique et l'effet de substitution qu'il induit sont les principaux facteurs explicatifs de l'accélération de la croissance de la production au cours des dernières années.

Dans une autre étude, Jorgensen (2001) insiste sur le fait qu'à la fin des années 90 les investissements en ordinateurs à eux seuls ont contribué fortement à l'accroissement de la productivité et représentent de ce fait le facteur d'apport le plus important des technologies de l'information, mais que les investissements en logiciels et matériels de communication prennent une importance de plus en plus grande. Selon cet auteur l'apport des TIC représente plus de 48,1% de l'apport total des facteurs de production du capital.

Dans le même ordre d'idées Oulton (2001) aboutit, pour le cas de la Grande Bretagne, à la conclusion que la part de la production TIC dans le PIB a augmenté assez régulièrement mais n'a atteint que 3%. En dépit de cela, la croissance de la production TIC a représenté environ un cinquième de la croissance du PIB de 1989 à 1998. La proportion de croissance de la productivité du travail attribuable à la croissance du capital TIC par unité de travail est en augmentation. L'accroissement du capital TIC a représenté 25% de la production horaire en 1989-98 et 48% en 1994-98.

Toutes ces vérifications empiriques concernent les pays développés notamment les pays de l'OCDE avec en tête les Etats-Unis. Toutefois, la littérature consacrée aux effets des TIC sur la croissance économique dans les pays en développement est peu abondante. Le manque de statistiques et l'importance du secteur informel dans ces économies rendent les vérifications empiriques très difficiles. Cependant, les quelques études qui ont été réalisées montrent des résultats souvent contradictoires. Mais il convient de souligner qu'une

partie de ces contradictions pourrait être expliquée par les méthodes utilisées par les différents auteurs et souvent le type de données utilisées.

Tout d'abord, il faut rappeler que les effets des TIC sur la croissance économique semblent moins importants dans les pays en développement que dans les pays développés comme le témoigne le rapport 2005 de l'UIT. Selon ce rapport, une étude internationale très détaillée, comparant la période 1989-1995 avec la période 1995-2003, a utilisé des mesures séparées des investissements en matière de TIC, des investissements non consacrés aux TIC et plusieurs indicateurs de la main d'œuvre pour déterminer la corrélation entre l'évolution des niveaux d'investissement en matière de TIC et la croissance du PIB dans les différentes régions. D'après cette étude, le G7 est le groupe qui a bénéficié le plus des TIC: en effet, près d'un tiers (27%) de la croissance du PIB survenue entre 1995-2003 était dû à des investissements dans le domaine des TIC. Toutefois, dans les principaux pays en développement et pays dont l'économie est en transition, le capital représenté par les TIC a joué un rôle plus limité (bien que de plus en plus important). En Afrique subsaharienne, l'incidence économique de la croissance du capital représentée par les TIC a été similaire pendant l'ensemble de la durée considérée – environ 10% – alors que l'incidence a été plus marquée au cours des 2 périodes pour la plupart des autres groupes.

Dans le même sens, M'henni et Youssef (2004) aboutissent à l'existence d'un effet multiplicateur d'investissement en TIC pour le cas tunisien. Par contre, Honore et Nkama (2007), utilisant des données d'entreprises, aboutissent pour le cas camerounais à la non-significativité du coefficient estimé de la variable « investissement en TIC » et concluent que les investissements en TIC n'ont pas d'impact significatif sur la productivité au Cameroun.

Fong (2009) fait une régression économétrique dans laquelle le PIB par tête est expliqué par un certain nombre de variables tels le nombre d'internautes, le nombre d'ordinateurs personnels, le nombre de personnes ayant un téléphone portable, etc. L'auteur aboutit à l'existence d'une relation significative entre le PIB par tête et les variables explicatives comme les taux d'utilisation du téléphone, des ordinateurs personnels et des téléphones portables, par contre la variable nombre d'internautes ne fut pas significative. Son étude suggère qu'une augmentation de 1% du taux d'utilisation du téléphone, des ordinateurs personnels et des téléphones portables augmentera le PIB par tête de 2,8%, 4,1% et 6,3% respectivement.

Dans une étude semblable, mais restreinte au seul impact des télécommunications sur la croissance économique sur un échantillon de pays en développement, Vuong (2008) conclut à l'absence à court terme d'un important impact, l'impact devient considérable dans le long terme avec la libéralisation du marché.

Dzifa (2005) aboutit à la conclusion selon laquelle le paradoxe de la productivité serait vérifié dans l'UEMOA. Toutefois, son étude a montré que le nombre d'internautes et le coût moyen de la communication avaient des effets significatifs sur la croissance économique.

3 - DEMARCHE METHODOLOGIQUE DE L'ETUDE

3.1 Cadre d'analyse

Deux techniques principales sont généralement utilisées pour illustrer les effets des TIC sur la croissance économique. Ce sont la fonction de production et la frontière des possibilités de production. Pour cette étude, le choix a été porté sur la première technique à savoir la fonction de production en raison de la disponibilité du type de statistiques qu'elle met en œuvre.

A partir donc de la fonction de production de type Cobb-Douglas, les différentes hypothèses peuvent être testées à partir des équations ci-après. Ces équations sont obtenues après quelques transformations opérées sur la forme structurelle de la fonction. Ainsi, si on considère la fonction $Y = AL^\alpha K^{1-\alpha}$, la linéarisation de la fonction à l'aide de l'opérateur log permet d'obtenir l'équation suivante :

$$\text{Log}Y = \text{Log}A + \alpha \text{Log}L + (1 - \alpha) \text{Log}K$$

À partir de cette équation, une première forme d'estimation que nous appelons équation de croissance économique peut être obtenue. En subdivisant le stock global de capital dans l'économie en stock de capital TIC (KTIC) et stock de capital hors TIC (KHTIC), l'équation à estimer s'écrit comme ci-dessous :

$$\text{Log}GDP_{it} = \alpha + \beta_1 \text{Log}KTIC_{it} + \beta_2 \text{Log}KHTIC_{it} + \beta_3 \text{Log}L_{it} + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

Avec GDP_{it} le Produit Intérieur brut du pays i à la date t , $KTIC_{it}$ le stock de capital² de type nouvelles technologies du pays i à la date t , $KHTIC_{it}$ le stock de capital autre que les TIC, $TRAV_{it}$ le travail représenté par la population active, β_i sont les élasticités de la production aux facteurs de production et ε le terme d'erreur.

L'estimation de cette équation va permettre d'obtenir l'élasticité de la production au stock de capital TIC et conclure quant à l'existence d'effets multiplicateurs d'investissements TIC. L'équation de croissance est transformée en une équation de productivité pour mettre en exergue la relation entre investissements en TIC et productivité du travail. De façon formalisée, cela revient à rapporter toutes les variables du modèle au facteur travail (POP) et à faire une

² La méthode de calcul du stock de capital est présentée dans la section sur les données à la fin du chapitre.

différenciation logarithmique. Ainsi, l'équation à estimer se présente ainsi :

$$\Delta \log\left(\frac{Y}{POP}\right)_{it} = \lambda_1 \Delta \log\left(\frac{KTIC}{POP}\right)_{it} + \lambda_2 \Delta \log\left(\frac{KHTIC}{POP}\right)_{it} + \mu_{it} \quad (2)$$

avec $\Delta \log(Y/POP)_{it}$ la productivité globale des facteurs du pays i à la date t , $\Delta \log(KTIC/POP)_{it}$ le capital TIC par travailleur du pays i à la date t , $\Delta \log(KHTIC/POP)_{it}$ le capital hors TIC par travailleur du pays i à la date t et μ_{it} le terme d'erreur.

Pour prendre en compte, les effets de diffusion et d'utilisation des TIC par les populations sur la croissance économique et la productivité du travail, les deux équations (1) et (2) sont estimées en ajoutant au modèle des indicateurs de diffusion des TIC. Deux indicateurs de diffusion sont généralement utilisés dans la littérature (Dzifa 2004,). Il s'agit du taux d'accroissement du nombre de souscriptions au téléphone mobile (*Mobile*) et du taux d'accroissement du nombre d'internautes (*Internaute*). Pour cette étude, le premier indicateur portant sur les souscriptions au téléphone mobile a été retenu. Ce choix se justifie par le fait que les statistiques montrent que le mobile est l'outil TIC qui a connu le plus de succès en matière de diffusion dans les pays africains.

Finalement, les deux équations à estimer sont :

$$\text{LogGDP}_{it} = \alpha + \beta_1 \text{LogKTIC}_{it} + \beta_2 \text{LogKHTIC}_{it} + \beta_3 \text{LogPOP}_{it} + \beta_4 \text{LogMobile}_{it} + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

$$\Delta \text{Log}\left(\frac{Y}{POP}\right)_{it} = \lambda_1 \Delta \text{Log}\left(\frac{KTIC}{POP}\right)_{it} + \lambda_2 \Delta \text{Log}\left(\frac{KHTIC}{POP}\right)_{it} + \lambda_3 \Delta \text{LogMobile}_{it} + \mu_{it} \quad (2)$$

3.2 - Sources des données, opérations sur les données et techniques d'estimation

Les données proviennent de la base WDI (World Development Indicators, 2012) de la Banque Mondiale et couvrent une période allant de 2000 à 2010 pour l'ensemble des 08 pays de l'étude³. Les stocks de capital ont été calculés en recourant à la formule $K_{t+1} = (1 - \delta)K_t + I_{t+1}$ c'est-à-dire que le stock de capital en t+1 est égal au stock de capital en t (K_t) moins la dépréciation (δK_t) plus l'investissement (I_t).

Pour la première année c'est-à-dire 2000 le stock de capital a été assimilé à l'investissement. Dans la littérature, de nombreux auteurs (Youssef, 2004, Bisciari, 2001, Schreyer, 2000) proposent un taux de dépréciation de $\delta = 8\%$ pour le capital hors TIC et $\delta = 1/8$ pour le capital TIC. Ces mêmes chiffres ont été utilisés pour cette étude.

GDP : Produit Intérieur Brut. LGDP est le logarithme du produit intérieur brut

KTIC représente le stock de capital technologie de l'information et de la communication existante dans l'économie. DKTICL est le taux de croissance du capital TIC par travailleur

KHTIC représente la formation brute de capitale fixe (FBCF) épurée du stock de capital TIC et DKHTICL, le taux de croissance du capital hors TIC par travailleur.

MOBILE est un de nos deux indicateurs de diffusion des TIC. C'est le nombre total de soumissions aux réseaux de téléphonie mobile. DLMOBILE est le taux de croissance du nombre total de soumissions aux réseaux de téléphonie mobile.

³ Notre échantillon est composé des pays suivants : Bénin, Burkina Faso, Côte d'Ivoire, Guinée Bissau, Mali, Niger, Sénégal, Togo

INTERNET est le deuxième indicateur de diffusion des TIC au sein de l'économie. C'est le nombre d'internautes. DLINTERNET est le taux de croissance du nombre d'internautes

POP représente la population active.

3.3 - Méthodologie économétrique

Au regard de la nature de nos données⁴ il n'est pas nécessaire d'effectuer les tests stationnarité et de co-intégration des variables. Afin de déterminer la meilleure spécification, le test de Hausman et le test du Multiplicateur de Lagrange (le test de Breusch et Pagan) sont utilisés. Ceci permet de choisir entre les effets spécifiques fixes et les effets spécifiques aléatoires et le F test qui rend compte de la significativité globale des effets spécifiques.

Ensuite, les tests sur les hypothèses d'homoscédasticité et d'autocorrélation des erreurs sont menés. Si le modèle contient des effets individuels et s'il n'y a pas d'hétéroscédasticité, ni d'autocorrélation, l'estimateur WITHIN ou BETWEEN des moindres carrés ordinaires sont utilisés pour l'estimation du modèle. Si le modèle ne contient ni effets individuels ni d'hétéroscédasticité, et ni d'autocorrélation, alors la méthode des moindres carrés ordinaires (OLS pooled) peut être appliquée. Par contre, s'il existe un problème d'hétéroscédasticité, ou d'autocorrélation, la méthode des moindres carrés généralisés MCG (GLS) est utilisée afin de corriger l'hétéroscédasticité et l'autocorrélation des erreurs. C'est cette dernière méthode qui a été utilisée pour les estimations.

⁴ Dimension individuelle huit (8) et dimension temporelle (11); la dimension temporelle n'étant pas grande, les tests de intégration et de co-intégration ne seront pas statistiquement significatifs

4 - RESULTATS

Le test de spécification de Hausman et celui du multiplicateur de Lagrange ont tous conclu à l'existence d'effets fixes. Ceci amène à préférer pour l'estimation un modèle à effets fixes. De plus, les tests d'homoscédasticité⁵ et d'autocorrélation ayant conclu à l'existence d'hétéroscédasticité et de présence d'autocorrélation, alors l'estimateur des moindres carrés généralisés (GLS) a été utilisé pour l'estimation des deux équations.

Les résultats des estimations sont présentés dans les tableaux ci-après.

4.1 Estimation de l'élasticité de la production au capital TIC et aux indicateurs de diffusion des TIC

Le tableau 1 montre les résultats de l'estimation de l'équation de production par la méthode des Moindres Carrés. Les coefficients des facteurs traditionnels de production à savoir le capital physique (KHTIC) et le travail (L) sont significatifs et positifs comme le prédisent les théories classiques de la croissance. La valeur de leurs élasticités montre qu'un accroissement de 1% du facteur travail entraîne une augmentation de la production de l'ordre de 0,77% tandis qu'un accroissement du stock de capital physique de 1% engendre une augmentation de la production de l'ordre de 0,03%.

Pour ce qui est de la variable d'intérêt de l'étude, l'estimation montre que le coefficient du stock de capital TIC est significatif et positif. L'élasticité de la production au capital technologique est de l'ordre de 15,5%, ce qui signifie que toute augmentation de 100% du stock de capital TIC et donc des investissements en technologies de l'information et de la communication dans l'espace UEMOA entraîne une augmentation de 15,5% du produit intérieur brut (PIB).

⁵ Les résultats des tests sont présentés à l'annexe

Des résultats semblables ont été obtenus par certaines études couvrant certains pays de l'espace UEMOA ou certains pays en développement. En effet, Dzifa (2004) dans une estimation en données de panel également a obtenu une élasticité de la production au capital TIC de l'ordre 0,16%, toutefois, son étude ne portait que sur 07 des 08 pays de l'UEMOA, ne prenant pas ainsi en compte la Guinée Bissau. Des résultats semblables ont été aussi obtenus par Youssef et al. (indiquer la date) Pour le cas de la Tunisie où les auteurs ont estimé une élasticité d'environ 0,17%.

Traoré (2010) obtient quant à lui une élasticité de long terme de l'ordre de 0,14%, le coefficient du capital TIC étant non significatif à court terme. Ces résultats montrent que les TIC sont visibles dans les statistiques de la production pour les pays de l'espace UEMOA.

TABLEAU 1 : Effet des TIC sur la croissance économique (GDP)

LGDP	GLS⁶	Std.Err
LKTIC	0,1557***	0,025
LKHTIC	0,0311**	0,015
LMOBILE	0,0562***	0,009
LL	0,7821***	0,081
C	5,8333***	0,987
Observations	88	
Wald chi2	688.87***	
AR(1)	0,781	

Source : Estimations de l'auteur sur la base des données de l'UIT (2012)

⁶ Note : * significatif à 10%, ** significatif à 5%, *** significatif à 1%

4.2 - TIC et productivité du travail dans l'espace UEMOA

Comme évoqué plus haut, l'impact des TIC sur la productivité du travail est loin d'être évidente. L'estimation de la deuxième équation a permis de répondre à cette question pour le cas des Pays de l'UEMOA. Le tableau 2 montre les résultats de l'estimation.

TABLEAU 2 : Effet des TIC sur la Productivité Moyenne du Travail (PML)

DLPML	GLS	Std.Err
DKTICL	0,0574*	0,033
DKHTICL	0,0232*	0,013
DLMOBILE	0,0573***	0,008
C	0,0260*	0,014
Observations	80	
Wald chi2	59.51 ***	
AR(1)	0,060	

Source : l'auteur. Estimations de l'auteur.

Supprimé: 2

Le modèle est globalement significatif, et, comme le prédit la théorie de la croissance, l'accroissement du capital physique par travailleur accroît significativement la productivité du travail. Les résultats montrent aussi que le coefficient du taux de croissance du capital TIC par travailleur est significatif et positif. Ce qui signifie que tout accroissement des investissements TIC par travailleur contribue à améliorer la productivité moyenne du travail dans les économies des pays de l'espace UEMOA. Ce qui confirme l'existence d'effets positifs des investissements TIC sur la productivité du travail.

4.3 - Diffusion des TIC, production et productivité du travail

L'indicateur de diffusion des TIC retenue à savoir le nombre annuel de souscriptions au téléphone mobile a été ajouté dans les estimations pour chacun des deux modèles. Pour le premier modèle, le coefficient de la variable est significatif au seuil de 10% et positif. Ce qui signifie que la diffusion du mobile dans l'économie contribue à l'augmentation de la production globale. Cela peut passer par le canal de la productivité du travail ou par celui de la productivité globale des facteurs (externalités de réseau).

Par ailleurs, l'estimation de la deuxième équation montre que la variable «taux d'accroissement du nombre de souscription à la téléphonie mobile» est positivement et significativement lié à l'accroissement de la productivité du travail. Cela peut s'expliquer par le fait que de plus en plus, le téléphone est entrain de devenir un facteur important pour la bonne marche des activités économiques. Il permet ainsi aux usagers d'économiser du temps et des ressources toutes choses qui améliorent leurs productivités.

5 - CONCLUSION

Ces trois dernières décennies semblent marquer un tournant dans l'histoire du développement avec la croissance du sous-secteur des technologies de l'information et de la communication dans le monde. La zone UEMOA n'est pas en reste de cette évolution et l'objectif de cet article était de tester le paradoxe de Solow qui stipule que les investissements dans le domaine des TIC n'agissent pas sur la croissance économique. Pour ce faire, à partir d'une fonction de production à élasticité constante où sont introduits les indicateurs de TIC, des estimations sont effectuées et ont permis d'aboutir à trois résultats majeurs.

D'abord, malgré les nombreux débats théoriques et empiriques sur la question, il ressort de l'étude que le paradoxe de Solow ne s'applique pas pour les économies de la zone UEMOA. En effet, les résultats ont montré l'existence d'une élasticité positive.

Cette étude confirme ensuite la théorie de la croissance sur le travail à savoir que l'accroissement du capital physique par travailleur accroît significativement la productivité du travail. Ce qui signifie que tout accroissement des investissements TIC par travailleur contribue à améliorer significativement la productivité moyenne du travail dans les économies des pays de l'espace UEMOA

Enfin, la variable indicatrice de diffusion des TIC montre le téléphone mobile contribue à l'augmentation de la production globale. Cet outil de communication est entrain de devenir un facteur important pour la bonne marche des activités. Il permet alors aux usagers d'économiser du temps et des ressources toutes choses qui améliorent leurs productivités.

En termes de politique économique, le premier résultat portant sur l'existence d'effets positifs des investissements TIC sur la croissance économique implique la mise en place par les Etats de politiques de stimulation des investissements. Cela peut se faire à travers d'une part des politiques de subvention aux importations de matériels TIC ou de défiscalisation de ces outils et d'autre part par des politiques d'incitation des investisseurs (nationaux et surtout étrangers) à investir dans les TIC. Ces politiques d'incitation peuvent consister en la réduction du coût des licences d'exploitation de certaines technologies (technologie de troisième génération par exemple) par le secteur privé.

Aussi la mise en évidence de l'existence de gains positifs en termes de productivité du travail implique la formulation de politiques de renforcement de capacités des acteurs utilisateurs des TIC. Cela peut se faire aussi bien au niveau de la formation initiale (renforcement de modules TIC dans les programmes officiels d'enseignement dans

lycées, collèges et universités) que de la formation continue (formation des travailleurs de l'administration et du privé dans les modules liés aux TIC).

Ce deuxième résultat implique aussi la mise en œuvre de politiques sectorielles dans l'enseignement, la santé, le monde rural pour promouvoir les meilleurs pratiques et usages des TIC.

La mise en place de mini-technopoles ou centre d'émulation des TIC dans les pays à l'exemple de la Silicon Valley aux Etats Unis permettrait de concentrer les ressources TIC et de faire jouer les économies d'échelle en stimulant l'innovation. On pourra ainsi retrouver dans un même espace des centres de formation, des banques orientées sur l'investissement TIC, des centres de production de matériels TIC ainsi que des laboratoires de test et d'expérimentation de matériel et de nouveaux logiciels adaptés aux besoins locaux.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AUDENIS C., DEROYON J., FOURCADE N. (2005)**, l'impact des nouvelles technologies de l'information et de la communication sur l'économie française : un bouclage macroéconomique.
- BAUDCHON H. et BROSSARD O. (2001)**, Croissance et technologies de l'information en France et aux Etats-Unis, Département analyse et prévision de l'OFCE
- BIALES C. (2007)**, la nouvelle économie en questions, professeur de chaire supérieure en économie et gestion.
- BISCIARI P. (2001)**, « nouvelle économie » Banque nationale de Belgique, *workingpapers -document séries*.
- BLANCHET D., LELARGE C., GALLON S. et LAMOTTE H. (2005)**, Groupe de travail Aspects macro et micro-économiques des NTIC de la mission « Économie Numérique » Rapport d'étape Aspects macro-économiques.
- BRYNJOLFSSON E. (1998)**, beyond the productivity paradox: computers are the catalyst for bigger changes, MIT Sloan school of management and Stanford University.
- CETTE G., et SYLVAIN A. (2001)**, Partage primaire du revenu et rendement du capital : quelques repères empiriques pour plusieurs pays industrialisés, *Bulletin de la Banque de France*, 93 (septembre).
- CETTE G., MAIRESSE J. et KOCOGLU Y. (2001)**, Croissance économique et diffusion des TIC : le cas de la France sur longue période (1980-2000), Notes d'études et de recherche.
- CETTE G., MAIRESSE J. et KOCOGLU Y. (2005)**, effets de la diffusion des technologies de l'information sur la croissance potentielle et observée, *l'actualité économique*, vol. 81, n° 1-2, p. 203-230.

- CHU N., CARLAW K. et OXLEY L. (2005)**, ICT and causality in New Zealand, Proceedings of the 2005 International Conference on Simulation and Modelling V. Kachitvichyanukul, U. Purintrapiban, P. Utayopas, eds.
- CRAFTS N. (2002)**, The Solow productivity paradox in historical perspective, CEPR, *Discussion Paper Series*, n° 3142.
- DAVENPORT P. (1998)**, le paradoxe de la productivité et la gestion des technologies de l'information et de la communication, Université Western Ontario, Canada.
- DAVID P. A. (1990)**, the dynamo and the computer : an historical perspective on the modern productivity paradox, *American Economic Review*, vol 80, n°2, PP. 355-361.
- DZIFA K. (2007)**, Technologies de l'information et de la communication et croissance en zone UEMOA: une vérification du paradoxe de Solow, DEA-PTCI 12^e promotion, Université de Ouagadougou.
- ENGLE R. F. et GRANGER W. J. (1987)**, Co-integration and Error Correction : Representation, Estimation and Testing, *Econometrica*, Vol. 55, N° 2, pp.251-276.
- FONG M. (2009)**, Digital Divide: The Case of Developing Countries, Informing Science and Information Technology, Volume 6.
- FRAUMENI B. M. (2001)**, E-Commerce : Measurement and Measurement Issues, *The American Economic Review*, 91(2).
- GILLES F. et L'HORTY Y. (2000)**, La Nouvelle Economie et le paradoxe de la productivité : une comparaison France - Etats-Unis, *JEL Classification*, C49, O47, P52.
- GORDON R. (2000)**, Does the new Economy Measure up to the Great Inventions of the Past ?, *Journal of Economic Perspectives*, 14(4).
- GORDON R. (2002)**, Technology and Economic Performance in the American Economy, CEPR, Discussion Paper Series, 3213.

- GREENSPAN A. (2000)**, Technology and the economy, remarks before the Economic Club of New York, New York, 13 January.
- HELPMAN E. et TRAJTENBERG M. (1994)**, A time to sow and a time to reap : growth based on General Purpose Technologies, NBER Working Papers, n° 4854.
- HONORE A. et NKAMA G. (2007)**, Analyzing the impact of ICT investments on productivity growth in developing countries: evidence from Cameroon, Faculty of Economics and Management University of Yaounde II.
- HULTEN C. (2001)**, Total factor productivity: A short biography, dans Hulten, Dean et Harper (éd.), New Developments in Productivity Analysis, University of Chicago Press pour National Bureau of Economic Research.
- INTERNATIONAL TELECOMMUNICATIONS UNION (2008)**, African telecommunication/ICT indicators 2008: at a crossroads, CH-1211 Geneva Switzerland
- JORGENSEN D. (2001)**, Information Technology and the US Economy, The American Economic Review, 91(1).
- JORGENSEN D. et GRILICHES Z. (1967)**, The explanation of productivity change », Review of Economic Studies, 34.
- JORGENSEN D. et STIROH K. (2000)**, Raising the Speed Limit: U. S. Economic Growth in the Information Age ,Brookings Papers on Economic Activity, 1 : 125-212.
- KUPPUSAMY M. et SHANMUGAM B. (2007)**, Islamic countries economic growth and ICT development : the Malaysian case, journal of economic cooperation, 28.1 (2007), 99-114.

- LANDRY J. F. (2007)**, Investissements en TIC et productivité du travail au Québec, Faculté des Arts et des Sciences, Département des sciences économiques, Université de Montréal.
- LEE S. Y., GHOLAMI R. et TONG T. Y. (2005)**, Time series analysis in the assessment of ICT impact at the aggregate level – lessons and implications for the new economy, *information and management* 42 (2005) 1009-1022.
- LITAN R. & RIVLIN A. (2001)**, Projecting the Economic Impact of the Internet, *The American Economic Review*, 91(2).
- MINISTERE DES POSTES ET DES TECHNOLOGIES DE L'INFORMATION ET DE LA COMMUNICATION (2009)**, Rapport de synthèse du conseil d'administration du secteur ministériel (CASEM).
- OLINER S. et SICHEL D. (2000)**, The Resurgence of Growth in the late 1990s: Is Information Technology the story ?, *Federal Reserve Board*.
- OLINER S. et SICHEL D. (2002)**, Information Technology and Productivity : Where are we now and where are we going ?, Federal Reserve Board.
- ORGANISATION DE COOPERATION ET DE DEVELOPPEMENT ECONOMIQUES (OCDE) (2001)**, la nouvelle économie : mythe ou réalité, le rapport de l'OCDE sur la croissance.
- OUEDRAOGO S., BAYALA S., KABORE M. (2009)**, Dynamique et rôle économique et social du secteur informel des TIC en Afrique, Yampukri association.
- OUEDRAOGO M. et TANKOANO J. (2001)**, Internet au Burkina Faso : réalités et utopies, éditions l'Harmattan.
- OUEDRAOGO S. (2007)**, Etat des lieux des technologies de l'information et de la communication et l'aménagement du territoire au Burkina Faso.

- OULTON N. (2001)**, TIC et croissance de la productivité au Royaume-Uni, Banque d'Angleterre.
- PILAT D. et LEE F. C. (2001)**, Productivity Growth in ICT-producing and ICT-using Industries: A Source of Growth Differentials in the OECD ? », *Mimeo, DSTI/DOC(2001)4*.
- SCHREYER P. (2000)**, The Contribution of Information and Communication Technology to Output Growth: A Study of the G7 Countries, OECD Science, *Technology and Industry Working Papers*, OECD Publishing.
- SOLOW R. (1987)**, We'd better watch out, New York Times Book Review, 12 juillet.
- STIROH J. (2000)**, Investissement et croissance de la productivité étude inspirée de la théorie Néoclassique et de la nouvelle théorie de la croissance, Programme des publications de Recherche d'Industrie Canada, *Document hors série No. 24*.
- TANG J. et RAO S. (2004)**, la croissance économique aux Etats Unis et au Canada à l'ère de l'information, bibliothèque nationale du Canada.
- TESTE T. (1998)**, Technologies de l'information et de la communication : approches économétriques sur le paradoxe de productivité, université de Bourgognes.
- TRAORE I. (2010)**, Les effets des TIC sur la croissance économique au Burkina Faso, « mémoire DEA en économie, Université Ouaga II ».
- TRIPLETT J. (1999)**, The Solow productivity paradox : what do computers do to productivity ?, *Canadian Journal of Economics*, Vol. 32, No. 2.
- UEMOA (2003)**, Le secteur informel dans les principales agglomérations de sept membres de l'UEMOA : Performances,

Insertion, perspectives, Principaux résultats de l'enquête 1-2-3 de 2001-2002 réalisée par les instituts nationaux de statistique des Etats membres avec l'appui technique d'AFRISTAT et de DIAL et sur financement de l'Union européenne.

VUONG V. (2008), Mobile Telecommunication Impact on Developing Countries Growth, university of Van Tilburg.

WORLD BANK (2009), Information and Communications for Development, Extending Reach and Increasing Impact.

YOUSSEF A. et M'HENNI H. (2004), les effets des technologies de l'information et de la communication sur la croissance économique : le cas de la Tunisie, *Revue Région et développement* N°19.

Annexes

Equation de production

Hausman test

Test: Ho: difference in coefficients not systematic

$$\begin{aligned} \text{chi2}(4) &= (b-B)'[(V_b-V_B)^{-1}](b-B) \\ &= 23.65 \\ \text{Prob}>\text{chi2} &= 0.0001 \\ & (V_b-V_B \text{ is not positive definite}) \end{aligned}$$

Breusch Pagan

Breusch and Pagan Lagrangian multiplier test for random effects

$$\text{lgdp}[\text{pays},t] = Xb + u[\text{pays}] + e[\text{pays},t]$$

Estimated results:

	Var	sd = sqrt(Var)
lgdp	1.125728	1.061003
e	.006112	.0781796
u	.0621413	.2492815

Test: Var(u) = 0

$$\begin{aligned} \underline{\text{chibar2}}(01) &= 280.93 \\ \text{Prob} > \text{chibar2} &= 0.0000 \end{aligned}$$

Autocorrélation

$$e_{it} = \sum_{\square=1}^H \sigma_{\square} e_{it-\square} + \vartheta_{it}$$

H=3

e	
L ₁ e	1,209***
L ₂ e	-0,337
L ₃ e	0,1166
C	0,3502

Prob>	0
F	

Hétéroscédasticité

$$e_{it} = \sum_{\square=1}^H \alpha x_{it} + \vartheta_{it}$$

E	Coef,
LKTIC	6,017***
LKHTIC	0,159*
LMOBILE	0,625***
LL	92,68***
C	-1028,149***
Prob> F	0

Equation des externalités

Hausman test

Test: Ho: difference in coefficients not systematic

$$\begin{aligned} \text{chi2}(3) &= (b-B)'[(V_b-V_B)^{-1}](b-B) \\ &= 1.24 \\ \text{Prob>chi2} &= 0.7433 \end{aligned}$$

Breusch Pagan

Breusch and Pagan Lagrangian multiplier test for random effects

$$dlpml[pays,t] = Xb + u[pays] + e[pays,t]$$

Estimated results:

	Var	sd = sqrt(Var)
dlpml	.013476	.1160863
e	.0068255	.0826167
u	0	0

Test: Var(u) = 0

chibar2(01) = 0.00
 Prob > chibar2 = 1.0000

Autocorrélation

$$e_{it} = \sum_{\square=1}^H \sigma_{\square} e_{it-\square} + \vartheta_{it}$$

H=2

e	
L1,	0,233*
L2,	-0,050
C	0,061***
Prob>	0,19
F	

H=1

E	
L1,	0,219*
C	0,0596***
Prob>	0,069
F	

Hétéroscédasticité

$$e_{it} = \sum_{\square=1}^H \alpha x_{it} + \vartheta_{it}$$

E	coef
DLPML	0,055
DKTICL	0,0007
DKHTIC	-0,006
L	
DLMOBI	0,0461
LE	
C	-0,021
Prob> F	0