

**Les effets des technologies de l'information et de la
communication sur la croissance économique au Burkina Faso :
Analyse à partir de l'estimation d'un modèle à correction
d'erreur**

*Par Inoussa TRAORE, Doctorant au laboratoire d'analyse et de politique
économique de l'UFR/SEG de l'université Ouaga II, Economiste chargé de projet
à Yam Pukri Association*

Résumé

L'étude examine d'un point de vue théorique et empirique les effets des nouvelles technologies de l'information et de la communication mesurés ici par la composante « télécommunications » sur la croissance économique au Burkina Faso. A partir du modèle de croissance néoclassique, l'étude met en lumière les différents canaux de transmission des effets des TIC à la croissance économique. Avec le recours aux techniques de l'économétrie des séries temporelles, l'étude met en évidence après estimation d'un modèle à correction d'erreur, l'existence d'effets à long terme des investissements TIC sur la croissance économique au Burkina Faso. L'élasticité de la production au capital technologique est ainsi de l'ordre de 0.14% soit une contribution annuelle moyenne à la croissance de la valeur ajoutée globale de l'ordre de 4.32% sur la période 1980-2006.

L'étude conclut que les effets actuellement constatés sur l'économie burkinabè à un niveau macroéconomique sont essentiellement les effets multiplicateurs d'investissement et les gains de productivité globale des facteurs dus à l'utilisation des TIC. Quant aux effets de substitution capital-travail et aux gains de productivité du travail, le niveau actuel de diffusion des TIC dans l'économie semble insuffisant pour que de tels effets puissent être constatés empiriquement.

Mots clés : TIC, télécommunications, croissance économique, productivité.

*Université Ouaga II, Association Yam Pukri, 09 BP 1170 Ouaga 09, traore.inoussa02@gmail.com.

Remerciements : Pr Kako Nubukpo, Dr Sylvestre Ouédraogo, Nouveau Programme de Troisième Cycle Interuniversitaire (NPTCI).

INTRODUCTION GENERALE

Les activités basées sur la connaissance et le savoir sont devenues de plus en plus importantes et omniprésentes dans le monde entier aux cours de ces dernières décennies. Les technologies de l'information et de la communication sont les fondations de ce monde basé sur la connaissance. Elles permettent aux économies d'acquérir et de partager idées, compétences, services et technologies au niveau local, régional, et mondial.

Au Burkina Faso, l'essor de ces nouvelles technologies a véritablement eu lieu dans les années 1990. Selon Ouédraogo (2007), les années 1990 marquent un tournant important dans le secteur des TIC avec le début de la libéralisation partielle qui a permis aux privés d'ouvrir des télécentres, ce qui n'était pas possible auparavant. Egalement, le pays est connecté au réseau Internet à la faveur de la conférence France Afrique de 1996 et deux opérateurs de téléphonie mobile privés (Celtel et Telecel) obtiennent leur licence en 1998.

Sur le plan de l'informatique, le premier plan directeur informatique national, plan quinquennal, a débuté en 1990 et a permis un accroissement important du niveau d'informatisation du pays (Ouédraogo et Tankoano 2001). Selon ces auteurs, pour les cinq années de ce plan c'est-à-dire de 1990 à 1995, le taux de croissance annuel des investissements en matériel informatique a été de 16,1%. Ces investissements informatiques ont été estimés à 7 milliards de francs CFA, soit 1,67% des investissements globaux du pays. Le parc informatique a quant à lui quasiment triplé de volume, passant de 1000 à 2700 ordinateurs.

Ainsi, le rapport entre la valeur du parc informatique et le PIB du Burkina Faso, qui était de 0,68% en 1990, a atteint 1% en 1995 atteignant le seuil à partir duquel l'impact de l'informatique sur l'économie du pays peut devenir significatif (Tankoano 2001).

Le recensement effectué dans le cadre de l'élaboration d'un plan national d'action pour la résolution du bug de l'an 2000, a révélé que le parc informatique atteignait

environ 10 000 machines à la fin des années 90 et a connu un taux de croissance annuel moyen de 35% entre 1995 et 2000.

Sur le plan des télécommunications, le rapport 2009 de la Banque mondiale (information et communication pour le développement) indique que la part des revenus du secteur des télécommunications au Burkina Faso est passée de 2% du PIB en 2000 à 4% en 2007. Quant aux investissements, ils sont passés d'environ 9% de la formation brute de capital fixe en 2003 à environ 17% en 2007. (Rapport UIT, indicateurs de télécommunications en Afrique 2008).

L'essor de ces nouvelles technologies a été également marqué par le développement accéléré des activités informelles relevant du secteur des TIC notamment dans les grandes villes et certaines villes moyennes. Egalement les importations de matériels TIC sont en nette expansion. On assiste donc à un véritable mécanisme de diffusion des TIC dans l'économie du Burkina Faso et ce secteur occupe une place de plus en plus importante dans les stratégies de réduction de la pauvreté. Dans le rapport 2009 de la banque mondiale, il ressort que les TIC constituent désormais pour les pays en développement une source d'augmentation de la productivité du travail et ainsi de la croissance économique. Ces quelques statistiques montrent que les nouvelles technologies de l'information et de la communication sont une réalité au Burkina Faso.

De nombreux pays en développement et développés, à l'instar du Burkina Faso, ont connu ce phénomène. Le développement de ce secteur vient changer les manières de produire et les processus organisationnels dans les entreprises. C'est ainsi que certains auteurs en évoquant les TIC, parlent de l'avènement d'une « nouvelle économie ». Ce concept est né de l'observation des caractéristiques macroéconomiques du dernier cycle d'activité des États-Unis (1991-2001). En effet, Baudchon (2001) affirmait que la performance américaine lors de ce cycle était d'autant plus impressionnante que les dernières années n'ont manifesté aucun signe d'essoufflement, contrairement au schéma cyclique habituel. Selon cet auteur, c'est l'ampleur, la durabilité et le caractère vertueux du cycle, soutenu par l'accélération des gains de productivité, qui ont suscité l'émergence du terme

de « nouvelle économie ». Dans le même ordre d'idées Bialès (2007) affirmait ceci: *« les nouvelles technologies de l'information et de la communication (NTIC), dont Internet est la plus éclatante illustration, semblent avoir un tel impact non seulement sur le rythme de la croissance économique mais aussi sur le contenu des activités économiques, que ce soit les activités de production, celles de consommation, celles de financement ou encore celles de régulation, que l'on changerait non seulement de siècle et de millénaire mais également d'économie : on assisterait ainsi à l'avènement d'une nouvelle économie. »*

Toutefois ce concept de « nouvelle économie » a fait l'objet de nombreuses controverses dans les milieux des chercheurs. Plus spécifiquement, il s'agissait du débat sur une probable contribution des TIC à la croissance économique avec au cœur des discussions le célèbre paradoxe de la productivité de l'économiste américain Robert Solow, paradoxe selon lequel les effets des TIC ne seraient pas visibles dans les statistiques de la productivité. Les débats sur l'existence ou non d'une « nouvelle économie » ont d'abord porté sur l'économie américaine avant d'atteindre les autres économies développées. Deux principaux points de vue contradictoires se sont historiquement affrontés.

Ainsi, d'un côté selon certains économistes comme Gordon (2000), le regain de productivité à la fin des années 90 qu'a connu l'économie américaine et qui a emmené le concept de « nouvelle économie » n'est dû qu'à un phénomène d'intensification capitaliste passager. Pour Oliner et Sichel (2000) et Jorgenson et Stiroh (2000), au contraire, ce regain s'expliquerait par l'impact profond des TIC sur l'économie. Le débat dans les autres économies développées va se mener essentiellement autour de ces deux points de vue.

Cette question sur le lien entre TIC et croissance économique est loin donc de faire l'unanimité pour le cas des pays développés mais qu'en est-il des pays en développement? Les pays en développement présentent certaines spécificités. En effet ces pays sont marqués par l'absence d'un véritable secteur producteur de TIC du fait de la faiblesse du tissu industriel et de ce fait sont donc essentiellement importateurs de matériel TIC. Egalement ces pays sont marqués par la présence

d'un important secteur informel des TIC. Le Burkina Faso s'inscrit dans cette logique d'ensemble des pays en développement.

Cette spécificité des pays en développement de façon générale jointe aux statistiques sur la diffusion des TIC (accroissement des investissements TIC, du revenu des TIC etc.) au Burkina Faso illustrées plus haut, amène à s'interroger sur les mécanismes par lesquels les TIC peuvent influencer la croissance économique au Burkina Faso. Plus généralement, peut-on parler d'une « nouvelle économie » au Burkina Faso? Qu'en est-il du paradoxe de Solow au Burkina Faso? Autant de questions qui soulèvent une problématique unique qui est celle de la contribution des TIC à la croissance économique du Burkina Faso. Pour mieux cerner ce problème la présente étude se pose les questions spécifiques suivantes:

Par quels canaux les TIC influencent-elles la croissance économique au Burkina Faso?

Quelle a été la contribution de ce secteur à la croissance économique au Burkina Faso et quel est son impact sur la productivité ?

Ces différentes questions trouvent leur pertinence car certains pays en voie de développement considèrent qu'une adoption massive des TIC peut permettre un rattrapage accéléré des pays industrialisés. Les TIC pourraient ainsi être à l'origine d'une modification de leur rythme de croissance et d'une meilleure insertion dans la division internationale du travail. L'exemple de la Chine dans l'industrie des ordinateurs et de l'Inde dans le domaine des logiciels montre que des opportunités nouvelles peuvent être saisies.

Ainsi le Burkina Faso, à l'instar de beaucoup de pays en développement a entrepris des réformes importantes (libéralisation du secteur et privatisation) afin de faciliter la diffusion des TIC dans l'économie.

L'objectif général de cette étude est donc d'analyser la contribution des TIC à la croissance économique au Burkina Faso et de mesurer l'impact de ces technologies sur la productivité. De façon spécifique il s'agit de:

- Identifier les canaux les plus pertinents par lesquels les TIC influencent la croissance économique au Burkina Faso.
- Mesurer la contribution de ce secteur à la croissance économique du Burkina Faso.
- Déterminer l'impact de ce secteur sur la productivité du travail et la productivité globale des facteurs.

I. ANALYSE THEORIQUE DES EFFETS DES TIC SUR LA CROISSANCE ECONOMIQUE

Cette section présente le cadre théorique de l'étude, les hypothèses de recherche et débouche sur la démarche méthodologique. La question principale qui sous-tend donc cette section est celle de savoir comment la théorie économique explique l'impact des TIC sur la croissance économique. Ceci amène donc à s'interroger sur les canaux de transmission des effets des TIC à la croissance économique.

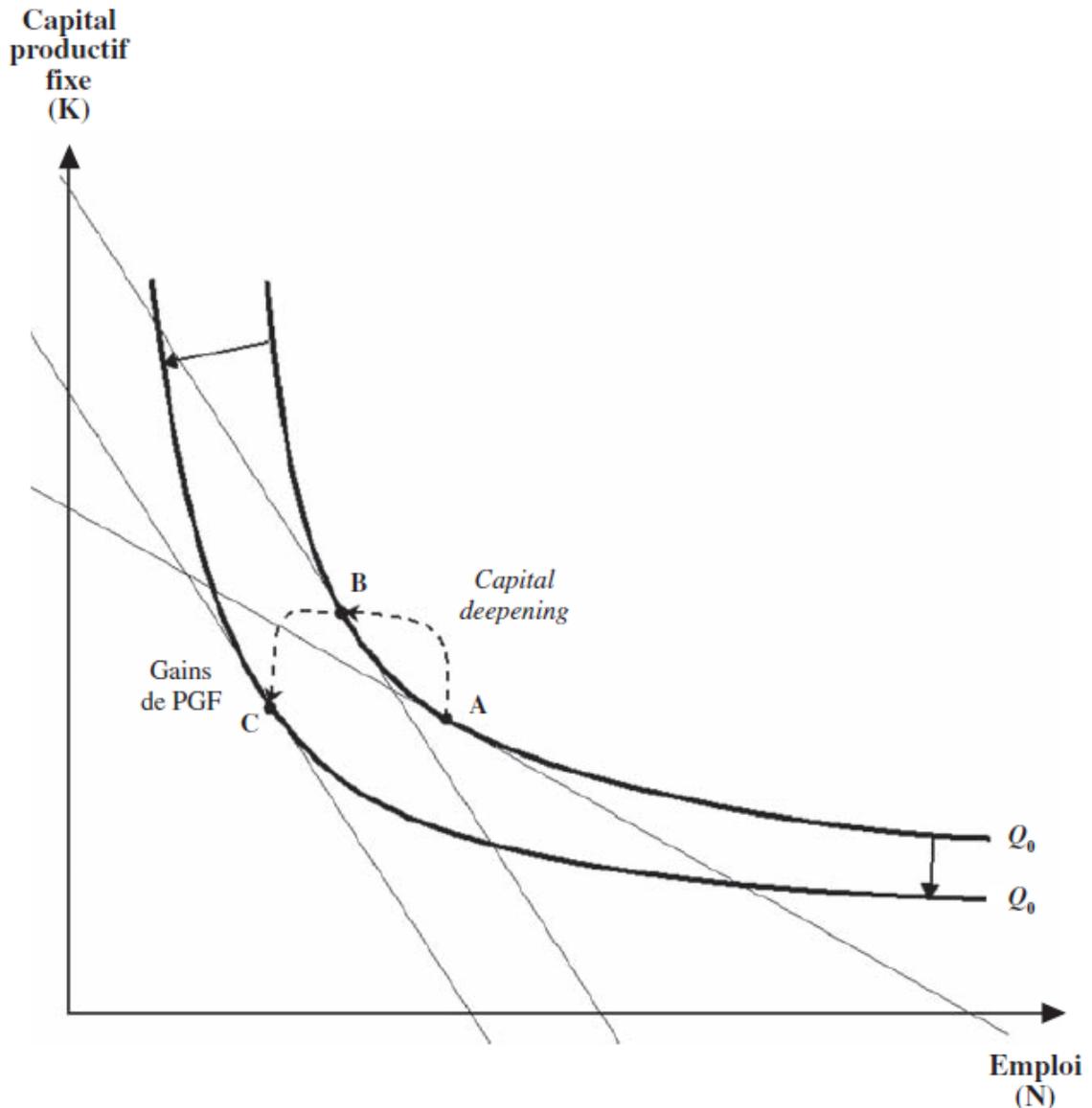
Ainsi, dans un premier temps, il sera présenté les effets des TIC sur la croissance potentielle à travers une analyse distinguant les effets de court terme de ceux de long terme, ensuite dans un deuxième temps il sera présenté les autres canaux de transmission et enfin, sur la base de ces canaux et de la spécificité de l'économie burkinabè les hypothèses de recherche et la démarche méthodologique seront présentées.

I.1 Les effets des TIC sur la croissance économique

I.1.1 Les effets de substitution capital-travail et les gains de productivité globale des facteurs

Ces deux effets peuvent se résumer dans le graphique suivant extrait de Cette, Kocoglu et Mairesse (2005).

Figure 1 : Illustration des effets des TIC sur la combinaison productive.



Source : extrait de Cette, Kocoglu et Mairesse (2005)

Ce graphique illustre ces deux effets de la diffusion des technologies de l'information sur l'offre potentielle. On suppose la production d'une quantité Q_0 d'output. La situation de départ est représentée par le point A, où la droite de coûts des facteurs est tangente à l'isoquant initial. La modification du prix relatif du capital, induite par la diffusion des technologies de l'information, modifie la pente *de* la droite des coûts, faisant passer le point de tangence avec le premier isoquant de A en B. Ce passage correspond à l'effet de substitution capital-travail. Les éventuels gains de productivité multifactorielle permettent par ailleurs de

produire la même quantité Q_0 d'output avec de moindres volumes de facteurs, ce qui correspond au passage au second isoquant. La droite de coûts des facteurs est tangente à ce nouvel isoquant au point C qui indique les quantités de facteurs minimisant le coût de production après diffusion des technologies de l'information.

1.1.2 Les effets multiplicateurs

Le secteur des TIC met à la disposition des entreprises des outputs que ces dernières utilisent comme biens d'investissement, biens de consommation intermédiaire ou même comme biens de consommation finale. La forte croissance de tels investissements se traduit par une augmentation de la croissance économique. Le mécanisme principal sur lequel repose cet argument s'apparente à l'existence d'un effet multiplicateur d'investissement de type keynésien en ce qui concerne les TIC plus important que le multiplicateur d'investissement en matériel non TIC.

1.1.3 L'effet déflateur

La baisse continue des prix propres au secteur TIC en général et celle des ordinateurs en particulier a un impact sur le reste de l'économie. En effet, cette baisse tendancielle des prix amène les entreprises à accroître l'investissement en technologies.

1.1.4 L'effet qualité

L'essor des technologies de l'information est accompagné de changements touchant aux composantes intangibles des outputs tels que la variété des biens et services, les services associés et l'offre de biens et services plus adaptés aux consommateurs. L'effet le plus immédiat des TIC est l'enrichissement du contenu informationnel des biens et services. Ces bénéfices permettraient d'améliorer la fonction d'utilité des consommateurs, sans pour autant modifier ni le prix ni la quantité nominale des produits incorporant des TIC.

I.2 Hypothèses de recherche

A la lumière de ces différents canaux de transmission et des résultats des vérifications empiriques ci-dessus cités, les hypothèses suivantes seront testées pour le cas du Burkina Faso :

- Il existe un effet multiplicateur d'investissements des TIC et un effet de substitution capital-travail par lesquels ces technologies contribuent à la croissance économique au Burkina Faso.
- La diffusion des TIC dans l'économie et l'accroissement de l'utilisation des TIC par les entreprises influencent positivement la productivité.

I.3 Cadre d'analyse

I.3.1 Modélisation des hypothèses de recherche

Les hypothèses ci-dessus formulées peuvent être mathématiquement formulées et permettre ainsi de faire une distinction claire entre les différents effets. Cette formalisation a souvent été opérée par certains auteurs dans la littérature (Cette, Kocoglu et Mairesse, 2005, Bisciari 2001, Schreyer 2000).

Ainsi donc, en utilisant une fonction de production néoclassique telle que celle de Cobb Douglas, les différents effets contenus dans les hypothèses peuvent être illustrés de la manière suivante.

$$\text{Soit } Y = AL^\alpha K^{1-\alpha} \quad (1)$$

Une des hypothèses des modèles néoclassiques est qu'en concurrence parfaite, la contribution des facteurs à la croissance est égale à la part de leur rémunération dans la valeur ajoutée. L'équation (1) peut donc être réécrite sous forme de taux de croissance.

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

En subdivisant le stock de capital en une partie capital TIC et en une partie capital « hors TIC », l'équation peut se réécrire ainsi :

$$\dot{Y} = \alpha \dot{L} + (1 - \alpha)(\dot{K}_T + \dot{K}_N) + \dot{A}$$

Soit S_T et S_N les parts respectives des deux composantes du stock de capital dans le total de la valeur ajoutée aux coûts des facteurs suivant l'hypothèse néoclassique de rémunération de ces derniers à leur productivité marginale. Les rendements étant supposés constants on a donc

$S_T + S_N = 1 - \alpha$. L'équation devient donc :

$$\dot{Y} = \alpha \dot{L} + S_T \dot{K}_T + S_N \dot{K}_N + \dot{A}$$

La contribution des TIC en tant que facteurs à la croissance économique est donnée par $S_T \dot{K}_T$ à savoir le pourcentage de variation du capital lié aux TIC pondéré par la part de ce facteur dans le revenu total.

Comme il a été dit plus haut, les TIC représentent un facteur de production spécial qui génère des externalités positives c'est-à-dire des bénéfices au-delà de ceux appropriés par les investisseurs et les détenteurs de capitaux. Formellement, Schreyer (2000) propose l'ajout d'un paramètre θ dans l'équation pour prendre en compte la présence de ces externalités positives. Ainsi l'équation devient :

$$\dot{Y} = \alpha \dot{L} + S_T (1 + \theta) \dot{K}_T + S_N \dot{K}_N + \tilde{\dot{A}}$$

Dans ce cas, la contribution des TIC, en tant que facteur de production, à la croissance économique est donnée par $S_T (1 + \theta) \dot{K}_T$, l'apport spécifique de l'externalité positive de réseau est représentée ici par $S_T \theta \dot{K}_T$. Cette externalité n'est pas directement observable, son effet est estimé au travers d'une estimation plus large de la productivité totale des facteurs. Cette externalité s'interprète comme le progrès technique non incorporé. Le nouveau coefficient $\tilde{\dot{A}}$ diffère de l'ancien car il n'intègre plus les externalités de réseau. De façon pratique ces externalités de réseau correspondent aux gains d'efficacité liés à une fluidité et une transparence accrues de l'information, à l'amélioration de l'organisation de la production etc.

Pour appréhender les différents effets évoqués dans le cadre théorique, on transforme la dernière équation en une équation de productivité en soustrayant \dot{L} des deux membres de l'équation. On obtient ainsi l'équation suivante :

$$\dot{Y} - \dot{L} = S_T(\dot{K}_T - \dot{L}) + S_N(\dot{K}_N - \dot{L}) + S_T\theta\dot{K}_T + \dot{A}$$

La productivité du travail (membre gauche) varie ainsi en fonction de quatre éléments: l'intensité en capital des TIC, l'intensité dans les autres formes de capital, les externalités de réseau (progrès technologique non incorporé) et le terme \dot{A} tel que défini dans l'équation.

Cette dernière équation peut être transformée de manière à isoler un proxy de Productivité Totale des Facteurs (PTF).

$$PTF = (\dot{Y} - \dot{L}) - S_T(\dot{K}_T - \dot{L}) - S_N(\dot{K}_N - \dot{L})$$

$$PTF = S_T\theta\dot{K}_T + \dot{A}$$

En présence d'externalités de réseau, la variation de la productivité totale des facteurs est calculée comme la part de la variation de la production non expliquée par les évolutions conjointes des facteurs travail et capital, rémunérés à leur productivité marginale. Elle peut aussi s'interpréter comme la part de l'évolution de la productivité du travail qui n'est expliquée ni par la qualité du travail ni par les modifications dans l'intensité capitaliste. Elle capture à la fois les externalités générées par les TIC ($S_T\theta\dot{K}_T$) et le progrès technique exogène \dot{A} .

Dans les pays disposant d'un secteur producteur de TIC bien développé le nouveau progrès technique exogène \dot{A} inclut les gains de productivité totale des facteurs de ce secteur producteur de TIC. Mais pour les pays en développement où le secteur producteur de TIC est quasi-absent, seuls les gains de productivité totale des facteurs provenant des secteurs utilisateurs de TIC peuvent être considérables.

Cette formalisation permet donc d'illustrer les trois principaux canaux de transmission par lesquels les TIC peuvent influencer la productivité du travail à savoir :

- L'intensité en capital des TIC $S_T(\dot{K}_T - \dot{L})$
- La productivité totale des facteurs dans le secteur producteur contenu dans le terme \tilde{A}
- La productivité totale des facteurs dans le secteur utilisateur de TIC assimilable au terme $S_T\theta\dot{K}_T$

1.3.2 Modèle d'analyse

La vérification des différents effets contenus dans les hypothèses nécessite le recours à plusieurs techniques d'analyse. Le modèle de base est la fonction de production néoclassique.

La méthodologie de cette étude s'inscrit dans cette logique de complémentarité entre les deux méthodes.

Pour la vérification des hypothèses, trois équations seront estimées successivement. Chacune des équations permet de tester l'existence ou non d'un effet.

La première équation ou encore l'équation de la croissance économique se présente comme suit :

$$\text{Log}Y_t = \alpha + \beta_1 \text{Log}KTIC_t + \beta_2 \text{Log}KHTIC_t + \beta_3 \text{Log}Khum_t + \beta_4 \text{Log}TRAV_t + \varepsilon_t$$

avec Y_t le Produit Intérieur brut à la date t , $KTIC$ le stock de capital¹ de type nouvelles technologies à la date t , $KHTIC$ le stock de capital autre que les TIC, $Khum$ le capital humain représenté par la série des investissements annuels dans l'éducation primaire, $TRAV$ 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.

¹ La méthode de calcul du stock de capital est présentée dans la section sur les données à la fin du chapitre.

L'introduction de la variable capital humain se justifie par les nouveaux développements dans la théorie de la croissance. Les modèles de croissance endogène ont en effet mis en exergue le rôle important du capital humain dans la production.

Pour l'estimation de la première équation, la nature des variables a amené à recourir aux techniques de l'économétrie des séries temporelles à savoir l'analyse d'éventuelles relations de cointégration entre les variables et l'analyse de la causalité. Ce type d'analyse a déjà été réalisé par certains auteurs (Kuppusamy et al. 2007, Lee et al. 2005).

Les deuxième et troisième équations sont des équations de productivité, expliquant respectivement la productivité par travailleur en fonction du capital par travailleur et la PGF en fonction du capital par travailleur. Le modèle se présente ainsi :

$$\Delta \ln \left(\frac{Y}{L} \right)_t = \alpha_1 \Delta \ln \left(\frac{KTIC}{L} \right)_t + \alpha_2 \Delta \ln \left(\frac{KHTIC}{L} \right)_t + \alpha_3 \Delta \ln \left(\frac{Khum}{L} \right)_t + \Delta \ln A + \eta_t$$

$$\Delta \ln \left(\frac{A}{L} \right)_t = \lambda_1 \Delta \ln \left(\frac{KTIC}{L} \right)_t + \lambda_2 \Delta \ln \left(\frac{KHTIC}{L} \right)_t + \lambda_3 \Delta \ln \left(\frac{Khum}{L} \right)_t + \mu_t$$

Ces équations seront estimées par la méthode des moindres carrés.

1.3.3 Les tests de racine unitaire et le modèle à correction d'erreur

Pour cette étude, les tests de racine unitaire de Phillips et Peron seront utilisés pour étudier la stationnarité des séries. Ces tests à la différence des tests ADF permettent, à l'aide du paramètre de troncature de Newey-West de calculer directement le nombre optimal de retard nécessaire pour « blanchir » les termes d'erreurs. Après les tests de racine unitaire, si les séries possèdent des racines unitaires et sont intégrées du même ordre alors on peut envisager l'étude de la cointégration entre les variables. Le modèle utilisé dans cette étude est celui de Engle et Granger. En effet Engle et Granger (1987), ont montré que dans le cas où les variables sont cointégrées, on peut les représenter à l'aide d'un modèle à correction d'erreur.

Ainsi, conformément à la théorie de la représentation de Granger, dans une première étape la relation de long terme suivante est estimée par les Moindres carrés ordinaires:

$$\text{Log}Y_t = \alpha + \beta_1 \text{Log}KTIC_t + \beta_2 \text{Log}KHTIC_t + \beta_3 \text{Log}Khum_t + \beta_4 \text{Log}TRAV_t + \varepsilon_t$$

Le résidu issu de cette estimation est soumis à son tour aux tests de racine unitaire de Phillips et Peron. Dans le cas où l'hypothèse de non stationnarité est rejetée, la relation dynamique de court terme est estimée à travers le modèle suivant :

$$D(\text{Log}Y_t) = \alpha_1 D(\text{Log}KTIC_t) + \alpha_2 D(\text{Log}KHTIC_t) + \alpha_3 D(\text{Log}Khum_t) + \alpha_4 D(\text{Log}TRAV_t) + \gamma R_{t-1}$$

Où D est l'opérateur de différence première, γ la force de rappel vers l'équilibre et R_{t-1} le résidu retardé issu de l'estimation de l'équation de long terme.

Pour qu'une telle estimation soit validée, la force de rappel γ doit être significativement négative.

1.3.4 La causalité de Granger

La causalité qui intéresse cette étude est la causalité entre capital TIC et PIB. Cette causalité est surtout utilisée pour conforter ou relativiser les résultats sur la contribution des TIC à la croissance économique.

Pour discuter du sens de causalité entre développement des TIC et croissance du PIB, l'existence d'une relation de long terme entre l'indicateur du PIB à savoir Y et l'indicateur de développement des TIC à savoir KTIC est testée. La méthodologie retenue dans cette étude est celle utilisée par Kuppusamy et al. (2007) dans le cas malaisien. Ces auteurs utilisent le test de causalité de Granger.

Ils spécifient le modèle ainsi qu'il suit :

$$Y_t = f(KTIC_t, KHTIC_t, TRAV_t, u_t)$$

$$KTIC_t = f(Y_t, KHTIC_t, TRAV_t, v_t)$$

Dans la première équation le PIB est expliqué par le stock de capital TIC, le stock de capital hors TIC et le travail, par contre dans la deuxième équation c'est le stock de capital TIC qui est expliqué. La première équation permet de voir si ce sont les TIC qui causent la croissance économique et la deuxième permet de voir si c'est la croissance économique qui cause le développement des TIC.

La vérification de la première relation de causalité conduit à l'estimation du modèle VAR (Vector Auto-Regressive) suivant :

$$Y = \sum_{i=1}^p \gamma_i Y_{t-i} + \sum_{i=1}^q \theta_i KTIC_{t-i} + \sum_{i=1}^r \tau_i KHTIC_{t-i} + \sum_{i=1}^s \eta_i L_{t-i} + u_i \text{ et tester l'hypothèse}$$

nulle suivante :

$$H_0: \theta_1 = \dots \dots \dots \theta_q = 0$$

Quant à la deuxième relation, le modèle suivant est estimé :

$$KTIC = \sum_{i=1}^p \rho_i KTIC_{t-i} + \sum_{i=1}^q \delta_i Y_{t-i} + \sum_{i=1}^r \varphi_i KHTIC_{t-i} + \sum_{i=1}^s \xi_i L_{t-i} + v_i \text{ et on teste}$$

l'hypothèse nulle suivante : $H_0: \delta_1 = \dots \dots \dots \delta_q = 0$

1.3.5 Les données

Les données proviennent de la base WDI (world development indicators, 2008) de la banque mondiale et courent sur une période allant de 1980 à 2006. Toutefois cette base ne fournit pas les données sur le stock de capital mais fournit uniquement les données sur l'investissement. Les stocks de capital ont donc 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 1980 le stock de capital a été assimilé à l'investissement. Dans la littérature, de nombreux auteurs (A.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. Le manque de séries longues sur les investissements en TIC amène les chercheurs à considérer uniquement les investissements en télécommunications comme proxy des investissements TIC. Youssef et al. (2004), Lee et al. (2005) ont procédé à une telle approximation dans leurs études respectives. Ainsi, pour cette étude la même approximation sera adoptée vu que les bases de la banque mondiale (WDI) et de l'Union Internationale des

Télécommunications (UIT) ne fournissent que les statistiques sur les investissements en télécommunication sur longue période.

La série sur les taux de croissance de la PGF a été obtenue grâce à la « base de données de l'économie totale de conference board »².

Pour les estimations et les tests, les logiciels EVIEWS et STATA ont été utilisés.

II. LA CONTRIBUTION DES TIC A L'ECONOMIE BURKINABE : ILLUSTRATION ECONOMETRIQUE

Le recours à l'économétrie des séries temporelles, plus précisément à la théorie de la représentation de Granger utilisée dans cette étude a permis d'analyser à la fois les effets de court et long terme des variables explicatives sur la variable expliquée.

II.1 Résultats de l'estimation du modèle

Les tests de racine unitaire effectués sur les différentes variables ont montré que ces dernières étaient toutes non stationnaires et intégrées d'ordre 1.

Conformément aux hypothèses de la théorie de la représentation de Granger, les variables étant intégrées du même ordre alors il y a possibilité de l'existence d'une cointégration entre les variables c'est-à-dire la possibilité de l'existence d'une véritable relation d'équilibre de long terme entre les variables. Toutefois, pour valider une telle assertion, les résidus issus de l'estimation de la relation de long terme ci-dessous doivent être stationnaires.

$$\text{Log}Y_t = \alpha + \beta_1 \text{Log}KTIC_t + \beta_2 \text{Log}KHTIC_t + \beta_3 \text{Log}Khum + \beta_4 \text{Log}LtRAV_t + \varepsilon_t$$

Le tableau ci-dessous résume les résultats obtenus après estimation

Tableau 1 : Résultats de l'estimation de l'équation de long terme

Estimation de l'équation de long terme			
Variable	Coefficient	Ecart-type	Probabilité
LVKTIC	0.142348*	0.076847	0.0788
LKHTIC	-0.051334	0.049635	0.3134
LKhum	0.017627	0.024338	0.4773

² The Conference Board Total Economy Database, <http://www.conference-board.org/economics/database.cfm>

LTRAV	2.649813***	0.203864	0.0000
C	-11.71797***	1.966166	0.0000
MA(1)	0.989845	0.010143	0.0000
R²	0.98		
Prob (F-stastitic)			0.0000*
DW	1.30		

Source : Estimation Eviews

L'application du test de racine unitaire sur le résidu issu de cette estimation a donné les résultats suivants :

PP Test Statistic	-3.690303	1%	-2.6603
		5%	-1.9552
		10%	-1.6228

L'hypothèse de non stationnarité est rejetée quelque soit le seuil retenu, ce qui implique donc que les variables sont cointégrées et elles peuvent donc être estimées à travers un modèle à correction d'erreur.

II.2 Résultats de l'estimation du modèle à correction d'erreur

Tableau 2 : Résultats de l'estimation du modèle à correction d'erreur

Estimation du modèle à correction d'erreur			
Variable	Coefficient	Ecart-type	Probabilité
DLVKTIC	0.033388	0.056336	0.560
DLKHTIC	0.179169**	0.423518	0.025
DLKhum	0.007474	0.073713	0.762
DLTRAV	1.715538***	0.024372	0.001
R_{t-1}	-0.290949**	0.134468	0.043
R²	0.7904		
Prob (F-stastitic)			0.0000*
DW	1.32		

Source : Estimation STATA 9

On constate que le coefficient de la force de rappel est négatif (-0,29) et significativement différent de zéro au seuil statistique de 5%. Ce qui confirme donc l'hypothèse de l'existence d'un mécanisme à correction d'erreur ; à long terme, les déséquilibres entre le PIB, les investissements en capital technologique, le capital physique (hors TIC), le capital humain et le facteur travail se

compensent de telle sorte que les cinq variables ont des évolutions similaires. 0.29 représente la vitesse à laquelle ce déséquilibre est résorbé, autrement dit un choc sur le PIB au Burkina Faso au cours d'une année est entièrement résorbé au bout de quatre années maximum ($1/0.29=3.45$).

Par ailleurs les résultats de l'estimation montrent que le modèle à correction d'erreur est globalement significatif, toutefois les variables capital technologique et capital humain bien qu'ayant des coefficients positifs ne sont pas significatifs à court terme dans l'explication de l'évolution du PIB au Burkina Faso. Par contre le capital physique et le travail sont significatifs à court terme respectivement au seuil de 5% et 1%.

D'autre part, la statistique LM de Breusch-Godfrey, utilisée dans cette régression pour tester l'autocorrélation des erreurs à la place de la statistique de Durbin-Watson (1,32) en raison de l'absence du terme constant dans le modèle à correction d'erreur, indique l'absence³ d'une autocorrélation des erreurs ($nR^2=4.0675$). Egalement le test d'hétéroscédasticité de White indique que les erreurs sont homoscedastiques ($p=0,52$).

Enfin le test de Cusum indique que le modèle à correction d'erreur est structurellement stable et le R^2 (0,79) indique une bonne adéquation du modèle.

II.3. Elasticités de court et de long terme

Tableau 3 : Récapitulatif des élasticités de court et long terme

	VKTIC	KHTIC	Khum	Travail
CT	-	0,1791695	-	1,715538
LT	0.142348	-	-	2.649813

Source : construction de l'auteur

La variable capital humain a une élasticité positive mais apparaît non significative dans l'explication de l'évolution du PIB du Burkina Faso à court terme comme à long terme.

³ Le test a montré l'absence d'autocorrélation d'ordre 1 non seulement mais aussi d'ordre 2. Le tableau du test est présenté en annexe.

Quant au capital physique, une augmentation de 1% de son niveau entraîne à court terme un accroissement du PIB d'environ 0,18%, par contre à long terme il n'est pas significatif.

Le facteur travail apparaît quant à lui comme la variable ayant l'effet le plus prononcé sur le PIB. En effet, une augmentation de 1% du travail entraîne à court terme un accroissement du PIB de 1,171% et à long terme un accroissement de l'ordre de 2,65%. Ceci pourrait trouver son explication dans le fait que les économies sous-développées comme, celle du Burkina Faso, sont à forte intensité de main d'œuvre et à faible intensité capitalistique. Une grande partie du PIB provient du secteur primaire notamment agricole qui est un secteur faiblement mécanisé et donc qui utilise faiblement le capital physique comme facteur de production et qui renferme environ 80% de la population active.

L'objectif de l'étude étant l'analyse de la contribution du capital TIC à la croissance économique au Burkina Faso, la suite de la discussion sera focalisée sur la variable KTIC.

Le tableau indique qu'à court terme, les investissements en capital technologique ne sont pas significatifs dans l'explication de la croissance économique, par contre à long terme un accroissement de 1% des investissements en TIC entraîne une augmentation du produit intérieur brut de 0.14%. Des résultats semblables ont été obtenus par Youssef et al. Pour le cas de la Tunisie où les auteurs ont estimé une élasticité d'environ 0.17%. Egalement Vuong (2008) a conclu à l'absence d'effets à court terme des télécommunications sur la croissance économique dans les pays en développement. L'explication principale fournie par cet auteur face à un tel résultat est que les effets sont seulement visibles à long terme à cause de la libéralisation du marché, ce qui n'est pas le cas à court terme car c'est tout récemment que la plupart des pays en développement ont entamé les processus de libéralisation.

La non significativité du capital technologique à court terme confirme donc l'hypothèse selon laquelle les TIC sont des technologies dont l'impact de l'utilisation n'est pas immédiat car nécessite une période d'apprentissage souvent

longue pour une utilisation efficiente. Ainsi, la modification de la fonction de production que les TIC sont sensées apporter n'intervient qu'après un certain délai. Ce résultat va dans le même sens que la thèse développée par Kiley (2000) qui explique la non significativité à court terme des investissements TIC par l'existence de coûts d'ajustements importants.

La deuxième explication à l'absence d'effets de court terme du capital technologique se trouve dans la nature (non qualifiée) du capital humain au Burkina Faso. En effet, le mécanisme de transmission des effets de la diffusion des TIC à court terme est d'un point de vue théorique subordonné à l'existence d'une main d'œuvre hautement qualifiée qui assimilerait rapidement l'utilisation de ces outils sans que cela n'ait une influence sur les salaires. Cela se traduit donc par une augmentation de la marge bénéficiaire des entreprises et ainsi de la valeur ajoutée globale.

A long terme, les mécanismes d'apprentissage, de substitution de l'emploi qualifié à l'emploi non qualifié et les externalités de réseau font progressivement apparaître un effet positif des investissements TIC sur la croissance économique.

Mais peut-on conclure à l'existence d'un effet multiplicateur des TIC au Burkina Faso ?

II.4. Investissement TIC et effet multiplicateur au Burkina Faso

Pour répondre à cette question, la technique ci-dessous basée sur l'élasticité obtenue grâce à la régression économétrique est utilisée.

En effet, si α est l'élasticité de la production au capital technologique et π le taux de croissance de ce facteur, alors la contribution du capital technologique à la croissance λ est telle que $\lambda = \alpha\pi$.

Ainsi, sur la base de cette formule, la part de la croissance économique due au secteur TIC estimée ici par le secteur des télécommunications de 1980 à 2006 est d'environ 4.38% en moyenne par an. A titre de comparaison, bien que les différentes études réalisées et résultats obtenus sur la question dans les pays

développés ne soient pas identiques du fait soit de la différence dans l'horizon temporelle considéré ou de la méthodologie utilisée, la tendance générale de ces résultats montre que ce taux est de l'ordre de 30% en moyenne pour les Etats Unis et de 20% pour la France sur la période 1995-2001. Pour ce qui est du cas des pays en développement, Youssef et al. (2004) ont estimé ce taux à environ 8,6% pour le cas de la Tunisie sur la période 1995-2001. En calculant le cas du Burkina Faso pour cette même période ce taux n'est que d'environ 3%.

Pour répondre définitivement à la question de l'existence d'effets multiplicateurs, comparons la part du secteur TIC dans l'économie en 2006 à sa contribution à la croissance économique.

Tableau 4 : Evolution du ratio VATIC/PIB de 1990 à 2006

Année	1990	1995	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
VATIC/PIB	1,14	1,56	1,97	3,5	1,92	2,73	3,25	3,42	3,71

Source : construit à partir des statistiques de l'UIT

D'après le tableau 6, la part du secteur TIC dans l'économie estimée par le ratio valeur ajoutée du secteur TIC sur PIB est de 3,71% en 2006. Ainsi donc, bien que le secteur TIC ne représente que 3,7% dans l'économie burkinabé, sa contribution à la croissance économique est moyennement élevée (4.38%). On peut donc affirmer l'existence d'effets multiplicateurs mais des effets de faible ampleur. Toutefois, cette faible ampleur peut être due au fait que les calculs ont été effectués sur les chiffres du sous-secteur des télécommunications uniquement. Cette situation sous évalue la contribution des TIC. Egalement la non prise en compte des revenus générés par le secteur informel des TIC contribue aussi à sous-évaluer l'apport des TIC à la valeur ajoutée globale et donc à la croissance économique. L'étude réalisée par Ouédraogo et al. (2009) sur la dynamique et le rôle économique et social du secteur informel des TIC au BF a estimé la contribution de ce sous-secteur à environ 1.38% de la valeur ajoutée globale. La prise en compte donc des revenus du secteur informel des TIC peut accroître l'ampleur des effets des TIC sur la croissance économique.

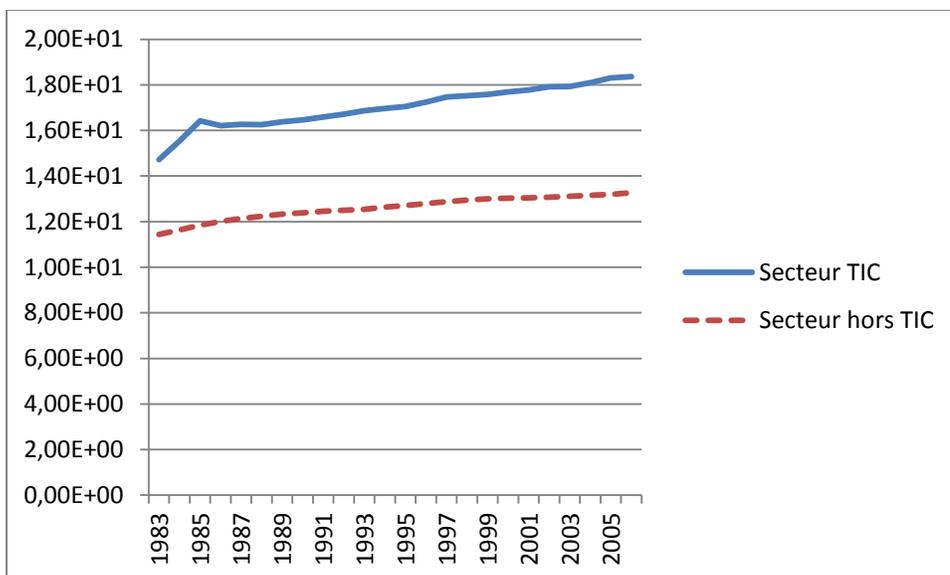
Ainsi la première partie de l'hypothèse 1 de l'étude portant sur l'existence d'effets multiplicateurs est vérifiée mais qu'en est-il de la deuxième partie relative à l'existence d'effets de substitution capital-travail ?

II.4. Diffusion des TIC et substitution capital-travail au Burkina Faso

En rappel, la manifestation de l'effet de substitution est surtout due à la baisse des prix relatifs des matériels TIC qui permet aux entreprises la substitution de facteurs plus intensifs en capital des TIC à des facteurs moins intensifs dans ces technologies. L'illustration économétrique d'un tel effet nécessite la disponibilité d'un certain nombre de données notamment les statistiques sur les prix des matériels TIC intégrant l'effet qualité de ces technologies. Aux Etats Unis et dans certains pays de l'OCDE, les comptes nationaux ont mis en œuvre la technique des prix hédoniques. Cette technique permet, à l'aide d'une régression économétrique expliquant le prix en fonction de certaines caractéristiques de l'outil, (telle la puissance de calcul, le débit, la mémoire, le processeur etc.) de calculer le prix réel de l'outil. Ainsi la valeur du capital technologique n'est pas sous-estimée par l'effet prix.

Face à l'indisponibilité de telles statistiques pour le Burkina Faso, l'effet de substitution sera analysé en comparant l'évolution simultanée du ratio capital/travail dans le secteur des télécommunications représentant le secteur TIC et dans le secteur hors TIC. L'idée qui sous-tend cette comparaison est la suivante : le secteur TIC est le secteur où l'utilisation massive des TIC est certaine ; si cette utilisation a permis une augmentation du ratio capital/travail plus élevé que dans le secteur hors TIC, on pourrait conclure que les TIC ont entraîné un effet de substitution dans l'économie via la substitution qui a lieu dans le secteur TIC lui-même. Le graphique ci-dessous montre les évolutions comparées de ces deux ratios.

Figure 2 : Evolution du ratio capital-travail dans le secteur TIC et le secteur hors TIC



Source : Construction de l'auteur

On remarque que les deux courbes ont des évolutions quasi semblables même si toutefois la pente de la courbe du secteur TIC semble légèrement plus prononcée que celle du secteur hors TIC. Toutefois cette différence ne permet pas de conclure quant à l'existence d'un effet de substitution capital-travail remarquable, mais elle implique néanmoins qu'une utilisation plus accrue des TIC dans tous les secteurs de l'économie pourrait engendrer la visibilité de tels effets. Youssef et al. (2004) utilisant la même technique ont, quant à eux, abouti à la conclusion qu'à l'intérieur même du secteur TIC cet effet est très visible mais moins visible pour ce qui est de l'ensemble de l'économie.

En somme, pour ce qui est de la première hypothèse de l'étude, on conclut qu'elle est vérifiée pour l'effet multiplicateur et non vérifiée pour l'effet de substitution. Mais la manifestation de ces effets multiplicateurs a-t-elle atteint le seuil où les TIC causent le PIB au Burkina Faso ?

II.4. Causalité capital TIC ↔ PIB

Pour pousser l'analyse sur le résultat précédent portant sur la faiblesse de la contribution des TIC à l'économie burkinabè à l'échelle macroéconomique un autre outil économétrique est mis en œuvre à savoir le test de causalité de Granger. Dans un premier temps, la question qui sous-tend ce test est celle de

savoir si le développement accéléré du secteur TIC a amené la causalité dans un sens où ce sont les TIC qui causent la croissance économique d'un point de vue statistique. Autrement dit, dans un cadre de prévision, est-on arrivé à un stade où il serait économiquement plus intéressant de prédire le niveau de la croissance économique en se basant sur les valeurs courantes et passées de la croissance dans l'accumulation du capital technologique ?

Les résultats du test de causalité montrent que la causalité va plutôt dans le sens PIB vers capital TIC au seuil de 1% ($F=0,0003$).

Ce résultat n'est pas surprenant quant on analyse la structure de l'économie burkinabè en s'intéressant à la structure relative aux nouvelles technologies. On constate en effet l'absence d'un secteur producteur de TIC et le niveau de diffusion reste modéré.

On peut donc retenir que bien que les TIC contribuent à la croissance économique au Burkina Faso, le stade de diffusion actuelle est tel que la causalité va plus dans le sens PIB→TIC que dans le sens TIC→PIB.

L'analyse ci-dessus a expliqué la contribution des TIC à la croissance économique au Burkina Faso par l'existence d'effets multiplicateurs dus à l'accroissement des investissements dans le secteur des télécommunications. Toutefois le cadre théorique a montré que le mécanisme de transmission des TIC à la croissance économique pourrait passer également par une amélioration de la productivité du travail et la productivité globale des facteurs (hypothèse 2 de l'étude). Ce mécanisme a d'ailleurs été observé dans certains pays développés. Dans la section suivante, l'impact des TIC sur la productivité sera analysé à travers l'estimation des équations de productivité présentées dans la démarche méthodologique.

II.5. TIC et productivité au BF

L'estimation par les MCO de la première équation de productivité a donné les résultats suivants :

Tableau 5 : Résultats de l'estimation de la première équation de productivité **Régression de la croissance de la productivité du travail sur**

l'intensité en capital TIC, l'intensité en capital hors-TIC et l'intensité en capital humain			
Variable	Coefficient	Ecart-type	Probabilité
$\Delta(\text{LNKHTIC/L})$	0.191062***	0.066618	0.0092
$\Delta(\text{LNKTIC/L})$	-0.040672	0.050166	0.4266
$\Delta(\text{LNKHUM/L})$	0.024379	0.025056	0.3416
C	0.031635**	0.013708	0.0313
R²	0.31		
Prob (F-stastitic)			0.045**
DW	1.56		

Source : Estimation Eviews

On voit que, bien que le modèle soit globalement significatif au seuil de 5% et moyennement adéquat ($R^2=0,31$), seul le capital physique hors-TIC apparaît significatif au seuil de 1% dans l'explication de l'accroissement de la productivité du travail. Ce résultat confirme en partie le paradoxe de Solow en ce sens que les TIC n'apparaissent pas encore dans les statistiques de la productivité au Burkina Faso pour ce qui est de la productivité du travail. Ce résultat n'entre pas en contradiction avec le résultat selon lequel les investissements TIC contribuent à la croissance économique mais montre plutôt qu'au stade actuel de la diffusion des TIC dans l'économie burkinabé, les gains potentiels de productivité du travail ne sont pas encore visibles au niveau macroéconomique. Une étude sur certaines branches particulières de l'économie notamment le secteur des services (banques, assurance etc.) peut donner des résultats contraires comme cela a été le cas dans beaucoup de pays.

Pour ce qui est de l'impact sur la productivité globale des facteurs, l'estimation de la deuxième équation de productivité a donné les résultats suivants :

Tableau 6 : Résultats de l'estimation de la deuxième équation de productivité

Régression de la croissance de la productivité globale des facteurs sur l'intensité en capital TIC, l'intensité en capital hors-TIC et l'intensité en capital humain			
Variable	Coefficient	Ecart-type	Probabilité
$\Delta(\text{LNKHTIC/L})$	-0.095261*	0.054354	0.0936
$\Delta(\text{LNKTIC/L})$	0.101422**	0.039017	0.0164
$\Delta(\text{LNKHUM/L})$	-0.006955	0.021488	0.7492
R²	0.23		
Prob (F-stastitic)			0.0242**

Source :Estimation Eviews

La variation du capital technologique apparaît significative au seuil de 5% et impacte positivement la productivité globale des facteurs, ce qui témoigne de l'existence d'externalités de réseau dans l'utilisation des TIC au Burkina Faso. Les investissements massifs dans les infrastructures de réseaux et de connexion notamment par les compagnies de téléphonie mobile ont donc eu des externalités positives sur l'économie dans son ensemble. On peut aussi ajouter qu'un tel résultat signifie que les dépenses entreprises, par certains utilisateurs, dans les équipements TIC commencent à profiter à d'autres qui n'ont pas entrepris ces investissements. Par exemple, dans le cas de transactions commerciales entre entreprises sur Internet, ou lors de la mise en place d'un système de « flotte » entre entreprises, chaque nouvelle connexion profite non seulement à l'investisseur mais aussi à chacun des autres participants. Cette situation se manifeste par des gains de productivité au niveau de toutes les entreprises utilisatrices et donc de manière générale à l'économie dans son ensemble. Une autre manière de comprendre l'existence de cet effet est la suivante : la manifestation d'effet PGF peut être interprétée comme un effet positif de la diffusion des TIC sur le progrès technique engendrant ainsi des gains d'efficience dans le processus de production, on pense par exemple aux gains d'efficience liés à une fluidité et une transparence accrues de l'information, à l'amélioration de l'organisation de la production. Ces gains d'efficience permettent à partir des mêmes facteurs de productions de produire des quantités plus importantes. Si ces gains persistent, cela se manifeste au niveau macroéconomique par un déplacement positif de la frontière des possibilités de production. A ce titre les TIC peuvent apparaître pour les pays en développement comme une opportunité de rattrapage des pays développés, et cela conformément aux prédictions du modèle de croissance néoclassique de Solow (1957).

⁴ Bien que cette valeur du DW semble indiquer une absence d'autocorrélation, cette valeur n'est pas interprétée en raison de l'absence d'un terme constant dans le modèle, nous avons donc utilisé le LM test de Breusch-Godfrey pour nous assurer de l'absence d'autocorrélation.

CONCLUSION GENERALE ET RECOMMANDATIONS

L'analyse des effets macroéconomiques des TIC sur la croissance économique au Burkina Faso qui a été l'objet de cette étude a permis dans un premier temps d'appréhender la notion de TIC, tant sur le plan technique qu'économique, et le concept de nouvelle économie auquel l'avènement des TIC est associé. Dans un deuxième temps, un point sur la revue de littérature théorique et empirique a montré que le débat sur les liens TIC et croissance économique tant au niveau des canaux de transmission que de l'ampleur des effets est loin d'être tranché aussi bien dans les pays développés que dans les pays en développement. Ensuite, l'ensemble des effets théoriques et canaux de transmission des TIC à la croissance économique a été analysé afin de formuler les hypothèses de la présente étude. Les hypothèses qui ont porté respectivement sur l'existence d'effets multiplicateurs d'investissement TIC d'une part et d'autre part sur l'existence d'effets des TIC sur la productivité ont nécessité dans une troisième partie le recours à la modélisation économétrique pour leur vérification. Ainsi, à partir du modèle de croissance néoclassique de base, une équation de croissance et deux équations de productivité ont été estimées à l'aide des techniques de l'économétrie des séries temporelles en utilisant essentiellement la méthode des moindres carrés ordinaires.

Sur la base des estimations, l'étude a conclu que les deux hypothèses étaient toutes partiellement vérifiées. La première hypothèse est ainsi vérifiée pour ce qui est de l'existence d'effets multiplicateurs d'investissements TIC sur la croissance économique au Burkina Faso mais non vérifiée pour ce qui est des effets de substitution capital-travail. L'élasticité du capital technologique à la croissance économique a été estimée à 0.14 soit une contribution annuelle moyenne de 4.38% à la croissance économique sur la période 1980-2006.

La deuxième hypothèse est à son tour vérifiée pour ce qui est de l'existence d'effets productivité globale des facteurs mais non vérifiée pour les effets sur la productivité du travail.

Toutefois, les chiffres obtenus dans l'étude montrent qu'il serait prématuré de parler de l'existence d'une nouvelle économie au Burkina Faso même si force est de reconnaître que la vérification d'une telle hypothèse dépasse le cadre de cette étude et nécessite une analyse des cycles économiques. Il est vrai que ces dernières années, la forte concurrence entre les compagnies de téléphonie mobile a amené ces dernières à entreprendre des investissements pour conquérir la clientèle potentielle du milieu rural permettant ainsi à ces populations d'accéder aux services du téléphone mobile, mais pour ce qui est de l'ordinateur et de l'Internet l'accès reste limitée. Ainsi donc une grande partie de la population burkinabè n'utilise pas encore pleinement ces nouvelles technologies, toutes choses qui confortent l'idée qu'une « nouvelle économie » n'a pas encore vu jour au Burkina Faso contrairement à certaines économies développées.

L'élaboration par le ministère des postes et des technologies de l'information et de la communication de la cyberstratégie nationale avec un volet spécifique « e-services pour le monde rural » peut être une solution importante à la réduction de cette fracture numérique entre milieu urbain et milieu rural. Une telle situation va permettre au milieu rural d'utiliser les TIC pour la recherche de débouchés, l'accès à l'information, l'amélioration des systèmes de commercialisation, toutes choses qui vont augmenter leurs revenus et de ce fait le revenu national et donc la croissance économique.

Egalement, sur la base des résultats ci-dessus issus de la vérification des hypothèses, un certain nombre de recommandations en termes de politique économique peuvent être formulées.

Premièrement, il s'agira pour l'Etat de mettre en place des politiques d'incitation et de soutien aux investissements TIC pour tirer profit au maximum des effets multiplicateurs. Cela passe par une plus grande libéralisation du secteur et un allègement des procédures d'installation de filiales ou de création de nouvelles unités. Ainsi, certains opérateurs privés nationaux ou étrangers vont entrer dans le secteur et y réaliser ainsi des investissements. A titre illustratif dans le domaine de la téléphonie mobile, l'entrée d'un nouvel opérateur est synonyme de réalisation

d'infrastructure de réseaux. Cet investissement supplémentaire, du fait de l'existence des effets multiplicateurs, va impacter ainsi positivement la croissance économique.

Deuxièmement, l'existence des effets sur la productivité globale des facteurs notamment du fait des externalités de réseau dues à la diffusion des TIC montre qu'un certain optimisme est permis. En effet, l'existence de tels effets montre qu'à partir d'un certain seuil de diffusion les TIC pourraient engendrer des gains massifs de productivité au point d'accélérer le rythme de la croissance économique. Ainsi, en s'inscrivant dans la logique des implications du modèle de croissance de Solow, les potentialités qu'offrent les TIC peuvent faire naître des espoirs de rattrapage conformément à la théorie de la convergence. Contrairement donc aux pays industrialisés où les gains de PGF avaient pour origine les secteurs producteurs de TIC, les pays en développement peuvent donc profiter des gains provenant de l'utilisation des TIC pour peu que ces technologies soient utilisées de manière efficiente et massivement. Face à de tels espoirs, des mécanismes de stimulation de la diffusion et de l'utilisation des TIC doivent être envisagés à tous les niveaux (Etat, société civile, privés). L'Etat, à travers un allègement des taxes peut favoriser l'importation des matériels TIC et réduire ainsi les problèmes liés à l'accessibilité.

Si l'utilisation des TIC crée des externalités positives et des gains de productivité, force est de reconnaître que la maximisation de ces gains passe par une utilisation efficace. Ceci pose donc le problème de la formation et de la valorisation du capital humain. Même si l'étude a montré que les investissements dans le capital humain ne sont pas significatifs dans l'explication de la croissance économique au Burkina Faso, il faut noter que plus un individu donné est formé moins il met du temps pour s'approprier les nouvelles technologies et mieux encore sa capacité d'utiliser cette technologie à fond augmente. Ainsi donc la formation, le renforcement des capacités, la valorisation du capital humain doivent être promus par l'Etat, les partenaires au développement ainsi que la société civile pour accélérer le processus de diffusion des TIC dans l'économie.

Les résultats de cette étude, notamment ceux portant sur la productivité, peuvent être améliorés en recourant à une approche microéconomique ou sectorielle. Une telle approche pourrait permettre de mieux prendre en compte certains effets non mesurables à l'échelle macroéconomique. Par exemple une enquête auprès des entreprises utilisatrices de TIC peut permettre de mieux appréhender les gains de productivité au niveau de ces branches.

Aussi, cette étude n'a pas pu tester économétriquement l'effet de substitution capital-travail et a dû recourir à une comparaison de l'évolution des ratios capital-travail dans le secteur TIC et le secteur hors-TIC, cette difficulté est due d'une part au manque de statistiques et d'autre part au cadre d'analyse à savoir la fonction de production Cobb-Douglas. En effet, l'utilisation d'une fonction de production de type CES⁵ peut permettre de contourner partiellement cette difficulté à travers un calibrage des vrais élasticités de substitution à la différence de la fonction Cobb-Douglas qui suppose que de telles élasticités sont unitaires. Teste (1998) suggère aussi, l'utilisation d'une fonction de coût Translog quasi-fixe à la place de la fonction de production mais en considérant le capital TIC comme un facteur quasi-fixe. De telles pistes pourraient être explorées dans les recherches futures.

Egalement, une autre question qui est de plus en plus importante et qui n'a pas été abordée par cette étude est celle concernant l'analyse même des effets des TIC sur le développement et la contribution dans la réduction de la pauvreté. De tels effets ne peuvent être appréhendés à travers des estimations de fonction de production agrégées comme cela a été le cas dans cette étude, mais nécessitent la mise en œuvre d'autres types d'outils à dimension microéconomique telles les enquêtes auprès des ménages et des entreprises.

La mesure de l'impact des TIC sur l'économie et le bien être nécessite donc une combinaison de plusieurs outils méthodologiques tant macroéconomiques que microéconomiques.

⁵ CES : élasticité de substitution constante

BIBLIOGRAPHIE

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, working papers -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.

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. et 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 Differentiels 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.

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°19-2004.