

MPRA

Munich Personal RePEc Archive

ICT contribution to growth; the case of tunisia

BEN YOUSSEF, Adel and M'HENNI, Hatem
ADIS Paris sud, ESSEC Tunis

December 2003

Online at <http://mpra.ub.uni-muenchen.de/27537/>
MPRA Paper No. 27537, posted 25. December 2010 / 10:42

Les effets économiques des Technologies de l'information et de la communication et croissance : le cas de la Tunisie¹

*Adel Ben Youssef**
ADIS et Université de Paris Sud

et

*Hatem M'Henni***
ADIS et ESSEC de Tunis

Résumé

Cet article examine l'impact des technologies de l'information et de la communication (TIC) sur la croissance des pays en développement en général et sur l'économie tunisienne en particulier. Dans une première partie, nous discutons du rapport de causalité entre TIC et croissance en général et pour le cas des PVD en particulier. Cinq types de canaux de transmission de l'accélération de la croissance par les TIC sont identifiés : l'effet multiplicateur d'investissement en TIC, « l'effet déflateur » qui traduit la baisse des prix dans le secteur des TIC, « l'effet capital deepening » qui concerne la substitution capital travail suite aux investissements en TIC, « l'effet productivité globale des facteurs » et « l'effet qualité » qui traduit l'amélioration de la qualité et la variété des produits. Dans une seconde partie économétrique, nous tentons d'analyser la contribution à la croissance de la diffusion des TIC en Tunisie. Dans une troisième partie, nous montrons qu'actuellement seul l'effet multiplicateur d'investissement en TIC semble jouer. Une accélération de la croissance des performances de l'économie tunisienne fondée sur les TIC passe surtout par une meilleure prise en compte de l'effet déflateur.

Abstract

The aims of this paper is to examine the impact of Information and Communication Technologies (ICT) on the growth of developing countries and especially on the tunisian economy. The first part of the article summerizes the relationship between growth, productivity and ICT. We show that under some necessary conditions ICT may boost the growth in the developing countries. In the second part of the article, we estimate the contribution of ICT to the growth of Tunisia due to ICT diffusion and adoption. We compare our econometric estimation to the results obtained in France and United States

Mots clés : croissance économique, TIC, productivité globale des facteurs, développement économique.

Classification du JEL : O31, L15 ; L16

¹ Nous tenons à remercier, Bertrand Bellon, Maurice Catin, Patrick Musso, Ludovic Ragni, Alain Rallet, Fabrice Rochelandet et Alain Rallet pour leurs commentaires et suggestions. Toutes les erreurs ou omissions sont de la seule responsabilité des auteurs. Ce travail a bénéficié du soutien financier du programme CMCU (accord de coopération franco-tunisien) et de la commission européenne à travers le programme FEMISE.

(*) Faculté Jean Monnet, 54 Bld DESGRANGES, 92331 SCEAUX CEDEX Tél : 00 33 (1) 40 91 18 57, E-mail : adel.ben-youssef@jm.u-psud.fr et adel.ben-youssef@jm.u-psud.fr

(**) Ecole Supérieure des Sciences Economiques et Commerciales, 4, rue Abouzakaria el hafsi, 1028.Montfleury.Tunis – Tunisie 00 216 (98) 349 094, E-mail : hatem.mhenni@essec.rnu.tn

Introduction

Les effets macro-économiques des Technologies de l'Information et de la Communication (TIC), notamment sur la productivité, le rythme de croissance et la durée du cycle économique ont suscité un large débat en sciences économiques durant la dernière décennie, comme en témoigne les prises de position sur le paradoxe de la productivité².

Du point de vue de l'analyse économique on distingue trois positions méthodologiques.

La première consiste à affirmer, sur la base des constatations établies aux Etats-Unis et dans certains pays de l'OCDE (Australie, Nouvelle Zélande, Canada) que les TIC jouent un rôle majeur dans l'accélération du potentiel de croissance économique des pays (Greenspan, 2000, Jorgensen et Stiroh (2001), Jorgensen (2002), Colecchia et Schreyer (2001), Cette, Mairesse et Kocuglu (2000 a et b, 2003), Oliner et Sichel (2000), Gordon (2001), Petit 2003). La seconde position, qualifiée de «réservée» attribue davantage les effets macroéconomiques constatés dans certains pays de l'OCDE à la conjonction de nombreux facteurs qui prennent leur origine au début des années 80 : déréglementation des marchés, existence d'un marché de travail dynamique, une politique de stabilisation macro-économique efficace, une maîtrise de l'inflation par les interventions des banques centrales, existence de marchés de capitaux dynamiques, internationalisation des stratégies des firmes, mondialisation de l'économie...Les TIC seraient surestimés du point de vue de leur apport à la croissance (Boyer, 2002, Gilles et L'horty 2003, Gordon, 2003,...). Enfin, la troisième position part du constat que les effets macro-économiques des TIC sont tributaires de l'adoption d'actifs complémentaires tels que les innovations organisationnelles (Greenan et alii (2002), Greenan, Mairesse et Topiol-Bensaid (2001), Greenan et Walkowiak (2003), Bellon, Ben Youssef et Rallet (2003)), la modification du cadre institutionnel et réglementaire (Noll, 2000, Nordhaus 2001), la modification des schémas incitatifs (Feldstein, 2003) ou encore des modes de gouvernances (Von Tunzelman, 2003).

Certains pays en voie de développement, considèrent qu'une adoption massive des TIC peut permettre un rattrapage « accéléré » des pays industrialisés. Elles seraient à l'origine d'une modification de leur rythme de croissance et d'une meilleure insertion dans la division internationale du travail. En effet, l'irruption de nouvelles technologies peut permettre l'ouverture de « fenêtres » de re-spécialisation pour les pays à faible niveau de développement (El-Mouhoud (), Mezhouaghi, (2001). Des opportunités

² Le paradoxe de la productivité concerne la non manifestation de gains de productivité au sein des économies modernes, alors même que l'adoption des ordinateurs n'a cessé d'augmenter (Solow, 1987). Diverses interprétations ont été suggérées pour l'expliquer. Pour certains ce paradoxe est lié à l'incapacité du système statistique à le cerner (Mairesse, 2003). Dès lors que des efforts substantiels ont été faits, on a observé des gains de productivité, notamment aux Etats-Unis. Pour d'autres auteurs, le paradoxe de la productivité est lié à la non adoption des innovations complémentaires (Askenazy et Gianella, 2000 Greenan, L'horty et Mairesse (2002). Dès lors que les firmes américaines ont modifiées leurs pratiques organisationnelles on a observé des gains de productivité importants. D'autres affirment l'existence d'effets de seuil. En effet, il est nécessaire d'accumuler du capital TIC jusqu'à un certain seuil avant que les effets macro-économiques ne se manifestent. Ceci pourrait être relativement long ! Enfin, pour un auteur comme Boyer (2002), l'accélération de la productivité, après une phase longue de ralentissement prend origine dans les années 80. Ceci confirme la thèse de l'absence de lien direct entre TIC et accroissement de la productivité. Pour un résumé exhaustif des positions des économistes sur le paradoxe de la productivité, nous invitons le lecteur à examiner le texte de Triplett (1998).

nouvelles peuvent être saisies comme en témoigne la percée de la Chine dans l'industrie des ordinateurs et de l'Inde en matière des logiciels. Ainsi, certains pays ont entrepris des réformes importantes afin de faciliter la diffusion des TIC dans leur économie et d'accélérer leurs performances nationales. Les institutions multilatérales chargées du développement semblent appuyer fortement ces politiques. Cependant, il nous paraît nécessaire de se poser la question du bien-fondé de ces politiques. En d'autres termes, dans quelle mesure les gains de productivité et de croissance obtenus dans certains pays de l'OCDE sont-ils généralisables aux PVD ?

L'objet de cet article consiste à discuter le lien de causalité entre TIC et croissance économique, en général et dans le cas des PVD en particulier. Nous illustrerons notre problématique en estimant la contribution des TIC la croissance économique tunisienne sur la période 1995-1999. Il s'agira, en outre, d'identifier sous quelles conditions macro-économiques les TIC pourraient permettre une élévation du rythme de croissance dans les PVD en général et dans le cas de la Tunisie en particulier.

Dans une première partie, nous discutons du rapport de causalité entre TIC et croissance en général et pour le cas des PVD en particulier. Dans une seconde partie économétrique, nous tentons d'analyser la contribution à la croissance de la diffusion des TIC en Tunisie. Dans une troisième partie, nous montrons qu'actuellement seul l'effet multiplicateur d'investissement en TIC semble jouer. Une accélération de la croissance des performances de l'économie tunisienne fondée sur les TIC passe surtout par une meilleure prise en compte de l'effet déflateur.

1. Les effets des TIC sur la croissance économique

Au risque d'une simplification abusive, la littérature économique identifie cinq canaux de transmission complémentaires des effets économiques des TIC sur la croissance : l'effet multiplicateur dû à l'investissement en TIC, l'effet «déflateur» de maîtrise de l'inflation suite à la baisse des prix dans le secteur des TIC et qui se répercute dans les autres secteurs, l'effet « capital deepening » traduisant une amélioration du rendement du travail suite à la substitution capital/travail, l'effet « qualité » traduisant l'amélioration des caractéristiques des TIC et par effet ricoché associée à de nombreux biens et services et enfin, l'effet « productivité globale des facteurs » : une accélération de la productivité suite à l'investissement en TIC.

1.1. Les effets multiplicateurs

Les effets multiplicateurs sont de nature quantitative et traduisent l'augmentation de la part relative de ce secteur dans l'économie. Les outputs du secteur des TIC sont acquis par les entreprises comme des biens d'investissements et/ou comme biens de consommation intermédiaire, mais également, comme biens de consommation finale par les ménages. La forte croissance des équipements des entreprises et des consommateurs en biens dérivés des TIC s'est traduite par une augmentation de la croissance économique globale. Le mécanisme principal supposé ici concerne l'existence d'un multiplicateur d'investissement keynésien en ce qui concerne les TIC plus important que le multiplicateur d'investissement en matériel non TIC. Compte tenu de leur caractère générique (Helpman, 1998), les TIC semblent avoir une répercussion plus importante sur le reste de l'économie. Pohjola (2002) définit un seuil critique du secteur TIC à partir duquel on constate l'apparition d'effets dynamiques et significatifs sur le reste de l'économie. Bien que ce seuil soit arbitraire et fixé à 5% du PIB, il nous permet d'effectuer un « benchmarking » au niveau international pour situer le degré

d'importance du secteur TIC et des effets dynamiques associés. A titre d'exemple, aux Etats-Unis ce secteur avoisine les 8% du PIB alors qu'en France il n'atteint que 5% de cet indicateur.

1.2. L'effet déflateur

Le second effet concerne l'impact de la baisse des prix des TIC, en général, et des prix des ordinateurs en particulier sur le reste de l'économie. En effet, la baisse continue des prix dans le secteur des TIC et notamment celle liée à la baisse des prix des microprocesseurs a conduit les entreprises à accroître considérablement leur investissement en TIC. Derrière l'accélération du rythme de productivité et de la croissance américaine on trouve une accélération du rythme de la baisse des prix des ordinateurs et des équipements périphériques durant la période allant de 1996 à 1998. En effet, alors que la baisse des prix était sur un rythme de - 12% par an entre 1987 et 1995 elle a atteint - 29% par an sur la période 1996 à 1998. cette baisse substantielle des prix des technologies de l'information a conduit les firmes américaines à sur-investir dans les TIC (Gordon, 2002 : p :22).

Les gains de productivité réalisés dans le secteur TIC permettent d'agir sur le reste de l'économie comme un déflateur technologique, et ils permettent par là même de maîtriser l'inflation ou d'accroître la croissance. A titre d'exemple, puisque le secteur des ordinateurs compte pour 1,4% du PIB américain et que leurs prix ont chuté de 29% sur la période (96-98) un simple calcul de règle de trois permet d'apprécier un effet déflateur de 0,37%. Gordon (1998) estime que la contribution des ordinateurs à la croissance est essentiellement due à la maîtrise de l'inflation et qu'elle serait de l'ordre de 0,5% par an en moyenne pour l'économie américaine. Dans leur récente étude Collecchia et Schreyer (2002), ont généralisé l'approche afin de calculer le déflateur technologique associé au TIC pour neuf pays de l'OCDE.

1.3. L'effet de substitution : «capital deepening»

Cet effet désigne l'augmentation relative de la part du capital comparativement au travail dans l'usage des inputs. En effet, les TIC sont des technologies biaisées. Elles conduisent à favoriser le capital par rapport au travail et le travail qualifié par rapport au travail non qualifié (David, 2001, Jorgenson, 2001, Quah, 2001). En d'autres termes, le processus de croissance favorise l'accumulation du capital qui se traduit par une diminution du taux relatif d'emploi du facteur travail et par une augmentation de la part relative du facteur capital. La part par salarié d'unités de capital augmente. Disposant d'une proportion de capitaux plus importante, les salariés peuvent ainsi voir leur productivité croître. Gordon (2002) estime que deux tiers de l'accélération de la productivité américaine durant la période 1996-2001 est due à l'effet de substitution. Toutefois, il convient de signaler que le capital TIC est un capital à obsolescence rapide, contrairement aux autres formes de capitaux³. Cette propriété nécessite donc un amortissement rapide et exige des entreprises une plus grande rentabilité.

³ Dans les estimations économétriques, le capital TIC est supposé se déprécier sur 8 ans alors que le capital non TIC se déprécie sur 12 ans. Pour Gordon (2002), l'accélération de la productivité calculée comme étant l'écart entre la productivité tendancielle et la productivité observée est de 0.86 %, l'effet « capital deepening » compte pour 0.60% !

1.4. L'effet qualité

Les technologies de l'information peuvent être associées à des augmentations touchant les composantes intangibles des outputs comme leur variété, la convenance des consommateurs et les services qui leur sont associés. L'effet apparent concerne l'enrichissement du contenu informationnel des biens et services par le recours aux TIC. Elles augmenteraient la qualité et favoriseraient la différenciation des produits. Ces bénéfices permettraient d'améliorer l'utilité des consommateurs sans pour autant modifier ni le prix ni la quantité de produits incorporant des TIC. L'effet utilité est difficile à prendre en compte mais conditionne les résultats des travaux portant sur la question. Des efforts récents de l'OCDE, en matière de méthodologie, ont été entrepris afin d'améliorer la prise en compte de l'effet que nous venons de décrire.

Différentes sources seraient à l'origine de l'augmentation du taux de croissance due aux effets d'amélioration de la qualité des produits induits par les TIC. Quatre d'entre-elles méritent d'être signalées, elles concernent : les innovations portant sur les produits ou les effets de variété, la personnalisation des biens (*versionning*), les améliorations sensibles de la qualité des produits et des externalités générées par les TIC et les améliorations des relations de service. L'appréciation des effets qualitatifs demeure encore peu évidente en raison du fait qu'il n'existe pas de méthodologie stabilisée pour la réaliser.

1.5. L'effet productivité globale des facteurs : l'effet progrès technique

Les TIC ont été associées à une modification substantielle du progrès technique dans l'ensemble des secteurs. De nature générique, les externalités liées aux TIC ont été largement diffusées au reste de l'économie. Cette large diffusion dans l'économie permettrait ainsi d'accroître l'efficacité productive mais aussi le rythme du progrès technique. Ceci se traduit par un accroissement du résidu de Solow (la part de la croissance non expliqué par les facteurs de production séparément). L'accélération de la PGF aux Etats-Unis depuis 1996 est ainsi attribuée aux TIC. Ce constat traduit une meilleure complémentarité entre les facteurs travail et capital. Pour certains économistes : Askenazy et Gianella (2000), Greenan et alii (2002), cette complémentarité passe par l'utilisation des innovations organisationnelles. Les TIC permettraient ainsi d'augmenter le progrès technique diffus. Par ailleurs, les PVD, contrairement aux pays industrialisés bénéficient d'un effet de structure positif. En effet, l'adoption des TIC au sein des PVD coïncide avec la transformation de leurs économies d'une économie fondée sur les ressources naturelles et sur l'agriculture à une économie fondée sur l'industrie. Ceci pourrait accentuer les gains de productivité.

Comme nous venons de l'examiner cinq canaux principaux permettent la transmission des performances des TIC à un niveau macro-économique. La manifestation de ces effets dépend du statut du pays (producteur vs importateur de TIC) (Dirk et Lee, 2001), de sa taille (grand pays vs petit pays), de sa spécialisation internationale, de ses dotations factorielles (Antonelli, 2003) de la présence ou de l'absence dans d'actifs complémentaires (innovations organisationnelles, institutions, formation, capital humain, incitations,...). Les TIC, en tant que technologies génériques, offrent un potentiel de croissance aux pays. Cependant, les canaux de transmission diffèrent d'un pays à un autre. Chacun d'entre eux peut alors s'engager dans une trajectoire différenciée pour bénéficier des effets macro-économiques. Il serait alors illusoire d'effectuer des recommandations de politiques macroéconomiques pour les PVD en tentant de généraliser des recettes ayant portées leurs fruits ailleurs. Nous

proposons à présent d'estimer économétriquement la contribution des TIC à la croissance tunisienne et de discuter de la manifestation des effets signalés.

2. Croissance et TIC : l'exemple de la Tunisie.

Les études empiriques ayant pour objet d'évaluer l'impact des TIC sur la croissance économique se sont pour la plupart heurtées à des problèmes de définition et de mesure⁴. Deux raisons principales expliquent cette difficulté. D'une part, le secteur des TIC présente des frontières floues, spécialement en ce qui concerne le domaine des télécommunications où l'éventail des produits et des services est important. D'autre part, les résultats obtenus par les économètres varient en fonction des statistiques disponibles et des techniques économétriques utilisées.

L'OCDE a proposé récemment une définition du secteur TIC comme la somme de trois secteurs : le secteur informatique, le secteur électronique et le secteur des télécommunications.

<i>La filière informatique</i>	<i>La filière des télécommunications</i>	<i>La filière électronique</i>
Machines de bureau	Equipements professionnels de transmission	Composantes électroniques
Ordinateurs personnels	Commutateurs	Semi-conducteurs
Grands ordinateurs	Relais	Circuits imprimés
Serveurs	Terminaux destinés aux usagers	Les équipements de l'électronique grand public
Matériels de réseaux	Câbles	(téléviseurs, magnétoscopes, récepteurs radio, lecteurs de disques)
Périphériques	Fibres optiques	Instruments de mesure
Cartes		Instruments de navigation
		Computers, Productique

Tableau 1 : délimitation du secteur TIC – OCDE (1999)

Dans les travaux empiriques, la définition du secteur a été souvent limitée aux sous-secteurs de l'informatique et/ou des télécommunications. Cette restriction est essentiellement dûe au manque de statistiques fiables sur une longue période. Nous nous bornerons dans cette étude au seul secteur des communications. En effet, dans le cas de la Tunisie, la production de matériel informatique étant quasi-insignifiante et s'apparente davantage à du commerce de gros ou à des activités d'assemblage. Nous

⁴ Didier et Martinez (2000) distinguent deux définitions du secteur des TIC : une définition stricte et une définition large. La définition stricte regroupe les secteurs suivants : fabrication de machines de bureau et de matériel informatique + la fabrication de composants électroniques + la fabrication d'appareils d'émission et de transmission + la fabrication d'appareils de réception, enregistrement, ou de reproduction du son et de l'image + le secteur des télécommunications + les locations de matériel de bureau, les conseils en systèmes informatiques, les activités de réalisation de logiciels, de traitement de données, d'entretien et de réparation de matériel de bureau. La définition large regroupe les éléments précédents auxquels sont ajoutés les activités dites « de contenu » qui se rapprochent davantage du champ de l'information qu'à celui de la communication. En l'occurrence, il s'agit : des éditions de livres, de journaux, de revues et périodiques et d'enregistrements sonores + les impressions de journaux + la publicité + la production de programmes de télévision, de films... + les activités de radio + les agences de presse.

supposerons que la valeur ajoutée du secteur des TIC peut être considérée comme équivalente à la valeur ajoutée du secteur de la communication.

D'un point de vue méthodologique nous évaluerons l'évolution des TIC en termes d'output, grâce à l'étude de la croissance de la part de la valeur ajoutée de ce secteur dans le PIB. Nous procédons à une analyse à long terme (20 ans) à partir de trois séries d'observations réalisées en 1980, 1990 et 2000, puis à moyen terme en prenant en compte les années 90. On peut constater que le poids de l'économie de l'information est faible mais croît au cours des 20 dernières années. La part de ce secteur a plus que triplé pendant cette période, il est en effet passé de 0,9% à 3% du PIB en 2000 évalué aux prix de 1990. Les gains enregistrés par ce secteur suivent la même évolution que celle du secteur des services en général, ils ont été réalisés au détriment des secteurs agricoles et industriels.

<i>Année</i>	VA _{agr} /PIB	VA _{ind} /PIB	VA _{HTIC} /PIB	VA _{TIC} /PIB
1980	13,9	31,3	29,7	0,9
1990	13,4	29,5	32	1,3
1999	12,7	29,3	32,9	2,9

- Tableau 2 -

Evolution de la valeur ajoutée engendrée par le secteur TIC.

Pendant la période 1991 à 2000, la part du produit TIC dans le PIB a plus que doublé, malgré une augmentation conséquente du PIB de 5 % en moyenne par an. Ceci a été rendu possible en raison d'une croissance rapide de 15 % de la valeur ajoutée du secteur des TIC. Durant la même période, l'évolution de la contribution du secteur des TIC à la variation du PIB (notée CACE dans le tableau), estimée par le rapport $\Delta VA_{TIC}/\Delta PIB$, a été très fluctuante bien que le trend général soit croissant, surtout entre 1995-2000. Pendant la période allant de 1991 à 1995 la croissance a été de 5,2 % en moyenne par an alors qu'elle atteint les 6,2 % au cours de la seconde moitié de cette même décennie, soit une augmentation de la contribution des TIC de 18,5%.

<i>Année</i>	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
I _{TIC} /I _{TOT}	3,7	3,6	3,6	3,7	3,8	4,3	3,9	4,3	5,3	5,8
VA _{TIC} /PIB	1,4	1,5	1,7	1,8	1,9	2,2	2,4	2,6	2,9	3
CACE	-	3,85	5,61	6,91	4,6	7,33	3,95	7,1	7,4	5,28

- Tableau 3 -

Part et croissance de la valeur ajoutée du secteur TIC par rapport au PIB

Nous proposons à présent d'estimer d'un point de vue économétrique la contribution des TIC à la croissance tunisienne en recourant aux méthodologies standard.

2.2. La contribution des TIC à la croissance économique tunisienne : une illustration économétrique

D'un point de vue méthodologique nous avons choisi d'évaluer la contribution des TIC à la croissance en Tunisie, à partir d'une fonction de production Cobb-Douglas standard du type $Y = AK^\alpha L^\beta$. Dans cette expression A représente la productivité globale des facteurs (PGF) dont la variation relative (le progrès technique) représente la partie

de la croissance de la production non expliquée par les valeurs de capital et de travail. Toutefois, afin d'évaluer la contribution du secteur des TIC, nous avons décomposé le stock de capital en deux parties selon qu'il s'agit du secteur des TIC ou non. Cette distinction est adoptée dans la littérature économique consacrée (Jorgenson et Stiroh, (2000), Jorgenson (2001) ou encore Gilles et L'Horty (2003)⁵. Elle s'explique fondamentalement par des taux de dépréciation du capital différents et par des salaires qui sont, dans le domaine des TIC, plus élevés que dans les autres secteurs.

La fonction de production élargie se présente de la manière suivante :

$$(1) \quad \text{Log } Y_t = \text{Log } A + \alpha_1 \text{Log}K_{\text{TIC}} + \alpha_2 \text{Log}K_{\text{HTIC}} + \beta \text{Log}L_t + \varepsilon_t$$

La variable Y représente le PIB total calculé aux prix de 1990. Il est donné par les Comptes de la Nation (INS : l'Institut National des Statistiques de Tunisie). L'absence de données statistiques sur le secteur informatique pour la période 1975-1996, nous amène à limiter notre étude à l'examen du secteur de la communication comme indicateur de l'évolution du stock de capital dans le secteur des TIC. Ainsi, nous avons supposé que le stock de capital en communication pour l'année 1974 est égal à la formation brute de capital fixe (FBCF) dans ce secteur. Par conséquent, la détermination du stock de capital pour la période 1975-2001 a été évaluée en faisant l'hypothèse que : $K_{t+1} = (1-\delta) K_t + \text{FBCF}_{t-1}$ où δ représentant le taux de dépréciation du stock de capital. Dans le secteur des communications, il est généralement admis que ce taux est proche de 1/8, tandis que pour le reste des secteurs nous avons retenu le taux habituel de 8% .

Pour le stock de travail dans le secteur TIC, nous nous limitons, faute de données plus précises, au stock de travail engagé dans le secteur de la communication en nous référant aux enquêtes et aux recensements de la population des années 1975-80-84-89-94 et 1997 réalisées par l'INS. Pour les autres années, nous avons adopté pour certaines périodes un taux de croissance annuel arithmétique ou géométrique, selon l'importance du taux de croissance de la population occupée dans le secteur entre deux observations. Ce sont des séries de travail en effectifs et non en heures qui ont été retenues, ceci pour des raisons de disponibilités de données.

L'application de la méthode des MCO (moindres carrés ordinaires) à l'équation (1) nous donne une élasticité de la variable (K_{HTIC}) théoriquement non significative et une valeur du test de Durbin-Watson qui ne nous permet pas de certifier l'inexistence d'auto-corrélation des erreurs. Pour cette raison nous introduisons, une variable dummy (notée D_{80}) qui prend la valeur 0 pendant la période des années 80, plus précisément entre 1981 et 1989, et 1 pour les années restantes. Il est, en effet, facile de remarquer pendant cette période la non stabilité des séries statistiques, que ce soit au niveau des investissements ou de la croissance économique.

Nous pouvons sur la base des remarques précédentes ré-écrire l'équation générique du modèle à estimer de la manière suivante :

$$(2) \quad \text{Log } Y_t = \text{Log}A + \alpha_1 \text{Log } K_{\text{TIC}} + \alpha_2 \text{Log } K_{\text{HTIC}} + \beta \text{Log } L_t + \gamma D_{80} + \varepsilon_t$$

⁵ Nous aurions pu également prendre comme cadre d'analyse de la frontière des possibilités de production et décomposer également l'output en investissant TIC et hors TIC à l'instar de Jorgenson, Ho et Stiroh (2003), Jorgenson (2001).

L'application de la méthode des MCO à cette équation nous permet d'obtenir les résultats suivants ;

$$\text{Log}Y_t = 1,265 + 0,108 \text{Log} K_{tTIC} + 0,150 \text{Log} K_{tHTIC} + 0,756 \text{Log}L + 5,643E-02 D_{80} + \varepsilon_t$$

(2,409)**
(7,203)*
(2,317)**
(4,871)*
(4,084)*

$R^2_{aj\mu} = 0,997$; D.W. = 1,877 ; F = 2420,25 ; Nombre d'observations = 27

Les chiffres entre parenthèses indiquent la valeur du t de student. (*) et (**) indiquent que le seuil de significativité est respectivement inférieur à 1% et compris entre 5 et 10%, leur absence exprime la non significativité de la variable.

Si l'on compare entre les coefficients du modèle, nous remarquons qu'ils sont plus élevés pour la variable HTIC que pour la variable TIC. On peut interpréter ce résultat de la manière suivante : à un taux de croissance du facteur capital égal dans les deux secteurs, ce sont les investissements dans les secteurs traditionnels qui ont le plus contribué à la croissance économique malgré le fait, comme nous l'avons montré précédemment, que le secteur TIC soit devenu plus dynamique ces dernières années.

Pour déterminer la contribution des TIC à la croissance tunisienne, nous adoptons la démarche suivante ; soit (λ) le taux de cette contribution et (μ) l'élasticité du PIB par rapport au facteur TIC et enfin (π) le taux de croissance de ce facteur. On vérifie alors que $\lambda = \mu \pi$.

L'application de cette règle permet de démontrer que pour la période allant de 1995-1999, la contribution du secteur communication à la croissance en Tunisie est de l'ordre de 8,56%, alors qu'elle est de 8,34% pour la période 1995-2001. Le tableau suivant permet de voir clairement le positionnement de l'économie tunisienne en matière de TIC.

	I_{TIC}/I_{Tot} en 1999	Part de la croissance due au secteur TIC	VA_{TIC}/PIB en 1998
Etats-Unis	8%	33%	8,66%
France	3,9%	20%	5,26%
Tunisie	5,3%	8,56%	2,9%

(*) (1995-1999) , (**) (1996-1999)

- Tableau 4 -

Comparaison des performances des TIC aux Etats-Unis, en France et en Tunisie⁶

Le tableau précédent indique que la contribution des TIC à la croissance en Tunisie est deux fois moins importante que celle de la France et ne représente que le quart de celle des Etats Unis. Une certaine proportionnalité sur la même période entre la part du secteur TIC et sa contribution à la croissance. Cet écart peut s'expliquer par trois arguments. Premièrement, en raison de la méthodologie statistique employée. Nous avons confondu dans cette étude le secteur de la communication et celui des TIC ce qui induit une sous estimation des résultats. Deuxièmement, il existe en Tunisie un

Source pour la France et les USA: Rapport du BIPE, «Nouvelles technologies de l'information et l'emploi en France».

marché non contrôlé mais important des équipements en télécommunications dont les statistiques officielles ne tiennent pas compte et contribue de manière indirecte à la croissance. Troisièmement, il apparaît également une corrélation importante entre l'effort déployé en termes d'investissements, la part de la valeur ajoutée et la contribution à la croissance des TIC. L'idée d'une proportionnalité entre les deux facteurs peut être clairement établie à la lumière des résultats obtenus dans les trois pays.

3. TIC et croissance économique en Tunisie : des canaux de transmission faiblement utilisés.

Si les conclusions relatives au lien entre croissance économique, utilisation et adoption des TIC ont été largement discutées dans le cadre des pays industrialisés, elles nous paraissent revêtir une importance capitale pour le processus de développement des PVD. L'examen et l'estimation de la contribution des TIC à la croissance tunisienne nous offre un cadre d'analyse pertinent pour discuter de la manifestation des effets macro-économiques soulignés dans la première section.

3.1. Les effets multiplicateurs : un investissement important et en forte progression

Bien que l'investissement dans le secteur TIC ne représentait que 5,3% du total des investissements dans l'économie tunisienne, sa contribution à la croissance est assez élevée (8,56%), ceci témoigne de l'existence des effets multiplicateurs importants. Cependant, ces effets multiplicateurs sont largement inférieurs à ceux constatés dans des pays avec des niveaux d'adoption et de développement différents (France et Etats-Unis). Cependant, il faut rappeler notre restriction méthodologique de ne considérer que le secteur des communications alors même que les calculs sont fondés sur la totalité du secteur TIC pour les autres pays.

La part des investissements en communication par rapport à l'investissement total, comme la part du PIB consacré à l'investissement dans les secteurs des TIC connaissent une évolution exponentielle au cours des dernières années de la décennie 90. En termes absolus le volume des investissements a quadruplé alors qu'en termes relatifs il a augmenté de 61,1% par rapport aux investissements totaux et il a plus que doublé par rapport au PIB. L'augmentation de l'investissement en TIC au sein de l'économie tunisienne pourrait s'accompagner d'effets multiplicateurs d'investissement importants et de consolider la croissance. Probablement, ce canal de transmission a été le plus important durant la période étudiée en Tunisie. Mais le seuil critique est loin d'être atteint.

3.2. Un effet déflateur plus prononcé ! mais non encore pleinement utilisé

Les écarts de prix des biens TIC entre les pays industrialisés (OCDE essentiellement) et les pays en développement est relativement importants. Deux facteurs essentiels peuvent expliquer un tel écart. D'une part, la majorité des PVD importent les biens TIC. Ceux-ci sont soumis à une forte protection commerciale, ce qui contribue à limiter leur diffusion. Par ailleurs, l'absence des réformes dans le secteur des télécommunications conduit à constater la présence de monopoles, souvent peu efficaces et avec des schémas de tarification excessive. La conjugaison d'une baisse de la protection commerciale sur les biens TIC et une plus grande déréglementation du secteur des communications pourrait conduire à observer un effet déflateur important dans les PVD.

Bien que notre étude n'a pas été centrée sur les effets «prix» on pourrait soupçonner que l'adoption et l'investissement en TIC réalisés par les entreprises tunisiennes admet comme origine une baisse des prix dans ce secteur. Cependant cette baisse n'a pas été substantielle. En effet, dans le secteur des communications, seule la téléphonie mobile a vu ses prix chuter suite à l'introduction d'un second opérateur privé. La baisse des prix dans le secteur de la téléphonie fixe est restée modérée. Les technologies de l'information sont quant à elles importées. La chute de leur prix à l'échelle internationale n'a pas été totalement répercutée sur le marché domestique. La signature des accords de libre-échange entre la Tunisie et l'Union Européenne et le démantèlement tarifaire qui devrait s'accomplir en 2007, la possible signature de l'accord volontaire de l'OMC relatif aux biens TIC permettant de limiter la protection commerciale excessive des importations des TIC pourrait conduire la Tunisie à constater une diminution forte des biens informatiques permettant d'accélérer l'équipement des entreprises et des particuliers.

3.3. Un effet de substitution «capital deepening» limité

Le dernier effet concerne l'effet de substitution entre capital et travail suite à un investissement en TIC. Si en théorie cet effet demeure le même au sein des PVD ou dans les pays développés. Force est de constater, que le faible niveau des investissements en TIC ne permet pas la manifestation de tels effets de manière automatique, notamment en présence d'un chômage important. La pénétration des TIC semble encore à un stade relativement précoce pour permettre d'engendrer des effets de substitution. Cependant, comme l'atteste l'accélération de l'investissement en TIC en Tunisie, le ratio travailleur par unité de capital augmente de manière globale. Ceci pourrait conduire à une amélioration de la productivité apparente du travail. L'accroissement de l'efficacité des travailleurs reste tributaire de l'adoption des innovations organisationnelles et du niveau de formation. Or peu d'études ont été entreprises pour démontrer un tel effet qui reste hypothétique à l'heure actuelle.

3.4. Un effet qualité limité

Les évolutions technologiques dans le domaine des TIC ont été assez rapides sur les deux dernières décennies. Si dans un premier temps, « la guerre des standard » a retardé leur diffusion à l'échelle internationale. On constate de nos jours, une amélioration continue de la qualité, une baisse des prix et une augmentation de la convergence vers un standard unique. Cette dynamique profite aux pays, qui ont adopté en dernier les nouvelles technologies. L'amélioration continue de la qualité et des performances des TIC profite à la Tunisie comme à l'ensemble des PVD. Toutefois, l'effet qualité reste strictement dépendant de l'état de la diffusion et d'équipement des PVD. En épousant et en investissant dans les technologies de l'information et de la communication cela peut conduire les entreprises ou les Etats à améliorer leurs modalités de transactions en termes de confort, de disponibilité, de gain de temps... De manière simultanée on constate que les TIC créent de nouveaux besoins et donc de nouvelles opportunités d'affaires. Cet effet n'a pas été considéré dans notre travail et mérité également de le considérer dans les prolongements de notre étude.

3.5. L'effet PGF

Le dernier effet concerne les effets potentiels des TIC sur la productivité globale des facteurs. Les études récentes (Galli et al., 2003) tendent à montrer que celle-ci n'a pas connue une accélération particulière. Aucun effet immédiat de l'adoption des TIC sur la combinaison travail/capital n'est constaté. Ceci peut témoigner d'une part de la

nécessité d'atteindre certains seuils critiques et d'autre part de l'absence de modifications organisationnelles substantielles permettant d'améliorer l'efficacité des processus productifs. Le débat sur le paradoxe de la productivité a montré que les performances en termes de productivité n'ont été atteintes qu'après une longue période d'accumulation du capital TIC aux Etats-Unis et que cette accumulation demeure encore faible en Tunisie !

Cependant, compte tenu des inefficiences initiales, les gains de productivité dus à l'utilisation des TIC peuvent s'avérer nettement supérieurs à ceux réalisés dans les pays du Nord. Les TIC semblent permettre d'exploiter des gisements de productivité dans certains secteurs industriels peu performants. Toutefois, il faut garder à l'esprit que les effets des TIC dépendent de leur adoption par les agents économiques, des modalités d'apprentissage recourues par les agents, du capital humain et de de l'organisation interne des firmes. Les TIC peuvent permettre une remise à plat des conditions de travail et de l'organisation industrielle accélérant les mécanismes de substitution capital/travail et par conséquent la productivité.

Conclusion

Dans ce travail nous avons tenté de montrer en quoi les TIC peuvent permettre aux pays en développement d'accélérer leur croissance et de bénéficier d'effets externes positifs. Le retard initial en matière d'équipements, d'infrastructures et de moyens peut s'avérer un handicap important de prime abord. Les potentialités qu'offrent les TIC en tant que technologies génériques et moyen d'accélérer la productivité peuvent compenser les retards signalés en matière de croissance. La discussion du cas de la Tunisie est assez illustrative de ce point de vue. En dépit d'obstacles importants en matière de diffusion des Technologies de l'Information et de Communications aux entreprises, un réseau relativement faible – puisqu'à la base le pays ne compte que dix millions d'habitants - les résultats empiriques précédents confirment l'existence de possibilités d'accélération de la croissance. Nous avons à cet égard pu montrer, qu'en dépit d'un faible niveau d'investissements en TIC (2,4% du PIB en prix constant), ces dernières contribuent à la hauteur de 3% à la production nationale et expliquent 9% de sa croissance sur la fin de la dernière décennie.

Ces résultats confirment ainsi que le fonctionnement du canal des effets multiplicateurs en ce qui concerne les TIC. Les canaux des effets «déflateur», de substitution capital/travail offrent des possibilités à court terme qui pourraient être saisies. Les canaux, «effet PGF» et «effet qualité» sont peu performants dans l'économie tunisienne à l'heure actuelle.

L'économie tunisienne demeure fondamentalement consommatrice ou utilisatrice de TIC et très peu productrice de ces produits-technologies. L'atteinte d'un stade de développement et de diffusion plus avancé permettant de mieux tirer avantage de l'utilisation de ces technologies passe par une meilleure articulation entre les secteurs producteurs et les secteurs consommateurs et une plus grande diffusion des TIC dans le tissu économique. Ce travail demeure incomplet par nature et nécessiterait d'être complété au moins dans deux directions. D'une part, en tenant compte d'une meilleure évaluation et estimation des «effets déflateur, capital deepening, qualité et PGF» dus aux TIC en adoptant de nouvelles dispositions statistiques telles qu'elles sont définies au sein de l'OCDE. D'autre part, en essayant de comprendre en quoi les effets de réseaux contribuent à expliquer une part de la croissance dans les PVD (la taille du réseau pourrait constituer une variable significative).

Bibliographie

Artus, P (2000) «Nouvelle Economie, nouveaux problèmes». In Espérances et menaces de la Nouvelle Economie. Le Cercle des Economistes. Edition Descartes et Cie.

Bailey, M. et Lawrence (2001) «Do we Have a New E-conomy?», *American Economic Review*, Vol 91, N°2, pp 308-312.

Bellon, B., Ben Youssef, A. (2003), «Le comportement des industriels face au libre-échange euro-méditerranéen», in Les stratégies des acteurs face aux libre-échange euro-méditerranéen in H. Regnault (eds), L'harmathan.

Bellon, B., Ben Youssef, A. et Rallet, A. (2003), La nouvelle économie en perspective, Economica, Paris.

Bellon, B., Ben Youssef, A. et Plunket, A. (2002) «Les facteurs déterminants des alliances industrielles stratégiques Nord-Sud : quelques enseignements de l'expérience euro-méditerranéenne », *L'Industria*, N°3, Juillet-Septembre.

Ben Youssef, A., M'henni, H. et Methamen, R. (2003) «Fracture numérique : concepts, méthodes et illustration dans le cadre euro-méditerranéen », document de travail ADIS, Université de Paris-Sud.

BIPE (2000) «Les technologies de l'information et des communications et l'emploi en France », Ministère de l'Industrie. Paris.

Boudchon, H. (2002) «Le choc de la nouvelle économie : une étude de cas sur cinq pays de l'OCDE », *Revue de l'OFCE*, octobre, pp. 245-289.

Boyer, R. (2002), «La croissance début de siècle. De l'octet au gène », Albin Michel Economie.

Bresnahan, T et Trajtenberg, (1995) «General Purpose Technologies : Engines of Growth », *Journal of Econometrics*, 65,83-108.

Brynjolfsson, E. et Hitt, L.M. (2000) « Beyond Computation : Information Technology, Organizational Transformation and Business Performance », *Journal of Economic Perspectives*, Vol 14, N°4, pp 23-48.

Carayannis, E.G. et Sagi, J. (2002), «Exploiting opportunities of the new economy : developing nations in support of the ICT industry », *Technovation*, 22, 517-524.

Cattaneo, O. (2002) «Measuring the new economy: trade and investment dimensions», Working party of the trade committee. Working Paper. DSTI/DOC(2001)7.

Cette, G., Mairesse, J et Kocoglu, Y (2000a) «Les technologies de l'information et de la communication en France : diffusion et contribution à la croissance. », *Economie et Statistiques*, N°339-340, 2000-9/10.

Cette, G., Mairesse, J. et Kocoglu, Y. (2000b) «La diffusion des technologies de l'information et de la communication en France : mesure et contribution à la croissance. », in *Nouvelle Economie*, Rapport du C.A.E coordonnée par M. Debonneuil et D. Cohen, Documentation Française.

Cette, G., Mairesse, J et Kocoglu, Y (2003), «La contribution des TIC à la croissance potentielle » présenté au 53 eme Congrès de l'AFSE. Paris.

Cohen, D et Debonneuil, M. (2000), *Nouvelle Economie*, Rapport du C.A.E Documentation Française.

Colecchia, A. et Schreyer, P. (2001) « ICT Investment and Economic Growth in the 1990's : Is the United States A Unique Case ? A comparative Study of Nine OECD Countries », Paris. <http://www.oecd.org/dsti/sti/prod/sti wp.htm>

Didier et Martinez (2000), « Le poids des Technologies de L'information et de la communication dans le système productif » in *Nouvelle Economie*, Rapport du C.A.E coordonnée par D. Cohen et M. Debonneuil, Documentation Française.

Dirk, P. et Lee, F.C. (2001) «Productivity Growth in ICT-Producing and ICT-Using Industries: A Source of Growth Differentials in the OECD?», Paris. DSTI / DOC (2001) 4. <http://www.oecd.org/dsti/sti/prod/sti wp.htm>

Gilles. F et L'Horty. Y (2003) «La Nouvelle Economie et le Paradoxe de la productivité: une comparaison France-Etats-Unis », in Bellon, Ben Youssef, et Rallet (eds) *La nouvelle économie en perspective*, Economica, Paris.

Gordon, R.J. (2000) «Does the "New economy" measure up to the great inventions of the past? ». *Journal of Economic Perspectives*. Vol.14, N°4 – fall 2000. pp. 49-74.

Gordon, R.J. (2002) «Technology and economic performance in the american economy». *NBER Working Paper Series*, N°8771.

Gordon, R.J. (2003) «Hi-Tech innovation and productivity growth: does supply create its own demand?». *NBER Working Paper Series*, N°9437.

Jorgensen, W.D. (2001) «Information Technology and the U.S. Economy», *American Economic Review*, vol 91 N° 1, 1-32.

Jorgensen, W. D. et Stiroh, K. J. (1995) «Computers and Growth», *Economics of Innovation and New Technology*, 3-4, pp. 295-316.

Jorgensen, W. D et Stiroh, K. J (2001) «Raising the speed limit: U.S Economic Growth in the Information Age», *Brookings Papers on Economic Activity*, 1, pp125-211.

Jorgenson, W. S. Ho et Stiroh, K. J (2003), "Lessons for Europe From the U.S Growth Resurgence", *CESifo Economic Studies Issue1/2003*.

Keller, W. (2000), " Do Trade Patterns and Technology Flows Affect Productivity Growth?", *The World Bank Economic Review*, vol 14, January 2000, 1, pp. 17-47.

Mairesse, J. (2003) «Y-a-t-il un paradoxe de la productivité? », in La Nouvelle Economie en Perspective, Bellon, Ben Youssef et Rallet (eds), Economica.

Mankiw, G., Romer, D. et Weil, D. (1992) «A Contribution to the Empirics of Economic Growth», *Quarterly Journal of Economics*.

Mansell, R. (1999) «Information and Communication Technologies for Development: Assessing the Potential and Risks», *Telecommunications Policy*, N°23, pp. 35-50.

M'henni, H. (2003) «Mesure et déterminants de l'innovation : une analyse empirique sur un échantillon d'entreprises manufacturières tunisiennes », In Intégration euro-méditerranéenne et stratégies économiques. Regnault (eds) L'HARMATTAN.

Morrisson, C. et Talbi, B. (1999) : La croissance de l'économie tunisienne en longue période. Série «Croissance à long terme ». Etudes du Centre de Développement. OCDE.

Mun, S. et Nadiri, M.I. (2002) «Information technology externalities: empirical evidence from 42 US industries », *NBER Working Paper Series*. N°9272.

Noll, R. G. (2000) «Telecommunications reform in developing countries», AEI-Brookings Joint Center for Regulatory Studies.

Nordhaus, W.D. (2001) «Productivity Growth and the New Economy», NBER Working Paper N°8096, January.

OCDE (1999) «Measuring the ICT Sector », http://www.oecd.org/dsti/sti/prod/sti_wp.htm.

Oliner, S. et Sichel, D. (1994) «Computers and Output Growth revisited: How big is the Puzzle ? », *Brookings Papers on Economic Activity*, 2, pp. 273-317.

Oliner, S. et Sichel, D. (2000) «The Resurgence of Growth in the Late 1990's: Is Information Technology the Story?», *Journal of Economic Perspectives*, Vol.14, N°4, pp. 3-22.

Pastre, O. (2000) « Nouvelle Economie et pays émergents », In Espérances et menaces de la Nouvelle Economie. Le Cercle des Economistes. Edition Descartes&Cie.

Petit, P. (2003) «Les temps de la nouvelle économie », in Bellon, Ben Youssef et Rallet (eds) La Nouvelle Economie en Perspective, Economica. Paris.

Pohjola, M. [2002] «The new Economy: facts, impacts and policies». *Information Economics and Policy*, 14, pp 133-144.

Roller, L.H. et Waverman, L (2001) «Telecommunications infrastructure and Economic Development: simultaneous approach ». *The American Economic Review*. Septembre.vol. 91, 4.

Triplet, J.E. (1998) «The Solow productivity paradox: what do computers do to productivity?», Brookings Institution.

UNCTAD (2000) « E-commerce and Development Report 2001 », Genève.

UNDP (1999), « New Technologies and the global race for knowledge (chap.2), Human Development Report, New York, UNDP.

UNDP (2001), « Making new technologies work for human development (Human Development Report), New York, UNDP.