

CONFÉRENCE DES NATIONS UNIES SUR LE COMMERCE ET LE DÉVELOPPEMENT
Genève

RAPPORT SUR LE COMMERCE ÉLECTRONIQUE
ET LE DÉVELOPPEMENT, 2003

Chapitre 2



NATIONS UNIES
New-York et Genève, 2003

Chapitre 2

LES TIC, L'INTERNET ET LA PERFORMANCE ÉCONOMIQUE : INCIDENCES POUR LES PAYS EN DÉVELOPPEMENT

A. L'émergence de l'économie de l'information

Ces dernières années, les économies de plusieurs pays, notamment celle des États-Unis, ont été très dynamiques. À la fin des années 90, elles ont pu croître à un rythme plus rapide qu'à aucun autre moment depuis la première crise du pétrole de 1973, tandis que l'inflation restait très modérée. Cette combinaison de forte croissance et de faible inflation a été imputée à la diffusion des nouvelles technologies de l'information et de la communication (TIC) et en particulier de l'Internet. Elle résulterait des gains de productivité que les TIC ont permis de réaliser dans la production et la distribution des biens et des services, ainsi que des améliorations qu'elles ont permis d'apporter à l'organisation des administrations et des entreprises.

Le fait que les TIC et l'Internet soient devenus un des grands moteurs de l'activité économique a accru la demande de travailleurs intellectuels, attiré davantage de capital risque pour la création d'entreprises dans ce secteur et accéléré l'innovation technologique. En conséquence, la connaissance sous diverses formes représente aujourd'hui une part croissante de l'actif des entreprises. Cet ensemble de transformations macroéconomiques et microéconomiques, qui a fait de l'information, du savoir et des réseaux qui permettent de les échanger un des principaux facteurs de croissance, a conduit de nombreux observateurs à employer des expressions telles que « nouvelle économie », « économie de l'information », « économie du savoir » ou « économie des réseaux ».

Toutefois, la chute brutale des cours boursiers depuis mars 2000 et le fléchissement conjoncturel qui l'a suivi ont suscité des doutes au sujet des effets à long terme des TIC et de l'Internet. La chute des cours boursiers a temporairement

réduit le volume des capitaux disponibles pour la création d'entreprises et pour les investissements dans les infrastructures des TIC, si bien que le niveau de ces investissements est peut-être sub-optimal du point de vue de l'ensemble de la société¹.

Il est aussi probable que les interventions de l'État sur le marché de l'innovation ont permis d'obtenir des externalités liées aux TIC qui ont contribué à stimuler l'économie des États-Unis et d'autres pays développés. La nécessité d'un appui public à l'innovation du secteur privé est liée au fait qu'il se peut qu'en raison des imperfections du marché le niveau de l'investissement soit inférieur à l'optimum social. Par exemple, les petites entreprises de haute technologie ont souvent du mal à obtenir les capitaux nécessaires pour investir dans l'innovation. C'est une des principales raisons pour lesquelles de nombreux gouvernements subventionnent la R&D des PME (Siegel, Waldman and Link 2003). Les interventions visant à remédier aux défaillances du marché consistent notamment à promouvoir le capital risque et à investir des fonds publics dans les PME. L'État doit en outre adopter de nouvelles normes, faciliter la coopération dans la R&D par une aide financière et une adaptation de la réglementation, accorder des subventions et des crédits d'impôt pour la R&D (Martin and Scott 2000) et forger des partenariats public-privé dans le domaine de la technologie. Comme le font observer Martin et Scott (2000), un autre moyen de remédier aux défaillances du marché de l'innovation consiste à créer des partenariats technologiques public-privé, qui peuvent prendre diverses formes, telles que des subventions publiques pour financer des projets réalisés par des entreprises privées, la mise en commun des ressources humaines et des équipements de laboratoire, la création d'incubateurs technologiques dans les universités, la création de parcs scientifiques, la conclusion

d'accords de licence entre les entreprises et les universités et la création d'entreprises à partir des universités. Selon quelques résultats préliminaires (Siegel, Waldman and Link 2003), l'adoption de programmes technologiques ciblés aurait entraîné une réduction des défaillances du marché dans les pays développés.

Bien que de nombreux responsables politiques, dirigeants d'entreprises et producteurs et utilisateurs des TIC restent optimistes pour ce qui est de l'impact économique à long terme des TIC et de l'Internet, il est indispensable de faire une analyse détaillée et lucide de cette question. Un tour d'horizon des travaux récents menés dans ce domaine est particulièrement utile pour les pays en développement pour deux raisons. Premièrement, ces pays n'ont pas encore exploité toutes les possibilités des TIC et sont encore en train d'élaborer des stratégies et politiques pour promouvoir leur adoption (c'est une question que nous examinerons plus en détail au chapitre 3). Deuxièmement, ils ont moins de ressources à consacrer à ces activités et ne peuvent donc pas se permettre de faire autant d'erreurs que les pays développés. Une évaluation objective de cette question aurait d'importantes incidences sur les politiques publiques, car elle permettrait aux pays en développement de formuler et de mettre en œuvre des stratégies optimales en matière de TIC et de commerce électronique, ce qui faciliterait la réalisation des objectifs de développement du Millénaire adoptés dans le cadre des Nations Unies.

Dans le présent chapitre, nous analyserons la littérature concernant les liens entre les TIC, l'Internet et les gains de productivité aux niveaux de l'entreprise, de la branche de production et de l'économie nationale. Nous fournirons le plus grand nombre de données possibles concernant l'impact des TIC et de l'Internet sur les entreprises et les branches de production des pays en développement, mais ces données sont très lacunaires. Nous examinerons aussi les données internationales qui illustrent ce phénomène de mutation technologique nécessitant des compétences spécialisées et l'impact du commerce électronique sur l'organisation des entreprises traditionnelles. Pour terminer, nous donnerons un aperçu des principales conclusions de la littérature analysée et formulerons des recommandations à l'intention des gouvernements qui souhaitent exploiter les TIC et le commerce électronique pour stimuler la croissance économique.

B. Le débat sur la productivité

1. L'impact global des TIC

La question de savoir si l'Internet aura sur l'ensemble de l'économie un impact global similaire aux grandes révolutions technologiques du passé a beaucoup retenu l'attention ces dernières années. Cela est compréhensible étant donné qu'entre 1987 et 2001 le prix des ordinateurs, compte tenu des progrès qualitatifs, a diminué de plus de 95 pour cent, ce qui a permis une diffusion extrêmement rapide des TIC : en 2000, l'investissement dans les TIC a représenté 40 pour cent du total des investissements des entreprises aux États-Unis. On peut s'attendre à ce qu'un tel investissement ait des effets sur la productivité des entreprises. Toutefois, ces effets ne sont pas toujours faciles à discerner, d'où la nécessité d'élucider le « paradoxe de la productivité » (Solow 1987)². En même temps, plusieurs études, comme celle de Liebowitz (2003), ont souligné les limites de l'impact de l'Internet sur l'économie, particulièrement en ce qui concerne les échanges entre entreprises et consommateurs.

Un très grand nombre d'études des liens entre les TIC et la performance économique ont été publiées ces dernières années. En général, leurs auteurs cherchent à déterminer l'impact des TIC sur la productivité, mais certains ont aussi étudié des aspects tels que la rentabilité des entreprises et les cours boursiers. Des études empiriques ont été faites à tous les niveaux (établissement, entreprise, branche de production et économie nationale). De nombreux auteurs font une analyse économétrique au moyen d'une fonction de production de Cogg-Douglas simple, avec un intrant additionnel correspondant aux investissements dans les TIC, par opposition aux investissements traditionnels (bâtiments et équipements). D'autres (par exemple Lichtenberg 1995 et Brynjolfsson et Hitt 1996) ont fait des estimations employant la quantité de travail correspondant aux TIC (c'est-à-dire en général le nombre de salariés considérés comme informaticiens).

Bon nombre de ces études font apparaître une corrélation entre l'utilisation de l'Internet et des TIC d'une part et les gains de productivité d'autre part. En outre, une grande partie des données récentes au niveau des entreprises laissent penser

que les TIC peuvent générer un surprofit et il y a des éléments indiquant que les surprofits de certaines entreprises ont augmenté ces dernières années. Cela est important car auparavant il n'y avait pas de consensus au sujet des résultats des études empiriques, du moins en ce qui concerne les premières d'entre elles (Sichel, 1997; Berndt, Morisson and Rosenblum 1992; Parsons, Gottlieb and Denny 1993). Morisson (1997), étudiant des données au niveau de la branche de production, a conclu que les investissements dans les TIC n'avaient eu qu'un impact très modeste sur le progrès technique.

Toutefois, la situation paraît avoir changé depuis, car bon nombre des études les plus récentes mettent en évidence une forte corrélation entre les TIC et le progrès économique. Stiroh (2001) et Jorgenson et Stiroh (2000) ont obtenu des résultats encourageants en ce qui concerne l'impact global de l'investissement dans les TIC aux États-Unis.

Contrairement à ce qu'ils avaient conclu de leur étude du début des années 90, Jorgenson, Ho et Stiroh (2002) considèrent aujourd'hui que l'impact des TIC sur la performance économique globale s'est intensifié, en particulier depuis la fin des années 90.

Les chiffres les plus importants concernant les sources de la croissance aux États-Unis sont récapitulés dans le tableau 2.1. Sur la base d'une analyse détaillée du capital investi dans les TIC, les auteurs concluent que l'investissement dans les ordinateurs, les logiciels et les réseaux de communication a été à l'origine d'une proportion beaucoup plus importante de la croissance durant les six dernières années que durant les périodes antérieures. Cela peut signifier qu'il faut faire des adaptations coûteuses pour mettre en œuvre les TIC et qu'il ne faut donc pas s'attendre à des gains de productivité spectaculaires à court terme.

TABLEAU 2.1

Les sources de la croissance aux États-Unis, 1959-2001

	1959-1973	1973-1995	1995-2001
Croissance de la production	4,18	2,78	4,07
Contribution du capital	1,77	1,40	2,03
Ordinateurs	0,07	0,20	0,49
Logiciels	0,03	0,10	0,27
Équipements de communication	0,10	0,12	0,17
Autres biens d'équipement (non informatiques)	1,57	0,98	1,10
Contribution du travail	1,24	1,12	1,12
Productivité totale des facteurs	1,16	0,26	0,92

Note : Tous les chiffres sont des taux de croissance annuels moyens en pourcentage. Les contributions des intrants sont les taux de croissance réels pondérés par la part nominale moyenne (convention employée dans cette littérature).

Source : Jorgenson, Ho et Stiroh (2002).

Dedrick, Gurbaxani et Kraemer (2003) présentent des conclusions intéressantes au sujet de ce qu'ils appellent la nature « duale » des TIC. Ils constatent que l'investissement dans les TIC, comme tout autre type d'investissement, peut être employé pour améliorer les méthodes de production de façon à accroître la productivité du travail. Cela résulte de l'accroissement du capital investi par travailleur. Toutefois, ils considèrent

que les TIC jouent un autre rôle, plus important, dans la mesure où elles réduisent le coût de la coordination des activités économiques au sein des entreprises et entre les entreprises et améliorent les méthodes et l'organisation des entreprises. Ils présentent des éléments qui donnent à penser que cela a plus d'impact sur la productivité que la simple augmentation du capital investi par travailleur.

Dans le même ordre d'idées, Morrison et Siegel (1997) se sont demandé si les études empiriques classiques des liens entre TIC et productivité ne sous-estimaient pas la rentabilité des TIC car elles ne tenaient pas compte des externalités qui accompagnent l'investissement dans les TIC. À cet effet, ils ont élargi le modèle simple de Cobb-Douglas en estimant une fonction de coût souple et dynamique (c'est-à-dire une forme fonctionnelle de Leontief généralisée) pour les industries manufacturières des États-Unis, qui tient compte du coût de l'ajustement que peut nécessiter l'adoption des TIC comme tout autre investissement. Ils font une critique générale de diverses études récentes de la croissance qui emploient une fonction de production simple pour évaluer l'impact de ce qu'ils appellent les facteurs externes (investissement dans la R&D, les ordinateurs et le capital humain) sur la croissance. Le plus important est qu'ils constatent que l'accroissement de l'investissement dans les TIC (et dans la R&D) dans une branche de production entraîne des gains de productivité dans d'autres branches de production (et notamment chez les fournisseurs et les clients). Ce constat confirme l'idée que les TIC et l'Internet sont des « technologies polyvalentes » (Helpman 1998) qui ont de nombreuses applications et des effets positifs sur la productivité dans de nombreuses industries d'aval.

Dans une étude récente, l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE 2003) a analysé la contribution des TIC à la croissance économique, ainsi que l'impact des branches de production employant et produisant des TIC sur la croissance et sur la productivité du travail, comparé à celui des autres entreprises. Les résultats de cette étude montrent de façon assez convaincante que l'investissement dans les TIC a apporté une grande contribution à la croissance dans plusieurs pays (aux premiers rangs desquels les États-Unis, le Canada, les Pays-Bas et l'Australie) et a aussi eu un effet positif net sur la croissance des autres pays de l'OCDE. En ce qui concerne la productivité, les investissements dans les TIC ont induit des gains de productivité du travail dans plusieurs pays qui ont obtenu une forte croissance (Australie, Canada et États-Unis). Dans certains de ces pays, les sous-secteurs qui ont investi des sommes particulièrement importantes dans les TIC (distribution et services financiers) ont obtenu une accélération des gains de productivité multifacteurs. Dans d'autres pays

(Finlande, Irlande et Corée), la production de produits informatiques et électroniques a apporté une contribution majeure à la productivité globale de la main-d'œuvre et à la productivité multifacteurs. Il semble qu'une partie au moins de ces gains de productivité sont structurels, puisqu'ils ont résisté au fléchissement récent de la conjoncture, en particulier dans les pays (Australie et États-Unis) où les TIC sont les plus diffusées (OCDE 2003).

Lorsqu'on analyse l'impact des TIC sur l'économie, il faut en particulier se demander si l'investissement dans les TIC a un rendement croissant et s'il produit des externalités de réseaux. Il faut aussi se demander si ce rendement croissant et ces externalités peuvent entraîner des situations dans lesquelles les entreprises qui s'engagent les premières peuvent créer un monopole. La littérature universitaire concernant l'importance de ce phénomène et, en particulier, la question de savoir si cela a pour effet que la technologie optimale (du point de vue social) est celle qui finira par dominer, est assez contradictoire. Certains auteurs montrent que des normes et technologies qu'on pourrait croire sub-optimales, comme le clavier QWERTY, le VHS et certains systèmes d'exploitation ont pu s'imposer sur le marché (David 2000), mais d'autres contestent ces affirmations et font observer qu'il n'y a guère d'éléments empiriques qui viendraient les confirmer (Liebowitz and Margolis 1990; Liebowitz 2003).

Il y a apparemment d'importantes différences entre les pays développés en ce qui concerne les effets de la diffusion des TIC. Ainsi, il apparaît que la contribution des TIC aux gains de productivité et à la croissance est moins grande dans de nombreux pays d'Europe qu'aux États-Unis³. Cet écart a subsisté malgré la convergence du taux d'investissement dans les TIC entre les États-Unis et l'Union européenne (voir tableau 2.2).

Cette différence apparente du rythme des gains de productivité peut être due en partie aux méthodes statistiques employées⁴. Elle peut aussi s'expliquer par la rigidité relative des marchés, en particulier le marché du travail, dans de nombreux pays d'Europe; selon les partisans de cette explication, les entreprises des États-Unis peuvent plus facilement réaliser les gains de productivité que permettent les TIC en adaptant leurs structures et leurs méthodes de production et en redéployant leur main-d'œuvre et autres ressources.

TABLEAU 2.2

Pourcentage du PIB consacré aux dépenses liées aux TIC dans différents pays, 1993-2001

<i>Pays</i>		<i>Pays</i>		<i>Pays</i>		<i>Pays</i>	
Nouvelle-Zélande	10,3	Colombie	7,0	Chili	5,5	Slovénie	3,7
Suède	8,8	France	6,9	Slovaquie	5,5	Mexique	3,5
Australie	8,7	République tchèque	6,8	Brésil	5,4	Turquie	3,3
Suisse	8,4	Israël	6,6	Portugal	5,3	Bulgarie	3,1
Singapour	8,3	Belgique	6,5	Vietnam	4,7	Philippines	3,1
Royaume-Uni	8,0	Finlande	6,4	Italie	4,6	Thaïlande	3,1
États-Unis	7,8	Allemagne	6,2	Province chinoise de Taiwan	4,6	Fédération de Russie	2,9
Canada	7,7	Hongrie	6,2	Grèce	4,4	Inde	2,7
Pays-Bas	7,5	Norvège	6,1	Espagne	4,2	Égypte	2,2
Danemark	7,3	Irlande	5,8	Venezuela	3,9	Indonésie	2,1
Hong Kong (Chine)	7,2	République de Corée	5,8	Argentine	3,7	États du Golfe	1,8
Japon	7,1	Malaisie	5,8	Chine	3,7	Roumanie	1,5
Afrique du Sud	7,1	Autriche	5,6	Pologne	3,7		

Source : Pohjola (2003).

Il est difficile de trouver des données montrant l'existence d'une corrélation entre l'utilisation des TIC et la performance économique des pays en développement. Il y a néanmoins quelques données anecdotiques et des études de cas, concernant en particulier les industries d'exportation traditionnelles de ces pays. Certains auteurs ont cherché à évaluer l'impact du commerce électronique interentreprises sur les résultats à l'exportation et sur la compétitivité. Leurs études donnent à penser que, même si les entreprises exportatrices traditionnelles emploient couramment les TIC, elles ne sont pas vraiment reliées aux nouvelles plate-formes de commerce électronique. Toutefois, les exportations de certains pays en développement ou en transition ont rapidement augmenté et leur accès aux marchés s'est amélioré. Cela est dû en partie à la sous-traitance et notamment à la délocalisation de certaines fonctions administratives des sociétés transnationales, phénomène que nous étudierons plus en détail au chapitre 5. Il se peut donc que le marché mondial offre à de nombreux pays en développement qui possèdent une main-d'œuvre

qualifiée et un accès suffisant au réseau Internet des créneaux prometteurs liés aux TIC.

2. Impact des TIC au niveau des branches de production et des entreprises

Il est souvent plus commode et plus convaincant de limiter les analyses de la productivité à quelques branches de production ou à certaines entreprises. Les entreprises étant des entités beaucoup plus petites que l'économie nationale, il se peut que le délai nécessaire avant qu'une politique d'investissement dans les TIC se traduise par des gains de productivité soit moins long et il est plus facile de mesurer ces gains au moyen des données comptables et financières des entreprises.

Carayannis, Alexander et Geraghty (2001) présentent quelques exemples intéressants de la façon dont deux industries traditionnelles, l'industrie pétrolière et l'industrie chimique, ont employé l'Internet pour les échanges interentreprises. Ils montrent que le commerce électronique peut être employé comme une

technologie polyvalente et que cela peut se traduire par une amélioration spectaculaire de la qualité et de la productivité des services. La première étude de cas décrit le système intégré employé par l'entreprise britannique BOC Gases pour faciliter les transactions avec ses fournisseurs. Ce système intégré est employé pour gérer le stockage, la manutention et la distribution, tant à l'achat qu'à la vente. Cela a permis de réduire considérablement le coût de l'entreposage et d'accélérer le traitement des commandes. L'entreprise emploie aussi le commerce électronique pour ses échanges avec les courtiers qui opèrent dans l'industrie chimique. Les auteurs décrivent par ailleurs comment Boeing emploie l'Internet et le commerce électronique pour adapter son rythme de production aux variations de la demande. Les autres exemples sont notamment celui de WalMart, qui emploie l'EDI pour communiquer avec ses fournisseurs, et la création par quatre entreprises chimiques (Ethyl, Eastman, Chemical et Sunoco) d'une plate-forme pour l'échange normalisé de données industrielles. C'est un exemple de création d'une infrastructure technologique pour les échanges interentreprises.

Un récent ouvrage (Brookings 2001), rédigé sous la direction de Robert Litan et Alice Rivlin, est plein d'exemples de la rentabilité de l'Internet. Les auteurs ont étudié l'impact de l'Internet sur la productivité dans huit secteurs de l'économie des États-Unis. Ces secteurs, qui représentent plus de 70 pour cent du PIB, sont l'industrie manufacturière, l'industrie automobile, les services financiers, le transport routier, la vente au détail, les soins de santé, l'enseignement supérieur et l'administration publique. Les gains de productivité sont le fruit de la baisse des coûts de transaction, de la plus grande efficacité de la gestion, de l'efficacité accrue du marché et d'autres avantages économiques tels qu'un plus large choix de produits pour les consommateurs, une amélioration de la santé et une plus grande commodité. La conclusion générale de l'étude est que l'Internet à lui seul pourrait ajouter entre 0,25 et 0,5 point de pourcentage par an aux gains de productivité réalisés aux États-Unis au cours des cinq prochaines années.

Dans Brookings (2001), McAfee, qui analyse le secteur manufacturier, présente une intéressante étude de cas sur la société Cisco Systems, qui est non seulement un des premiers producteurs mondiaux de routeurs et autres équipements pour le réseau Internet mais aussi un des plus grands utilisateurs de l'Internet pour la gestion de la sous-

traitance. Cette société estime que l'utilisation intensive de l'Internet comme outil de gestion lui a permis d'économiser 650 millions de dollars entre 1995 et 1999, ce qui correspond à 5 pour cent de son chiffre d'affaires de 1999. D'après McAfee, de nombreuses entreprises manufacturières ont imité Cisco en créant des chaînes logistiques virtuelles ou des bourses pour les échanges interentreprises qui permettent de faire des économies considérables. Cela vaut en particulier dans l'industrie manufacturière, car les intrants intermédiaires et les matières premières représentent généralement plus de la moitié du coût total des produits.

D'après Fine et Raff (Brookings 2001), les principaux gains de productivité liés à l'emploi de l'Internet dans l'industrie automobile sont dus à une nette amélioration de la gestion logistique. Ils concluent que l'entreprise qui a le mieux su employer les TIC et Internet est Daimler-Benz, qui a mis au point une approche appelée Extended Enterprise et en a déposé la marque. Ce modèle implique une transformation radicale de la manière dont l'entreprise gère ses relations avec ses fournisseurs. Daimler-Benz s'est engagée dans un partenariat à long terme avec ses fournisseurs pour mettre au point des sous-systèmes complets et pour leur faire partager les économies réalisées grâce aux TIC. L'Internet facilite la mise en œuvre d'une stratégie de « quasi-intégration verticale », souvent employée par les entreprises japonaises. Pour appliquer cette stratégie, qui s'est révélée extrêmement rentable, la société a beaucoup utilisé les TIC et l'Internet. Le modèle Dell (dans lequel les consommateurs spécifient les paramètres des micro-ordinateurs qu'ils commandent) ne pourrait pas fonctionner dans l'industrie automobile en raison de la complexité des chaînes de production et des relations avec les sous-traitants.

Dans les services financiers, Cleons et Hitt (Brookings 2001) constatent que les gains de productivité résultent de la transparence, de la stratégie de prix et de la désintermédiation. La transparence signifie que les clients (particuliers ou entreprises) peuvent étudier toute la gamme des prix et caractéristiques des différents instruments et services financiers offerts. Les auteurs examinent trois compagnies d'assurance qui offrent un service de comparaison des prix : Insuremarket, Quotesmith et eHealthInsurance.com. La différenciation des prix permet aux entreprises de traiter leurs clients différemment en fonction de ce qu'ils rapportent ou (dans le cas de l'assurance) du risque

qu'ils représentent, et la désintermédiation consiste à court-circuiter les courtiers ou agents. Des stratégies similaires ont été couramment adoptées dans le transport aérien (stratégie de différenciation des prix visant à maximiser le rendement) et le sont de plus en plus dans les services financiers. Les auteurs estiment que les gains de productivité ont permis d'économiser environ 18 milliards de dollars par an dans le seul secteur des services financiers.

Nagarajan et al. (Brookings 2001) présentent quelques intéressantes études de cas concernant le transport routier. La société ABF Freight Systems a créé un lien direct transparent qui permet aux clients d'utiliser sur leur propre site des données extraites de son site. Les autres innovations liées à l'Internet sont notamment des programmes de rationalisation des itinéraires et des cargaisons. Ces projets ont été extrêmement utiles pour les utilisateurs, en particulier ceux qui travaillent en flux tendus. Transplace.com est une nouvelle société résultant de l'alliance de six des plus grandes entreprises de camionnage cotées en bourse du pays. Sa stratégie consiste à exploiter les possibilités qu'offre le Web pour accroître la productivité, notamment en améliorant l'efficacité de la logistique, des achats et de la composition des cargaisons afin d'optimiser l'utilisation des capacités⁵.

Fountain et Osorio-Urzuá (Brookings 2001) ont constaté que l'utilisation de l'Internet pour les relations avec les administrations permet de faire des économies considérables, qui dépendent beaucoup du taux d'utilisation de l'Internet dans la communauté concernée. Cela est important pour les pays en développement, où le pourcentage d'utilisateurs de l'Internet (particuliers et entreprises) est encore très faible. Les gains de productivité résultent de la réduction des formalités et des erreurs, de l'élimination des doubles emplois (qui peuvent être très fréquents dans le secteur public) et de l'amélioration du service. Goolsbee (Brookings 2001) a étudié l'enseignement supérieur en ligne et d'autres initiatives liées à l'Internet dans le secteur de l'éducation et conclut qu'il y est possible de faire des économies considérables dans une activité qu'il qualifie de « massive, réglementée et bureaucratique ».

3. Considérations intéressantes les pays en développement

Un certain nombre d'analyses des applications des TIC dans les pays en développement, au niveau sectoriel ou au niveau de l'entreprise, ont été faites dans le but de voir si les TIC peuvent aider les communautés, les entreprises, voire des pays entiers à brûler les étapes de l'informatisation. Les données sont lacunaires, mais celles qui existent sont encourageantes.

Moodley (2002) a fait une analyse quantitative et qualitative approfondie du commerce entre les entreprises manufacturières en Afrique du Sud. Il s'est fondé sur 120 entretiens avec des responsables d'entreprises et 31 entretiens avec des spécialistes de l'industrie. Les données montrent que l'utilisation est assez faible. Bien que 87 pour cent des entreprises aient accès à l'Internet, seuls 49 pour cent avaient un site et seuls 22 pour cent employaient l'Internet pour prendre les commandes. L'auteur en conclut que le commerce électronique n'est pas encore un objectif stratégique important pour la plupart des entreprises sud-africaines. Il soutient que le commerce électronique est une évolution et non une révolution comme l'ont affirmé certains de ses partisans. D'après les données qu'il a recueillies, le commerce électronique interentreprises est encore embryonnaire et il est probable que des monopoles apparaîtront.

Masten et Kandoole (2000) ont étudié l'investissement dans les TIC au Malawi. Ils constatent que l'État a beaucoup cherché à aider les PMA à employer des TIC pour créer des emplois et accroître les revenus. Cela peut être dû au fait que le Malawi ne reçoit pas beaucoup d'investissement étranger direct de grandes multinationales étrangères. Le Malawi est un pays intéressant à étudier car les institutions associées à la promotion de l'investissement dans les TIC parmi les petites entreprises ont été aidées soit par des pays développés (Allemagne, Royaume-Uni et États-Unis), soit par des organisations internationales (ONU et Banque mondiale), soit par des organisations non gouvernementales (World Learning et Women's Village Banking).

Les auteurs concluent qu'il existe un système de soutien assez vaste pour les entreprises qui veulent exploiter les TIC au Malawi. Le jugement porté sur ces services est exceptionnellement positif et donne à penser que les ressources ont été employées efficacement. Il en est résulté une croissance dynamique des PME, d'autant plus importante que le Malawi est un pays très pauvre, puisqu'il est classé 162^e sur 175 pays selon l'indicateur de bien-être établi par le Programme des Nations Unies pour le développement (PNUD (2003)).

Humphrey et al. (2003) ont étudié les échanges interentreprises dans les secteurs de l'agriculture et de la confection au Bangladesh, au Kenya et en Afrique du Sud. Ils se sont fondés sur des entretiens conduits dans 74 entreprises. En outre, ils ont interrogé 37 experts, représentants d'associations professionnelles, fournisseurs de solutions pour le commerce électronique ou responsables d'administrations publiques dans les trois pays. En ce qui concerne les entreprises, ils se sont entretenus avec des cadres supérieurs bien placés pour donner des renseignements sur l'ampleur et les effets de l'utilisation des TIC à l'appui du commerce électronique interentreprises. Ils ont conclu que, contrairement à ce qu'on pense souvent, le simple fait que le coût de la transmission d'informations est bas ne signifie pas que le commerce électronique interentreprises soit particulièrement intéressant pour les entreprises des pays en développement ou en transition. Ils attribuent cette situation à la méconnaissance des avantages du commerce électronique, à des problèmes institutionnels et réglementaires et au fossé technologique entre pays riches et pauvres. Toutefois, dans certains cas ils ont constaté que le commerce électronique interentreprises pouvait permettre aux entreprises de se faire connaître à moindre coût. Malheureusement, de nombreuses applications Internet n'offrent pas un ensemble complet de services tels que systèmes de paiement et de règlement, assurance, gestion logistique, inspection, certification de la qualité et dédouanement. Selon les auteurs, si les entreprises des pays en développement ne peuvent pas avoir accès à de tels services pour un prix modique, il se peut que le coût de la prospection de nouveaux marchés soit prohibitif.

C. Les effets des TIC sur les salaires et sur l'environnement du travail

1. Effets des TIC sur la composition de la main-d'œuvre

La révolution des TIC a accéléré un phénomène d'évolution vers des méthodes nécessitant des compétences spécialisées, c'est-à-dire que le progrès technique se traduit par une demande accrue de travailleurs très instruits et compétents, ce qui peut entraîner une hausse des salaires relatifs de ces travailleurs et de leur poids dans la main-d'œuvre employée.

Pour étudier ce phénomène, on emploie généralement des estimations de l'équation des salaires ou de la fonction des coûts, qui comportent en général une variable fictive servant d'indicateur du progrès technique. La méthode fondée sur la fonction des coûts est préférable car elle permet de vérifier de façon formelle si le changement technique est neutre, c'est-à-dire s'il ne favorise pas un facteur de production au détriment des autres. Dans le cas du changement technique nécessitant des compétences spécialisées, on postule que le changement technique favorise une catégorie de travailleurs (c'est-à-dire les plus qualifiés) au détriment des autres.

On trouvera à l'annexe II un résumé de quelques études récentes sur les effets des TIC sur les salaires et la composition de la main-d'œuvre. Bien que leurs auteurs aient employé des méthodes différentes et analysé des données de différents pays à différents niveaux d'agrégation (individus, établissements, entreprises et branches de production), ces études confirment toutes l'existence d'un tel phénomène. En d'autres termes, l'indicateur de changement technique (dépenses de R&D, nombre d'ordinateurs, adoption de méthodes de fabrication avancées) est corrélé avec les salaires et avec l'évolution de la composition de la main-d'œuvre en faveur des travailleurs très qualifiés.

Deux études concernant les salaires (aux États-Unis et au Royaume-Uni), apportent de l'eau à ce moulin. Bartel et Sicherman (1999) ont analysé les données relatives aux travailleurs de l'enquête longitudinale nationale en établissant un

lien avec les données au niveau de la branche de production. Ils ont décelé une corrélation entre le niveau des salaires et les indicateurs de changement technique, et cette corrélation est plus forte dans les services (qui emploient davantage de TIC) que dans l'industrie. Leurs conclusions signifient que la prime de salaire qu'obtiennent les travailleurs hautement qualifiés peut être directement liée à l'accroissement de la demande de travailleurs très formés et compétents dans les branches de production touchées par la transformation technologique. Haskel (1999) a analysé des données au niveau de la branche de production (aux États-Unis) et trouvé une forte corrélation entre les salaires relatifs et l'investissement informatique. Il estime que le surcroît de salaire des travailleurs qualifiés était de 13 pour cent au Royaume-Uni dans les années 80 et que la moitié environ de la différence était imputable à l'informatique. En outre, l'informatisation a réduit la demande de travailleurs manuels (qualifiés ou non).

L'analyse des données par branche de production dans d'autres pays aboutit à des résultats similaires. Berman, Bound et Machin (1998) constatent une évolution de la structure de l'emploi en faveur des travailleurs les plus qualifiés dans de nombreux pays développés. Ils en concluent que cette évolution des salaires et de l'emploi peut être liée au changement technique. De plus, l'ordre de grandeur de la corrélation est le même dans tous les pays. Park (1996) a étudié les industries manufacturières coréennes et trouvé une corrélation entre les gains de productivité du travail et la proportion de travailleurs hautement qualifiés.

Siegel (1999) constate que la mise en œuvre d'une nouvelle technologie se traduit par des licenciements et par une modification de la composition de la main-d'œuvre et des salaires, en faveur des cols blancs. Toutefois, les données empiriques font apparaître une grande hétérogénéité en ce qui concerne la réduction des effectifs et l'élévation des compétences, en fonction du type de technologie employé. Par conséquent, il se peut que l'ampleur du phénomène dépende de la technologie mise en œuvre.

Tout cela est de bon augure pour les pays en développement. Berman et Machin (2002) ont récemment évalué le « transfert de technologie favorisant travailleurs hautement qualifiés » dans 37 pays, dont plusieurs pays en développement.

Leurs résultats empiriques donnent à penser qu'il n'y a pas de tel transfert dans les pays pauvres. Mais le plus important est qu'ils trouvent des éléments indiquant l'existence d'un tel transfert des pays et des régions à revenu élevé vers les pays et régions à revenu intermédiaire, mais pas vers les pays et régions pauvres.

L'augmentation de la demande de travailleurs qualifiés dans les pays développés a aussi entraîné une forte hausse des salaires dans de nombreux secteurs de haute technologie dans des pays à revenu intermédiaire ou à bas revenu dans lesquels il y a des zones où sont installés un grand nombre d'utilisateurs relativement avancés des TIC. Cela a incité les entreprises de haute technologie à soustraire, soit dans le même pays soit à l'étranger. De nombreuses grandes entreprises des États-Unis ont fait de gros investissements en Inde dans le logiciel et la R&D pour tirer parti du fait qu'il y a dans ce pays des ingénieurs, informaticiens et programmeurs beaucoup moins coûteux. D'autres entreprises ont procédé de la même manière en Chine.

Lal (2002) fait une étude intéressante; il a analysé des données détaillées sur 51 entreprises indiennes, concernant de nombreux aspects de la productivité et d'autres caractéristiques, notamment l'investissement dans les TIC, les salaires, les exportations, les importations, les bénéfices et le degré d'adoption des méthodes du commerce électronique. Les entreprises étaient situées dans une nouvelle ville industrielle à proximité de New Delhi appelée New Okhla Industrial Development Area. Elles avaient accès à deux fournisseurs d'accès Internet privés et à deux fournisseurs publics. Lal a fait des régressions de Tobin au niveau des entreprises concernant les facteurs déterminant les résultats à l'exportation. Cette régressions comportaient de nombreuses variables de référence et un indicateur de la nature de l'utilisation faite par l'entreprise des méthodes du commerce électronique. Les trois types de technologies employées étaient le courrier électronique, le site URL et le portail. Lal a constaté que les entreprises qui adoptaient les outils les plus avancés étaient celles qui exportaient le plus. Ce constat concernant un indicateur clé de performance des entreprises situées dans une zone industrielle en Inde pourrait être valable pour des petits pays en développement, dont le marché intérieur est souvent très étroit. Il apparaît donc que l'adoption de méthodes de commerce électronique perfectionnées peut améliorer la productivité. Un autre facteur très

important est que le coût des informaticiens est beaucoup moins élevé en Inde que dans les pays développés. Par exemple, en 1995, les analystes système gagnaient en moyenne 48 000 dollars par an aux États-Unis et 34 000 au Royaume-Uni, tandis que leurs homologues indiens n'en gagnaient que 14 000.

L'adoption des TIC a aussi eu des effets sur l'emploi féminin, en particulier dans les pays en développement (CNUCED 2000). Par exemple, dans les services liés à l'informatique, l'emploi de femmes a énormément augmenté. Aujourd'hui, les femmes constituent une proportion importante de la main-d'œuvre dans les entreprises informatisées des pays en développement, notamment en Asie, mais aussi de plus en plus en Afrique et en Amérique latine, où se créent des entreprises offrant des services informatiques. Les femmes sont généralement prédominantes dans des activités répétitives, exigeant peu de compétences ou seulement une formation technique limitée. Ces activités sont notamment la réponse aux appels téléphoniques des clients, la saisie et le traitement des données, la transcription, le traitement des réclamations et le télésecrétariat. Il est plus difficile aux femmes d'obtenir des emplois plus qualifiés et mieux payés dans l'informatique, tels que la mise au point de logiciels et la programmation ou l'analyse des systèmes d'information géographique (SIG).

2. Les TIC et l'évolution de l'environnement du travail

De nombreux économistes qui ont étudié le changement technologique favorisant les détenteurs de compétences spécialisées ont négligé le rôle de la réorganisation dans la mise en œuvre de nouvelles technologies. Ces dernières décennies de nombreuses entreprises manufacturières ont adopté de nouvelles technologies fondées sur les TIC, comme la conception assistée par ordinateur (CAO), la fabrication assistée par ordinateur (FAO), la commande numérique informatisée (CNI) et la production en flux tendus. Cela peut avoir des effets très profonds sur l'environnement du travail car l'adoption de ces technologies peut se traduire simultanément par des réductions d'effectif, par un recyclage des salariés qui ne sont pas licenciés et par une redéfinition des responsabilités résultant de l'intégration des différentes fonctions de l'entreprise (commercialisation, fabrication, R&D, comptabilité/finance, logistique, achats et conception des produits).

Il y a quelques études récentes des relations entre le changement technique et le changement organisationnel. Les auteurs ont constaté que les investissements dans les TIC s'accompagnent souvent d'une importante transformation des conditions de travail. Par exemple, Siegel, Waldman et Youngdahl (1997) ont analysé les effets de l'adoption de technologies de fabrication avancées sur les pratiques de gestion des ressources humaines en employant des indicateurs tels que la formation, la modification des responsabilités, les nouvelles possibilités de carrière et l'autonomisation des salariés. Ils ont trouvé une forte corrélation entre la mise en œuvre de certains types de technologie et l'autonomisation des salariés.

Dans le même esprit, Bresnahan, Brynjolfsson et Hitt (2002) ont trouvé des éléments indiquant qu'il y a des liens entre le changement technologique, le changement organisationnel et la productivité. Ils ont étudié les effets de la baisse du prix des TIC, de l'augmentation de l'utilisation des TIC et de la hausse de la demande relative de travailleurs hautement qualifiés. Selon eux, pour bien employer les nouvelles technologies, les entreprises doivent décentraliser la prise de décisions et adopter des méthodes de travail modernes. Ces méthodes sont notamment la formation d'équipes de travailleurs et de cercles de qualité, qui permettent aux salariés de déterminer le rythme et la méthode de travail à employer pour obtenir les meilleurs résultats.

Afin de tester leurs hypothèses, les auteurs ont estimé trois variantes d'un modèle de régression employant la demande de TIC, l'investissement dans le capital humain et la valeur ajoutée comme variables dépendantes. Les indicateurs concernant l'organisation du travail et le capital humain sont très déterminants pour la demande d'investissement dans les TIC, mais pas pour les autres types d'investissement. Ce constat confirme l'hypothèse qu'il y a une complémentarité entre l'adoption des TIC, le changement organisationnel et le capital humain. De même, les entreprises qui investissent beaucoup dans le capital humain, en se montrant plus exigeantes dans la sélection, l'évaluation et la formation des salariés, investissent en général plus dans les TIC et ont une organisation plus décentralisée.

Afin d'examiner ces complémentarités dans le cadre d'une fonction de la production ou d'une fonction des coûts, Caroli et Van Reenen (2002) ont

postulé que la mise en œuvre de stratégies complémentaires a un coût d'ajustement. Le coût d'ajustement est important car, même lorsque les entreprises s'aperçoivent qu'il est assez facile d'acheter et d'installer des équipements informatiques, elles peuvent avoir de grandes difficultés à mettre en œuvre les transformations organisationnelles complémentaires nécessaires pour intégrer toutes les composantes de leur architecture. Par conséquent, le coût de l'ajustement entraîne des différences entre entreprises en ce qui concerne l'utilisation des TIC, ses compléments organisationnels et les produits qui en résultent. Bresnahan, Brynjolfsson et Hitt (2002), se fondant sur une enquête réalisée auprès de cadres, fournissent des éléments concernant les effets des TIC sur l'environnement du travail. D'après eux, il y a une corrélation entre l'emploi des TIC et l'autonomie des travailleurs, la nécessité et la capacité de contrôler les travailleurs et la volonté de l'entreprise d'investir davantage dans le capital humain.

Enfin, Danson et Furukawa (Brookings 2001) ont examiné les initiatives Internet dans les soins de santé et l'industrie pharmaceutique. Ils ont distingué plusieurs types d'initiatives : liaison, contenu, commerce et soins. Ils affirment qu'une liaison optimale permettrait aux fournisseurs, aux assurances et aux patients d'avoir un accès continu à l'information, ce qui réduirait considérablement la demande de main-d'œuvre administrative, améliorerait le service et, surtout, permettrait aux médecins de passer plus de temps avec leurs patients. Ils ont aussi beaucoup analysé l'utilisation de l'Internet comme moyen de mieux gérer un cabinet médical. En ce qui concerne les contenus, ils ont étudié les portails consacrés aux médecins et aux patients. Ces portails permettent aux médecins de suivre plus facilement les progrès accomplis dans leur domaine et aident les patients à mieux s'informer. En ce qui concerne la composante commerce, les auteurs soulignent que le commerce électronique interentreprises permet de faire d'importantes économies dans la gestion de la chaîne logistique.

Plusieurs faits remarquables ressortent de la littérature sur les liens entre le changement technique et le changement organisationnel dans les pays développés. D'après Brynjolfsson et Hitt (2000), l'emploi des TIC est associé à un ensemble de pratiques organisationnelles complémentaires : remplacement de la production en grande série par des méthodes de fabrication souples, évolution de

l'interaction avec les fournisseurs et les clients (se traduisant généralement par des relations plus étroites), décentralisation de la prise de décisions et autres transformations organisationnelles, amélioration de la coordination et de la communication. Ces évolutions techniques et organisationnelles complémentaires accroissent la valeur des entreprises.

Il semble donc que la façon dont on emploie les TIC a des incidences sur l'organigramme, la conception et les systèmes de contrôle. Par exemple, différents chercheurs ont constaté que les travaux administratifs routiniers pouvaient être confiés à des machines, tandis que l'importance des compétences de gestion des salariés en contact avec la clientèle a augmenté. Les réseaux d'ordinateurs portables transforment la manière de travailler et les modalités de rémunération : la polyvalence est mieux récompensée et les employeurs semblent préférer engager des personnes qui ont eu une formation large et théorique et sont capables de résoudre des problèmes, compétences qui sont de plus en plus recherchées par les entreprises des pays développés. L'OCDE (2003) souligne que l'investissement dans les TIC et leur emploi ont un impact considérable sur les entreprises à condition d'être accompagnés par d'autres modifications et investissements, notamment en ce qui concerne la formation des salariés et la structure de l'organisation. Ces investissements complémentaires peuvent accroître considérablement la corrélation entre l'emploi des TIC et la productivité.

Un des effets de cette évolution est qu'un grand nombre de personnes retournent à l'école, essentiellement pour s'adapter au changement technique et organisationnel, ce qui accroît l'utilité des travailleurs intellectuels pour les entreprises et les autres organisations. Malgré l'augmentation assez importante du nombre de personnes qui reviennent après avoir été formées, la demande de travailleurs ayant des compétences informatiques et télématiques continue d'être largement supérieure à l'offre, ce qui explique en partie la prime de salaire dont ces travailleurs bénéficient. Cela explique aussi pourquoi de nombreuses sociétés multinationales ont commencé à soustraire des activités exigeant une main-d'œuvre très qualifiée dans les pays en développement, comme dans le cas de la programmation en Inde. Morrison et Siegel (2001) ont réuni des éléments qui confirment ces observations, trouvant une

corrélation entre l'investissement dans les TIC et le degré auquel les entreprises manufacturières des États-Unis sous-traitent dans le pays ou à l'étranger des services essentiellement destinés aux entreprises. (Pour une analyse plus détaillée de la sous-traitance, voir chapitre 5.)

D. Conclusion

Les résultats des recherches qui ont été faites en ce qui concerne les liens entre les TIC et la performance économique passés en revue dans le présent chapitre sont très convergents, c'est-à-dire que la majorité des auteurs ont constaté une corrélation entre un indicateur de l'investissement dans les TIC et un indicateur de performance économique à chaque niveau d'agrégation (établissement, entreprise, branche de production et pays). De plus, il apparaît que les investissements complémentaires dans la formation de la main-d'œuvre et dans la refonte de l'organisation qui permettent de maximiser le rendement de l'investissement dans les TIC contribuent aussi à faire augmenter la productivité. Les données semblent indiquer de façon assez claire que la diffusion de cette technologie polyvalente aura un effet soutenu et durable sur la productivité et la croissance, à condition que les responsables politiques mettent en œuvre des stratégies facilitant la diffusion des technologies et le redéploiement des ressources.

Bien qu'une grande partie des études se fondent sur des données concernant l'utilisation des TIC et de l'Internet dans les pays développés, les conclusions permettent de tirer des leçons importantes pour les pays en développement. Premièrement, il ne faut pas perdre de vue l'ensemble du tableau lorsqu'on examine le rendement d'un investissement dans la technologie. Les pays en développement doivent mettre en œuvre une politique technologique propice à une croissance forte et soutenue. En outre, il ne faut pas penser que le récent cycle de forte hausse et d'effondrement du marché boursier soit le signe d'un déclin de l'utilité sociale de l'investissement dans les TIC et l'Internet. Même dans les pays développés, où l'environnement institutionnel, technologique et infrastructurel est beaucoup plus favorable, il a fallu plusieurs décennies pour que les investissements dans les TIC se traduisent par une accélération notable de la croissance.

Pour créer un environnement permettant aux TIC de réaliser tout leur potentiel, il faut mettre en

œuvre une stratégie portant sur les aspects suivants : sensibilisation, infrastructures et accès, réglementation, formation et création de contenus locaux. Ces points font l'objet du chapitre 3 du présent rapport. Toutefois, nous pouvons déjà souligner quelques éléments liés à l'impact des TIC sur la productivité. Ces éléments définissent les principales carences auxquelles les responsables des pays en développement doivent remédier pour accroître la rentabilité sociale de l'investissement dans les TIC.

La première carence concerne la méconnaissance des pratiques optimales en matière d'utilisation des TIC. Il convient donc que les gouvernements encouragent les entreprises à mieux s'informer sur les meilleures manières d'employer les TIC dans leur branche de production, de façon à optimiser le choix des technologies. Il faut aussi qu'ils encouragent l'adoption des meilleures pratiques en matière de commerce électronique en les adoptant eux-mêmes, en particulier dans des domaines comme la passation des marchés. Ce faisant, ils contribueront non seulement à diffuser des gains de productivité dans toute l'économie mais aussi à obtenir des avantages plus directs, tels que la réduction des dépenses budgétaires et l'amélioration de la transparence du secteur public.

Il faut aussi que les États investissent suffisamment dans les infrastructures liées aux TIC. Des politiques de promotion du développement des infrastructures peuvent contribuer à améliorer l'accès à l'Internet avec des liaisons à haut débit peu coûteuses. Les gouvernements peuvent adopter des politiques visant à promouvoir la mise au point et l'emploi de logiciels appropriés et notamment de logiciels libres (voir chapitre 4). Il faut en outre appliquer des politiques et prendre des mesures législatives visant à améliorer la sécurité des transactions électroniques et à promouvoir la confiance envers le commerce électronique. Aujourd'hui, dans de nombreux pays en développement les entreprises sont parfois réticentes à publier des informations en ligne, ce qui est un obstacle majeur à l'exploitation du commerce électronique pour la vente directe aux consommateurs et pour les échanges inter-entreprises.

Il incombe aussi à l'État d'éliminer un obstacle majeur, à savoir le manque de compétences informatiques de la main-d'œuvre. Pour cela, on peut procéder de plusieurs manières. Une approche consiste à offrir des formations

théoriques et pratiques ou du moins à encourager les établissements d'enseignement publics à réorienter leurs programmes dans ce sens. Une autre consiste à offrir des incitations (avantages fiscaux ou subventions) aux entreprises pour qu'elles prennent en charge cette formation.

Si, ce qui paraît possible, les défaillances du marché se traduisant par un niveau d'investissement suboptimal dans les TIC sont très aiguës, il se peut que les pouvoirs publics n'aient pas les moyens d'y remédier. Cela vaut en particulier pour les petits pays en développement. Dans ce cas, on peut envisager diverses formes de collaboration, telles que les partenariats public-privé et la formation d'alliances ou de consortiums. Ces collaborations seraient utiles pour :

- faciliter l'accès aux capitaux afin de stimuler l'investissement dans les TIC;
- améliorer la formation de la main-d'œuvre afin de faciliter la mise en œuvre des nouvelles technologies;
- encourager la création et l'extension de réseaux qui permettent d'accroître la rentabilité privée (au niveau des entreprises) et sociale des TIC et du commerce électronique; et
- répondre aux préoccupations concernant le partage de renseignements confidentiels.

Il faut que les gouvernements, le secteur privé, l'ensemble de la société et en particulier la communauté des chercheurs des pays en développement se rendent compte que l'on ne peut pas traiter les TIC comme un phénomène homogène. Chaque type d'investissement dans les TIC soulève des difficultés spécifiques. Néanmoins-moins, d'après les données empiriques dont on dispose, il semble qu'en fait les TIC pourraient entraîner des gains de productivité plus importants dans les entreprises des pays en développement que dans celles des pays développés. Toutefois, pour maximiser les effets positifs des TIC, il faut consacrer beaucoup d'efforts à la compréhension des caractéristiques sectorielles liées à la structure des marchés (degré de concentration), à la logistique et aux ressources mises à la disposition des entreprises. Dans son rapport sur le commerce électronique et le développement, la CNUCED a à plusieurs reprises

examiné les caractéristiques de certains secteurs ou branches de production et les politiques et stratégies envisageables en matière de TIC (2001, 2002)⁶

Dans les pays en développement, il est probable que les caractéristiques ne seront pas les mêmes que dans les pays développés, y compris au sein d'une même branche de production. Les pays en développement, dont les systèmes de gestion des risques sont relativement faibles et qui ont moins de ressources à investir, ne peuvent pas se permettre de gaspiller leurs ressources techniques, financières et humaines sur la foi de promesses irréalistes. Ils doivent prendre des décisions prudentes en matière d'investissement dans les TIC et chercher leur place dans la société de l'information.

À long terme, les TIC et l'Internet auront une rentabilité sociale élevée pour les pays qui investissent dans ces technologies et les emploient de façon avisée. Le rythme du progrès technique, dans la production de marchandises comme dans la production de services, ne donne aucun signe de fléchissement. En conséquence, les produits informatiques deviennent de plus en plus abordables pour les entreprises et les particuliers dans les pays dont le revenu par habitant est bas. Le coût est de moins en moins un obstacle à l'acquisition des nouvelles technologies dans ces pays. La conclusion générale est que les pays en développement peuvent accroître leur compétitivité internationale et stimuler leur croissance en investissant dans les TIC. Il incombe donc aux responsables publics de ces pays de faire en sorte que les entreprises puissent opérer dans un environnement propice et soient suffisamment incitées à s'intégrer dans l'économie de l'information à tous les niveaux, de façon à accroître leur compétitivité à l'exportation.

En raison de la forte corrélation qui existe entre l'investissement technologique et la croissance, on peut imaginer que les pays en développement pourraient accélérer le rythme de leur croissance en investissant de façon optimale dans les TIC et l'Internet. À cet égard, les responsables publics pourraient s'inspirer des résultats des études que nous avons passé en revue, qui pour la plupart ont été faites dans des pays développés, pour mettre en œuvre une stratégie plus active en matière de TIC et de commerce électronique. Toutefois, il ne faut pas oublier que l'expérience acquise par les pays développés

d'Amérique du Nord, d'Europe et d'Asie et par certains des pays en développement les plus avancés montre que les responsables doivent faire des arbitrages en matière de TIC, en raison de la spécificité de l'environnement physique, institutionnel et juridique du pays, de son avantage comparatif et de la conception du rôle de l'État dans l'économie et dans la société en général. En

d'autres termes, il n'y a pas de modèle unique applicable à tous les pays pour avancer dans la société de l'information. Lorsqu'ils intègrent les TIC dans leurs stratégies de développement, les gouvernements des pays en développement doivent tenir compte des préférences et priorités économiques, sociales, culturelles et politiques de leur société.

NOTES

1. Au plus fort de la révolution de l'Internet, selon certains chercheurs le niveau optimal de l'investissement dans la R&D aurait été au moins quatre fois plus important que son niveau effectif. Voir Jones and Williams (1998).
2. La controverse concernant la contribution des TIC aux gains de productivité est due en grande partie à la boutade du prix Nobel Robert Solow qui a dit en 1987 qu' « on peut voir l'ordinateur partout sauf dans les statistiques de la productivité » (Solow 1987).
3. Voir par exemple Daveri (2002).
4. Voir Lequiller (2001).
5. Dans une branche d'activité aussi fragmentée que le transport routier, il importe de pouvoir adapter les cargaisons en fonction des camions disponibles.
6. La CNUCED a analysé le développement du commerce électronique dans le tourisme, la logistique, la banque, l'assurance, l'édition et le secteur agricole, et le gouvernement électronique.

BIBLIOGRAPHIE

- Bartel AP and Sicherman N (1999). Technological change and wages: An interindustry analysis. *Journal of Political Economy* 107: 285–325.
- Berman E, Bound J and Machin S (1998). Implications of skill-biased technical change: International evidence. *Quarterly Journal of Economics* 112: 1245–79.
- Berman E and Machin S (2000). Skill biased technology transfer around the world. *Oxford Review of Economic Policy* 16: 12–22.
- Berndt ER, Morrison CJ and Rosenblum LS (1992). High Tech Capital Formation and Labor Composition in U.S. Manufacturing Industries: An Exploratory Analysis. NBER Working Paper No. 4010, Cambridge, MA.
- Bharadwaj AS, Bharadwaj SG and Konsynski BR (1999). Information technology effects on firm performance as measured by Tobin's q. *Management Science* 45: 1008–24.
- Bresnahan TF, Brynjolfsson E and Hitt LM (2002). Information technology, workplace organization, and the demand for skilled labor: Firm-level evidence. *Quarterly Journal of Economics* 117: 339–76.
- Brookings Institution (2001). *The Economic Payoff from the Internet Revolution*. Washington, DC, Brookings Institution Press.
- Brynjolfsson E and Hitt LM (1996). Paradox lost: Firm-level evidence on returns to information systems spending. *Management Science* 42: 541–58.
- Brynjolfsson E and Hitt LM (2000). Beyond computation: Information technology, organizational transformation, and business performance. *Journal of Economic Perspectives* 14 (4): 23–48.
- Carayannis EG, Alexander J and Geraghty J (2001). Service sector productivity: B2B electronic commerce as a strategic driver. *Journal of Technology Transfer* 26 (4): 337–50.
- Caroli E and Van Reenen J (2002). Skill-biased organizational change: Evidence from a panel of British and French establishments. *Quarterly Journal of Economics* 116: 1449–92.
- Daveri F (2002). The new economy in Europe, 1991–2001. *Oxford Review of Economic Policy* 18 (3): 345–55.
- David P (2000). Path dependence, its critics and the quest for 'historical economics.' In: Garrouste P and Ionnides S, eds. *Evolution and path dependence in economic ideas: Past and present*. Cheltenham, England, Edward Elgar.

- Dedrick J, Gurbaxani V and Kraemer KL (2003). Information Technology and Economic Performance: A Critical Review and Empirical Evidence. Working paper. Center for Research on Information Technology and Organizations, University of California at Irvine.
- DiNardo JE and Pischke JS (1997). The returns to computer use revisited: Have pencils changed the wage structure too? *Quarterly Journal of Economics* 112: 291–303.
- Dunne T, Foster L, Haltiwanger J and Troske KR (2000). Wages and Productivity Dispersion in U.S. Manufacturing: The Role of Computer Investment. NBER Working Paper No. 7465, Cambridge, MA.
- Entorf H and Kramarz F (1998). The impact of new technologies on wages and skills: Lessons from matching data on employees and on their firms. *Economics of Innovation and New Technology* 5: 165–99.
- Gera S, Wu W and Lee FC (1999). Information technology and labour productivity growth: An empirical analysis for Canada and the United States. *Canadian Journal of Economics* 32 (2): 384–407.
- Goldstein A and O'Connor D (2000). E-Commerce for Development: Prospects and Policy Issues. Technical Paper No. 164. OECD Development Centre, Paris, France .
- Gordon RJ (2000). Does the “new economy” measure up to the great inventions of the past? *Journal of Economic Perspectives* 14: 49–74.
- Greenan N and Mairesse J (1996). Computers and Productivity in France: Some Evidence. NBER Working Paper No. 5836, Cambridge, MA.
- Haskel J (1999). Small firms, contracting-out, computers and wage inequality: Evidence from U.K. manufacturing. *Economica* 66: 1–21.
- Helpman E, ed. (1998). *General Purpose Technologies and Economic Growth*. Cambridge, MA, MIT Press.
- Humphrey J, Mansell R, Paré D and Schmitz H (2003). The Reality of E-Commerce with Developing Countries. A report prepared for the Department for International Development's Globalisation and Poverty Programme jointly by the London School of Economics and the Institute of Development Studies, Sussex, London/Falmer. <http://www.gapresearch.org/production/ecommerce.html>
- Jones CI and Williams JC (1998). Measuring the social returns to R&D. *Quarterly Journal of Economics* 113 (4): 1119–35.
- Jorgenson DW, Ho MS and Stiroh KJ (2002). Lessons for Europe from the U.S. growth resurgence. Paper presented at the Munich Economic Summit on Europe after Enlargement, June 7–8.
- Jorgenson DW and Stiroh KJ (2000). Raising the speed limit: U.S. economic growth in the information age. *Brookings Papers on Economic Activity* 1: 125–211.
- Joseph KJ (2002). Growth of ICT and ICT for Development: Realities of the Myths of the Indian Experience. WIDER Discussion Paper 2002/78. United Nations University/World Institute for Development Economics Research. <http://www.wider.unu.edu/publications/publications.htm>
- Lal K (2002). E-Business and Export Behaviour. WIDER Discussion Paper 2002/68. United Nations University/World Institute for Development Economics Research. <http://www.wider.unu.edu/publications/publications.htm>
- Lehr W and Lichtenberg FR (1998). Computer use and productivity growth in U.S. Federal Government agencies, 1987 to 1992. *Journal of Industrial Economics* 46 (2): 257–79.
- Lehr W and Lichtenberg FR (1999). Information and its impact on productivity: Firm-level evidence from government and private data sources, 1977–1993. *Canadian Journal of Economics* 32 (2): 335–62.
- Lequiller F (2001) The New Economy and the Measurement of GDP Growth. INSEE Working Paper G2001/01. Paris, Février.
- Licht G and Moch D (1999). Innovation and information technology in services. *Canadian Journal of Economics* 32 (2): 363–83.
- Lichtenberg FR (1995). The output contributions of computer equipment and personnel: A firm-level analysis. *Economics of Innovation and New Technology* 3 (3): 201–17.

- Liebowitz S (2003). *Rethinking the Network Economy: The True Forces Driving the Digital Market Place*. New York, Amacom Press.
- Liebowitz S and Margolis S (1990). The fable of the keys. *Journal of Law and Economics* 33: 1–25.
- Link AN, Paton D and Siegel DS (2002). An analysis of policy initiatives to promote strategic research partnerships. *Research Policy* 31 (8–9): 1459–66.
- Link AN and Siegel DS (2003). *Technological Change and Economic Performance*. London and New York, Routledge.
- Loveman GW (1994). An assessment of the productivity impact of information technologies. In: Allen TJ and Scott Morton MS, eds. *Information Technology and the Corporation of the 1990s: Research Studies*. New York, Oxford University Press.
- Maddison A (1982). *Phases of Capitalist Development*. New York, Oxford University Press.
- Martin S and Scott JT (2000). The nature of innovation market failure and the design of public support for private innovation. *Research Policy* 29 (4–5): 437–48.
- Masten J and Hartmann GB (2000). The transfer of small business assistance strategies to emerging countries: The case of Malawi. *Journal of Technology Transfer* 25 (3): 289–298.
- McGuckin RH and Stiroh KJ (1999). Computers and productivity: Are aggregation effects important? Unpublished manuscript, November.
- McGuckin RH, Streitwieser ML and Doms M (1998). The effect of technology use of productivity growth. *Economics of Innovation and New Technology* 7: 1–27.
- Moodley S (2002). *Competing in the Digital Economy: The Dynamics and Impact of B2B E-Commerce on the South African Manufacturing Sector*. WIDER Discussion Paper 2002/79. United Nations University/World Institute for Development Economics Research. <http://www.wider.unu.edu/publications/publications.htm>
- Morrison C and Siegel D (1997). External capital factors and increasing returns in U.S. manufacturing. *Review of Economics and Statistics* 79 (4): 647–54.
- Morrison PCJ and Siegel DS (2001). The impact of technology, trade, and outsourcing on employment and labor composition. *Scandinavian Journal of Economics* 103 (2): 241–64.
- Mowery D and Simcoe T (2003). Is the Internet a U.S. invention? An economic and technological history of computer networking. *Research Policy* 31 (8–9): 1369–87.
- Nordhaus WD (2002). *The Mildest Recession: Output, Profits, Stock Prices as the United States Emerges from the 2001 Recession*. NBER Working Paper No. 8938, Cambridge, MA.
- Nour SSOM (2002). *ICT Opportunities and Challenges for Development in the Arab World*. WIDER Discussion Paper 2002/83. United Nations University/World Institute for Development Economics Research. <http://www.wider.unu.edu/publications/publications.htm>
- Oliner S and Sichel D (1994). Computers and output growth revisited: How big is the puzzle? *Brookings Papers on Economic Activity: Macroeconomics* 2: 273–317.
- Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) (2003). *ICT and Economic Growth: Evidence from OECD Countries, Industries and Firms, DSTI/IND/ICCP (2003) 2/FINAL*. Paris, OECD, 22 April.
- Park KS (1996). Economic growth and multiskilled workers in manufacturing. *Journal of Labor Economics* 12: 254–85.
- Parsons DJ, Gottlieb CC and Denny M (1993). Productivity and computers in Canadian banking. *Journal of Productivity Analysis* 4: 91–110.
- PNUD (2003). *Rapport mondial sur le développement humain 2003*. Publié par Economica pour le Programme des Nations Unies pour le développement.
- Pohjola M (2003). The adoption and diffusion of ICT across countries: Patterns and determinants. In: *The New Economy Handbook*. Academic Press, forthcoming.
- Regev H (1998). Innovation, skilled labor, technology and performance in Israeli industrial firms. *Economics of Innovation and New Technology* 5: 301–24.
- Reilly KT (1995). Human capital and information. *Journal of Human Resources* 30: 1–18.

- Sichel D (1997). *The Computer Revolution: An Economic Perspective*, Washington, DC, Brookings Institution.
- Siegel D (1997). The impact of computers on manufacturing productivity growth: A multiple-indicators, multiple-causes approach. *Review of Economics and Statistics*. 79 (1): 68–78.
- Siegel D (1999). *Skill-Biased Technological Change: Evidence from a Firm-Level Survey*. W. E. Upjohn Institute for Employment Research. Kalamazoo, MI, W. E. Upjohn Institute Press.
- Siegel D and Griliches Z (1992). Purchased services, outsourcing, computers, and productivity in manufacturing. In: Griliches Z, ed. *Output Measurement in the Service Sector*. Chicago, University of Chicago Press, 429–58.
- Siegel DS, Waldman D and Link AN (2003). Assessing the impact of organizational practices on the relative productivity of university technology transfer offices: An exploratory study. *Research Policy* 32: 27–48.
- Siegel DS, Waldman D and Youngdahl WE (1997). The adoption of advanced manufacturing technologies: Human resource management implications. *IEEE Transactions on Engineering Management* 44 (3): 288–98.
- Solow RM (1987). We'd better watch out. *New York Times Book Review*, July 12: 36.
- Stiroh KJ (1998). Computers, productivity, and input substitution. *Economic Inquiry* 36 (2): 175–91.
- Stiroh KJ (2001). What drives productivity growth? *Federal Reserve Bank of New York Economic Policy Review* March: 37–59.
- Temple J (2002). The assessment: The new economy. *Oxford Review of Economic Policy* 18 (3): 241–64.
- Udo GJ and Edoho FM (2000). Information technology transfer to African nations: An economic development mandate. *Journal of Technology Transfer* 25 (3): 329-342.
- UNCTAD (2001). *E-Commerce and Development Report 2001*. United Nations publication, Sales no. E.01.II.D.30, New York and Geneva.
- UNCTAD (2002). *E-Commerce and Development Report 2002*. United Nations publication, New York and Geneva. <http://www.unctad.org/ecommerce>
- UNDP (2003). *Human Development Report 2003*. Published for the United Nations Development Programme. New York and Oxford, Oxford University Press.
- Wolff EN (1999). The productivity paradox: Evidence from indirect indicators of service sector productivity growth. *Canadian Journal of Economics* 32 (2): 281–308.
- World Information Technology and Services Alliance (WITSA) (2002). *Digital Planet 2002: The Global Information Economy*. Vienna, VA, WITSA.

ANNEXE I

Études empiriques récentes de l'impact des TIC sur la performance économique

<i>Auteur</i>	<i>Méthode</i>	<i>Pays/secteur</i>	<i>Niveau d'agrégation</i>	<i>Résultats</i>
Dunne, Foster, Haltiwanger et Troske (2000)	Régression de la productivité du travail par rapport à l'investissement informatique	États-Unis / Industrie manufacturière	Établissement	Corrélation entre l'investissement informatique et la productivité du travail, qui paraît augmenter avec le temps
McGuckin et Stiroh (1999)	Fonction de production de Cobb-Douglas avec le capital informatique	États-Unis / Industrie manufacturière et services	Ensemble, grands secteurs et branches de production à deux chiffres de la SIC	Rentabilité supérieure à la moyenne de l'investissement informatique à tous les niveaux
Lehr et Lichtenberg (1999)	Fonction de production de Cobb-Douglas avec le capital informatique et le travail	États-Unis / Industrie manufacturière et services	Entreprise	Rentabilité supérieure à la moyenne de l'investissement informatique, en particulier des micro-ordinateurs; la rentabilité de l'informatique semble avoir culminé en 1986 ou 1987
Wolff (1999)	Régressions d'indicateurs non paramétriques de la productivité totale des facteurs	États-Unis / Industrie manufacturière et services	Branche de production (85 secteurs)	Pas de corrélation entre l'investissement informatique et les gains de productivité; faible corrélation dans les industries manufacturières entre 1977 et 1988
Licht et Moch (1999)	Fonction de production de Cobb-Douglas comprenant trois types d'ordinateurs (terminaux périphériques, postes de travail UNIX et micro-ordinateurs)	Allemagne / Industrie manufacturière et services	Entreprise	Forte corrélation entre les PC et la productivité dans l'industrie manufacturière et les services
Gera, Wu et Lee (1999)	Fonction de production de Cobb-Douglas avec le capital informatique	États-Unis et Canada / Industrie manufacturière	Branche de production	Faible corrélation entre l'investissement informatique et les gains de productivité du travail
Bharadwaj, Bharadwaj et Kronsynski (1999)	Régression du q de Tobin par rapport à des indicateurs d'investissement dans l'informatique	États-Unis / Industrie manufacturière et services	Entreprise	Corrélation entre l'investissement informatique et le q de Tobin
McGuckin, Streitwieser et Doms (1998)	Régressions de la productivité du travail par rapport à une variable fictive indiquant si l'établissement emploie des technologies de fabrication informatisées	États-Unis / Industrie manufacturière et services	Établissement	Les établissements employant des technologies informatiques avancées ont une plus grande productivité; la corrélation entre l'emploi de technologies et les gains de productivité est plus faible

Annexe I (suite)

<i>Auteur</i>	<i>Méthode</i>	<i>Pays/secteur</i>	<i>Niveau d'agrégation</i>	<i>Résultats</i>
Lehr et Lichtenberg (1998)	Fonction de production de Cobb-Douglas avec le capital informatique et le travail	États-Unis / Secteur public	Organisation (administration publique)	Rentabilité supérieure à la moyenne de l'investissement informatique
Stiroh (1998)	Méthode visant à calculer la croissance sectorielle et régression fondée sur une fonction de production de Cobb-Douglas	États-Unis / Industrie manufacturière et services	Branche de production à deux chiffres de la SIC	Le secteur de la production d'ordinateurs (SIC 35) a apporté une forte contribution à la croissance; les autres secteurs n'ont pas apporté une contribution similaire. Il n'y a pas de corrélation entre l'informatisation et la productivité totale des facteurs au niveau sectoriel.
Siegel (1997)	Modèle à variables latentes : régression d'indicateurs paramétriques et non paramétriques de la productivité totale des facteurs par rapport au taux d'investissement dans l'informatique	États-Unis / Industrie manufacturière Position à 4 chiffres de la SIC	Branche de production	Lorsqu'on introduit une variable témoin dans le modèle pour tenir compte des erreurs de mesure, l'informatique a un effet statistiquement significatif sur la productivité.
Morrison et Siegel (1997)	Estimation d'une fonction de coût dynamique avec les équipements de haute technologie	États-Unis / Industrie manufacturière	Branche de production à 4 chiffres de la SIC	Les investissements "externes" dans l'informatique par les branches de production connexes (branches à 4 chiffres à l'intérieur d'un secteur à 2 chiffres) accroissent la productivité
Greenan et Mairesse (1996)	Fonction de production de Cobb-Douglas avec le capital informatique	France / Industrie manufacturière et services	Établissement	L'impact de l'installation d'ordinateurs est positif et au moins aussi important que pour d'autres types d'équipements. La rentabilité paraît être plus élevée dans les services que dans l'industrie manufacturière.
Brynjolfsson et Hitt (1996)	Fonction de production de Cobb-Douglas avec le capital informatique et le travail	États-Unis / Industrie manufacturière et services	Établissement	Rentabilité supérieure à la normale du capital informatique et de la main-d'œuvre
Lichtenberg (1995)	Fonction de production de Cobb-Douglas avec le capital informatique et la main d'œuvre	États-Unis / Industrie manufacturière et services	Établissement	Rentabilité supérieure à la normale du capital informatique et de la main-d'œuvre
Oliner et Sichel (1994)	Méthodes de comptabilisation de la croissance pour estimer la contribution des ordinateurs à la croissance économique	États-Unis	Niveau global	Avec les postulats néo-classiques habituels, l'informatique n'explique qu'un petit pourcentage (0,15%) de la croissance économique annuelle moyenne

Annexe I (suite)

<i>Auteur</i>	<i>Méthode</i>	<i>Pays/secteur</i>	<i>Niveau d'agrégation</i>	<i>Résultats</i>
Jorgenson et Stiroh (2000)	Analyse explicative de la croissance	États-Unis	Niveau global	La contribution de l'informatique à la croissance a beaucoup augmenté entre le milieu et la fin des années 90
Parsons, Gottlieb et Denny (1993)	Estimation d'une fonction de coût translog avec le capital informatique	Canada/Services	Branche de production	Très faible rentabilité de l'investissement informatique pour les banques
Loveman (1994)	Estimation d'une fonction de production de Cobb-Douglas	États-Unis / Industrie manufacturière et services	Établissement commercial	L'estimation de l'élasticité de la production pour les ordinateurs n'est pas significative (le « produit marginal » est nul)
Siegel et Griliches (1992)	Corrélation entre des indicateurs non paramétriques de la productivité totale des facteurs et le taux d'investissement dans l'informatique	États-Unis / Industrie manufacturière	Branche de production à 4 chiffres de la SIC	Corrélation positive entre le taux d'investissement dans l'informatique et la croissance de la productivité totale des facteurs

^a *Standard international classification.*

Source: Link and Siegel (2003), pp. 93–95.

Annexe II

**Études empiriques récentes de l'impact des TIC
sur les salaires et sur la composition de la main-d'œuvre**

<i>Auteur</i>	<i>Méthode</i>	<i>Pays</i>	<i>Niveau d'agrégation</i>	<i>Indicateurs de changement technique</i>	<i>Indicateurs du travail fourni</i>	<i>Résultats</i>
Bartel et Sicherman (1999)	Estimation d'équations des salaires	États-Unis	Comparaison entre les données relatives aux travailleurs (NLSY) ^b et les données au niveau de la branche de production	Dépenses d'informatique et de R&D	Travailleurs affectés à la production et autres travailleurs	Corrélation entre le salaire et les indicateurs de changement technique, plus forte pour les travailleurs non affectés à la production que pour les travailleurs affectés à la production; la différence de salaire est imputée à la demande de compétences informatiques dans les industries touchées par le changement technique
Haskel (1999)	Régression des variations des salaires relatifs par rapport à l'investissement informatique	Royaume-Uni	Branche de production à 3 chiffres de la SIC	Variable fictive indiquant si l'usine a introduit de nouveaux équipements employant des micro-processeurs	Travailleurs qualifiés et non qualifiés	Corrélation positive entre les salaires relatifs et les ordinateurs; la prime est montée jusqu'à 13% dans les années 80 au Royaume-Uni; l'achat d'ordinateurs explique environ la moitié de cette augmentation
Morrison et Siegel (2001)	Estimation d'une fonction de coût dynamique avec les équipements de haute technologie	États-Unis	Branche de production à 4 chiffres de la SIC	Capital informatique et R&D	Quatre types de travailleurs classés en fonction du niveau d'éducation	L'informatisation et la R&D réduisent la demande de travailleurs sans formation universitaire et accroissent la demande de travailleurs ayant un minimum d'éducation universitaire. Le commerce a un important effet indirect sur la demande de travailleurs peu formés car il stimule l'investissement dans l'informatique
Berman, Bound et Machin (1998)	Corrélation inter-pays des variations de la proportion de travailleurs non affectés à la production au sein d'une branche de production	9 pays de l'OCDE	Positions à 2 et à 3 chiffres de la SIC	Dépenses consacrées à l'achat d'ordinateurs et à la R&D	Emploi et salaires des travailleurs affectés à la production et des autres travailleurs	Corrélation positive dans 9 pays de l'OCDE en ce qui concerne la variation de la part des travailleurs non affectés à la production au sein des branches de production
DiNardo et Pischke (1997)	Estimation d'équation des salaires	Allemagne	Comparaison entre les données relatives aux travailleurs (NLSY) ^b et les données par branche de production	Variable fictive pour les acteurs suivants: le travailleurs est-il assis, emploie-t-il un téléphone, une calculatrice, un crayon ou un stylo ?	Données détaillées sur les travailleurs: âge, sexe, race, syndicalisation, région	Les travailleurs qui emploient un ordinateur gagnent plus que la moyenne, mais il en va de même pour ceux qui travaillent assis ou emploient une calculatrice, un téléphone, un crayon et un stylo

Annexe II (suite)

<i>Auteur</i>	<i>Méthode</i>	<i>Pays</i>	<i>Niveau d'agrégation</i>	<i>Indicateurs de changement technique</i>	<i>Indicateurs du travail fourni</i>	<i>Résultats</i>
Park (1996)	Régression des variations des salaires relatifs des travailleurs qualifiés et non qualifiés employant des ordinateurs	Corée	Branche de production à 2 chiffres de la SIC	Gains de productivité du travail	Tous les travailleurs, sauf les travailleurs sans qualifications	Corrélation positive entre les gains de productivité du travail et la proportion d'ouvriers polyvalents dans l'industrie manufacturière coréenne
Entorf et Kramarz (1998)	Estimation d'équations des salaires	France	Données sur les travailleurs et les entreprises qui les emploient	Données au niveau des entreprises sur l'utilisation de trois technologies informatisées	Selon la catégorie: cols bleus avec et sans qualifications, employés de bureau, cadres, ingénieurs, spécialistes	Corrélation entre l'utilisation de la technologie et les salaires; les travailleurs les moins qualifiés obtiennent la plus forte prime
Regev (1998)	Estimation d'une fonction de production	Israël	Entreprise	Indicateurs de technologie fondés sur la qualité de la main-d'œuvre et du capital et sur l'investissement en R&D	Pas de décomposition de la main-d'œuvre	Création de nouveaux emplois durant une période de compression des effectifs

^a Classification internationale type.

^b Étude longitudinale nationale des jeunes.

Source: Link et Siegel (2003), pp. 82–87.

Annexe III

Exemples de projets novateurs employant les TIC dans les pays en développement

<i>Pays</i>	<i>Description du projet</i>
Chili	Création d'une solide industrie du logiciel grâce à un partenariat public-privé réunissant les entreprises, les universités et les pouvoirs publics
Égypte	Mise au point de plusieurs applications télématiques pour l'emploi et le gouvernement électronique et création d'un centre régional de développement des technologies de l'information
Gambie	Mise en place d'une infrastructure de télécommunications efficace avec plusieurs applications
Inde	Construction de satellites pour créer un réseau de communication couvrant tout le pays
Singapour	Emploi de l'EDI dans le port, qui est aujourd'hui considéré comme un des meilleurs du monde en matière d'utilisation des TIC
Tunisie	Création d'un centre régional de développement des TIC

Source: Udo et Edoho (2000).