

# PRODUCTIVITÉ ET TECHNOLOGIES DE L'INFORMATION

BENOIT A. AUBERT

LAURENT DA SILVA

BLAIZE HORNER REICH

CHARLES-DAVID SAUVAGEAU-FRANCHE

Septembre 2009



**Centre sur la productivité  
et la prospérité**

**HEC MONTRÉAL**



Créé en 2009, le Centre sur la productivité et la prospérité de HEC Montréal a une double vocation.

Le Centre se veut d'abord un organisme voué à la recherche sur la productivité et la prospérité en ayant comme objets principaux d'étude le Québec et le Canada.

Le Centre se veut également un organisme de transferts, de vulgarisation et, ultimement, d'éducation en matière de productivité et de prospérité.

Pour en apprendre davantage sur le Centre ou pour obtenir des copies supplémentaires de ce document, visitez le [www.hec.ca/cpp](http://www.hec.ca/cpp) ou écrivez-nous à [info.cpp@hec.ca](mailto:info.cpp@hec.ca).

Adresse de correspondance :  
Centre sur la productivité et la prospérité  
HEC Montréal  
3000, chemin de la Côte-Sainte-Catherine  
Montréal (Québec) Canada H3T 2A7

Téléphone : 514-340-6449  
Télécopieur : 514-340-6469

Cette publication a bénéficié du soutien financier du ministère des Finances du Québec.

## Table des matières

Sommaire	1
1_ Introduction	2
2_ Le lien entre technologies de l'information et productivité	3
Niveau national	3
Résultats encourageants	3
Points dissonants	5
Niveau sectoriel ou industriel	6
Secteur où l'influence est positive	6
Niveau de l'entreprise	8
Des questions sur la manière de mesurer la productivité et l'effet des TI	8
Des impacts positifs – Des pistes d'explication	9
Mise en garde contre les associations simplistes entre TI et productivité de la firme	10
Niveau projet	10
Les risques associés à un projet TI	10
L'impact des projets TI sur la productivité dans les secteurs traditionnels	13
Les investissements en TI et processus associés à l'industrie du savoir	13
Les limites des études sur la relation entre la productivité et les projets en TI	14
3_ Comprendre la contribution des projets TI à la productivité	15
Les problèmes de mesure	15
Le délai entre l'investissement et la réalisation des bénéfices	16
La redistribution des bénéfices	17
La gestion des TI	17
Comparaison entre les études	19
4_ Conditions de succès	22
5_ La situation du Québec	24
Profil de l'investissement en TI au Québec	24
Décomposition de l'investissement en TI par travailleur	27
Part de l'investissement dans le PIB	27
Part des investissements en TI dans les investissements totaux	28
Décomposition de l'écart par la structure industrielle	29
Calcul de l'influence de la structure industrielle	29
Année 2004	30
Année 2007	32
6_ Conclusion	34
Références	36
Annexe	i
1_ Part de l'industrie dans l'emploi total pour le Québec, l'Ontario et le Canada et investissements en TI par travailleur par industrie, 2004	i
2_ Part de l'industrie dans l'emploi total pour le Québec, l'Ontario et le Canada et investissements en TI par travailleur par industrie, 2007	ii

## Sommaire

L'étude analyse le lien entre les investissements en technologies de l'information (TI) et la productivité. Dans la littérature, ce lien a souvent été remis en question. Ce document dresse un bilan des recherches sur le lien entre productivité et investissements en technologies de l'information et cherche à comprendre les explications derrière le paradoxe des technologies de l'information. En classifiant chaque étude par son niveau d'analyse (pays, secteur, entreprise et projet), la revue de la littérature permet de mettre en perspective les principales évidences des recherches dans le domaine. À partir de cet exercice, un certain nombre de conclusions est tiré. D'une part, bien que le lien entre les technologies de l'information et la productivité puisse parfois être difficile à établir empiriquement, il semble de plus en plus clair dans la littérature que ce lien existe et qu'il se manifeste dans le sens attendu. D'autre part, malgré le potentiel évident de création de valeur des technologies de l'information, il semble que leur effet ne puisse se faire sentir qu'en présence d'investissements complémentaires, notamment en capital humain et en réorganisation du savoir et des processus. Ces évidences sont tirées des études au niveau micro (entreprise et projet) qui ont permis de comprendre les interactions et les forces en présence et d'identifier les investissements en technologies de l'information comme une condition nécessaire, mais non suffisante à la croissance de la productivité.

La deuxième section dresse un portrait de la situation québécoise en termes d'investissements en technologies de l'information. Le premier constat qui en est fait est que le Québec accuse un retard marqué dans ce type d'investissements, ce qui pourrait expliquer sa piètre performance en matière de croissance de la productivité du travail. Ensuite, en décomposant le rapport des investissements en technologies de l'information sur le nombre de travailleurs, il est possible d'identifier les sources de ce retard d'investissements. Les résultats montrent que le principal frein du Québec quant à ses investissements est son niveau de richesse qui se situe à un niveau inférieur par rapport au Canada et à l'Ontario notamment. Ce constat, bien qu'intéressant, ne nous fournit pas de solution étant donné que la richesse dépend en partie des investissements en technologies de l'information et que les investissements dépendent de la richesse. Une deuxième analyse est donc faite et cherche à voir si la structure industrielle québécoise peut être une des raisons qui expliquerait ce retard d'investissements. En effet, si le Québec se spécialise dans des domaines où les besoins en technologies de l'information sont moins grands, il est tout à fait normal que son niveau global d'investissement soit inférieur à d'autres régions spécialisées dans des secteurs intensifs en TI. Cependant, d'après nos résultats, la structure industrielle québécoise n'explique, dans le meilleur des cas, qu'une mince partie de l'écart qui existe entre les investissements canadiens et québécois. Il reste donc une part importante d'incertitude entourant les raisons fondamentales qui expliquent le retard d'investissements au Québec et fournit une motivation supplémentaire pour qu'une attention particulière soit portée au cas québécois.

## 1\_ Introduction

Les données des récentes études suggèrent que le lien entre technologies de l'information (TI) et productivité existe, mais qu'il n'est pas direct. Ces conclusions mettent en lumière le fait que les technologies de l'information peuvent avoir une contribution substantielle à la productivité. Cependant, pour que les TI génèrent des bénéfices significatifs, celles-ci doivent être bien comprises et bien gérées. Les TI peuvent générer des bénéfices lorsqu'elles sont implantées de pair avec des investissements additionnels principalement sous la forme de réorganisation du savoir et des processus. L'absence de ces investissements complémentaires pourrait donc expliquer dans plusieurs cas la contribution inconsistante des TI à la productivité dans différentes études.

Le cas du Québec est particulièrement intéressant à cet effet. Quand on compare le Québec à la moyenne canadienne, on remarque que le Québec investit proportionnellement plus en TI que dans les autres types d'investissements. Par contre, le niveau général des investissements étant beaucoup plus faible, au final le Québec investit moins en TI par travailleur que le Canada. Sachant également que la productivité par travailleur ne croît pas aussi rapidement au Québec que dans le reste du Canada, est-il possible que le niveau d'investissements en TI soit une des explications derrière ce retard de productivité? Sans une compréhension approfondie du lien qui unit TI et productivité, il n'est pas possible de répondre à cette question et plusieurs interrogations surgissent quant aux solutions à employer afin de corriger la situation québécoise: est-ce que le Québec doit accroître ses investissements en TI? Devrait-il au contraire les réduire afin d'augmenter les autres types d'investissements? Les investissements en TI ne sont probablement qu'une condition nécessaire, mais non suffisante à la croissance de la productivité. Certains investissements complémentaires sont requis.

Cette étude cherche donc à clarifier notre compréhension de la contribution des TI à la croissance de la productivité dans une perspective québécoise en se penchant sur l'abondante littérature sur le sujet et en dressant un portrait de la situation québécoise quant au profil des investissements en technologies de l'information.

## 2\_ Le lien entre technologies de l'information et productivité

### Niveau national

La contribution des technologies de l'information à la productivité a tout d'abord été mesurée au niveau national, la production de statistiques agrégées par les agences statistiques de plusieurs pays permettant à cette contribution d'être évaluée au niveau national. En termes simples, les données disponibles à partir des différents comptes nationaux peuvent être utilisées afin d'obtenir les investissements totaux en technologies de l'information, le produit intérieur brut (PIB) et le nombre d'heures travaillées dans une année. Or, si les technologies de l'information augmentent la productivité, les investissements en TI devraient mener à une augmentation dans le ratio du PIB sur les heures travaillées, mesure généralement employée pour calculer le niveau de productivité d'une économie. Par conséquent, si les technologies de l'information contribuent à accroître la productivité, elles devraient nous permettre de produire plus par heure travaillée.

### Résultats encourageants

Les études au niveau agrégé des pays ont donné des résultats mitigés - certains trouvent une relation positive entre les TI et la productivité alors que d'autres ne voient aucune corrélation. Malgré tout, on observe que la majorité des études recensées identifient une relation positive entre les technologies de l'information et la productivité. En fait, pour plusieurs auteurs l'adoption de nouvelles technologies qui s'est faite systématiquement à travers l'économie des pays développés au courant des dernières décennies s'est traduite par des gains de productivité importants et a mené à un enrichissement global de la société (Santos et Sussman, 2000; King, 2007). Ainsi, aux États-Unis des études comme celle de Saito (2000) ou d'Oliner et Sichel (2005) montrent que près de la totalité de l'augmentation de la productivité de la main-d'œuvre s'est faite grâce aux investissements en TI.

Même son de cloche pour le Canada où les investissements en TI sont la principale source de croissance de productivité de l'économie canadienne depuis 1996 (Sharpe, 2006). Pour Khan et Santos (2002) ainsi qu'Armstrong, Harchaoui et coll. (2002), cette contribution à la productivité, bien que plus modeste, reste positive (voir tableau 1).

L'examen du tableau 1 permet de voir que l'effet bénéfique des TI sur la productivité s'est particulièrement fait sentir au courant des années 1995-2000. La plupart des études considèrent l'impact des TI comme le facteur principal de croissance de productivité pour la deuxième demie

des années quatre-vingt-dix.<sup>1</sup> L'accumulation de résultats positifs pour la période 1995-2000 a éventuellement mené à certaines hypothèses quant à l'aspect historique de l'influence des TI. Ainsi, certains auteurs avancent qu'il y aurait eu deux périodes distinctes, l'une caractérisée par un impact significatif et positif des TI sur la productivité (1995-2000) et l'autre étant la période du paradoxe (toutes les années précédant 1995).<sup>2</sup> Certains attribuent ce bris à l'effet retardé de l'instauration des TI en entreprises ou bien à l'influence de l'internet qui s'est mise en place au début des années quatre-vingt-dix, mais qui n'a vraiment pris de l'ampleur qu'au milieu des années quatre-vingt-dix.

### 1 \_ Résumé de quelques études empiriques au niveau national

Article	Impact	Années	Conclusions
<b>États-Unis</b>			
<i>Sichel (1997)</i>	+	1970-1993	Contribution des TI à la productivité de la main-d'œuvre : 1987-1993 : 0,25 %
<b>Oliner et Sichel (2000)</b>	+	1991-1999	L'accélération de la croissance de la productivité du capital entre 1996-1999 est presque entièrement attribuable aux TI.
<b>Jorgenson et Stiroh (1995)</b>	∅	1947-1992	L'accélération de l'investissement en TI n'a pas été accompagnée par une hausse de la productivité aux États-Unis pour la période 1973-1992.
<b>Canada</b>			
<b>Khan et Santos (2002)</b>	+	1991-2000	Le gain de productivité attribuable aux investissements en TI s'établit à 26 % entre 1996-2000.
<b>Armstrong, Harchaoui et coll. (2002)</b>	+	1981-2000	Contribution des TI à la productivité de la main-d'œuvre : 1981-1988 : 29 % 1988-1995 : 33 % 1995-2000 : 25 %
<b>Sharpe (2006)</b>	+	1980-1995	Les investissements en TI ont été la principale force sous-jacente à l'accélération de la croissance de la productivité depuis 1996 au Canada et aux États-Unis.
<b>Autres pays</b>			
<b>Van Ark, Inklaar et McGuckin (2003)</b>	+	1990-2000	Contribution des TI à la productivité de la main-d'œuvre : Canada : 1990-1995 = 45 %      → 1995-2000 = 71 % UE : 1990-1995 = 40 %      → 1995-2000 = 69 % É-U : 1990-1995 = 80 %      → 1995-2000 = 86 %
<b>Cette, Mairesse et Kocoglu (2002)</b>	+	1980-2000	Contribution des TI à la productivité de la main-d'œuvre : France : 1995-2000 = 65 %
<b>Oulton et Srinivasan (2005)</b>	∅	1995-2000	Aucune corrélation entre les investissements en TI et la croissance de la productivité au Royaume-Uni.

<sup>1</sup> Exception faite des études de Khan et Santos (2002) et d'Armstrong, Harchaoui et coll. (2002).

<sup>2</sup> L'article de van Ark, Inklaar et McGuckin (2003) est particulièrement révélateur à ce sujet.



## Points dissonants

Malgré ces nombreux résultats positifs, certains auteurs, comme Oulton et Srinivasan (2005) ou Jorgenson et Stiroh (1995), remettent en question la relation entre TI et productivité. En effet, cette relation n'est pas toujours observée, même dans les études utilisant des données post-1995. Par exemple, l'absence de corrélation entre les investissements faits en TI au Royaume-Uni et la croissance de la productivité du travail demeure une énigme (Oulton et Srinivasan, 2005). En fait, contrairement aux États-Unis, le Royaume-Uni n'a pas connu, et ce, malgré des investissements massifs en TI, la croissance de productivité espérée au courant des années 1995 à 2000.

Même lorsqu'on utilise les données des États-Unis, une analyse à plus long terme soulève des problèmes. Aux États-Unis, la croissance annuelle de la productivité totale des facteurs (PTF) est passée d'une moyenne de 1,7 % par année entre 1947-1973 à près de 0,5 % entre 1973-1992 au même moment où l'investissement en TI s'accroissait rapidement (Jorgenson et Stiroh, 1995). Ces résultats montrent qu'il y a eu croissance de productivité, mais que cette croissance a été nettement plus forte dans la période suivant la Seconde Guerre mondiale que durant la période d'informatisation rapide. En guise d'explication, Soete (2001) suggère que l'investissement en TI seul n'est pas garant d'une croissance de productivité et que l'environnement économique, politique et social doit être favorable et adapté à l'implantation des TI par exemple comme ce fût le cas au milieu des années 90.

D'autres auteurs ont voulu démystifier ces contradictions en s'intéressant plus spécifiquement à ce qui se passait au niveau de chacun des secteurs de l'économie et conséquemment de voir si des résultats opposés dans différents secteurs cachaient l'image globale de la vraie relation entre investissements en TI et productivité. La prochaine section présente ces résultats.

## Niveau sectoriel ou industriel

En fait, il est légitime de croire que l'influence des TI sur la productivité ne devrait pas affecter de la même façon l'ensemble des secteurs et des industries pris individuellement. Ainsi, est-ce que le secteur de la construction a été révolutionné par l'arrivée de l'internet ou du Blackberry de la même façon que le secteur de l'information (journalisme)? Certains secteurs spécifiques ont donc connu de fortes transformations tandis que d'autres industries ont peut-être été laissées derrière. Par exemple, le secteur bancaire a connu une transformation radicale de ses processus d'affaires qui ont mené à des gains de productivité importants (Huang, 2005).

### Secteur où l'influence est positive

Le secteur des TI, lui-même, a bénéficié énormément de l'utilisation des technologies qui a permis une augmentation significative de la productivité de ce secteur (Stiroh, 2002; Oliner et Sichel, 2005). Ces gains de productivité se sont propagés à l'ensemble de l'économie en créant des incitatifs et des opportunités d'investissements pour l'ensemble des firmes dans les différents secteurs de l'économie et en baissant rapidement le prix des TI et des solutions d'affaires informatisées (Soete, 2001).

Cette accessibilité accrue aux TI s'est traduite par une croissance annuelle de productivité plus élevée pour les industries utilisant de façon intensive les TI après 1995 par rapport aux industries non intensives en TI (3,16 % vs 2,30 %).

Quant à Hu et Quan (2005), dans une étude empirique sur huit différentes industries aux États-Unis, ils trouvent un lien significatif et positif entre les investissements en TI et la productivité dans six des huit industries analysées. Ces secteurs sont caractérisés par une intensité d'information élevée (par exemple, dans le transport ou dans le secteur manufacturier). Les résultats de Hu et Quan (2005) dévoilent également d'autres conclusions étonnantes. En effet, en employant un modèle de causalité à la Granger, les auteurs observent un effet de rétroaction de la productivité sur l'investissement en TI, c'est donc dire que les firmes qui investissent en TI deviennent plus productives et que les firmes plus productives investissent ensuite plus en TI. Finalement, ces auteurs concluent que les données laissent sous-entendre des rendements marginaux décroissants du capital de TI, ce qui d'ailleurs serait en accord avec la théorie du « low-hanging fruit » de King (2007) qui stipule que les TI les plus faciles à implanter l'ont déjà été et que le gain potentiel des TI dans le futur sera influencé par l'effort mis dans l'application des TI plus avancées. Cette constatation pourrait également expliquer le récent ralentissement de la contribution des TI à la productivité dans les pays industrialisés.

## 2\_ Résumé de quelques études empiriques au niveau sectoriel

Impact	Article	Données	Conclusions
+	<b>Stiroh (2001)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 3 secteurs entre 1987-1999</li> <li>• Industries productrices de TI</li> <li>• Industries utilisatrices de TI</li> <li>• Autres</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Les industries qui utilisent intensivement les TI ont connu une accélération plus grande de leur productivité que les industries non intensives en TI (3,26 % vs 2,30 %)</li> </ul>
	<b>Hu et Quan (2005)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Toutes les industries non agricoles (8) basées sur le code SIC à un chiffre entre 1970 et 1999</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contribution positive des TI à la productivité dans 6 des 8 industries étudiées</li> <li>• Effet de rétroaction de la productivité sur les TI</li> <li>• Rendements marginaux décroissants des TI</li> </ul>
	<b>Huang (2005)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Industrie bancaire taïwanaise entre 1996-2003</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La substitution du capital non-TI par du capital-TI augmente la productivité du secteur</li> </ul>
±	<b>McKinsey et co. (2002)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 59 secteurs de l'économie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contribution positive des TI à la productivité dans 6 des 59 industries de l'économie</li> </ul>
∅	<b>Berndt et Morrison (1995)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Toutes les industries du 2e niveau agrégé selon SIC entre 1968 et 1986</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Il n'y a pas de différences de productivité des TI comparativement aux autres types d'investissements</li> </ul>

D'autres études au niveau des industries présentent des résultats beaucoup moins concluants. Pour Berndt et Morrison (1995), l'investissement en TI ne contribue pas plus à la productivité que tout autre investissement en capital. Ensuite, pour McKinsey et co. cité par Martinson et Martinson (2002), les investissements en TI ont eu un effet positif et significatif sur seulement 6 des 59 secteurs de l'économie aux États-Unis. Cependant, une observation attentive montre que ces résultats ne sont pas nécessairement incompatibles avec ceux de Hu et Quan (2005), puisque certains secteurs se recoupent laissant sous-entendre que la nature du secteur d'activité semble être liée à l'impact de l'implantation des TI. Il semble plus particulièrement évident que pour les industries où l'intensité d'information est grande, l'investissement en TI est un déterminant important de la croissance de la productivité. Ces résultats laisseraient donc supposer que des conditions spécifiques sont nécessaires (en plus des investissements en TI) pour permettre la croissance de la productivité notamment le niveau d'information, la nature des activités de la firme et le contexte d'implantation des TI. Cette explication de la croissance conditionnelle rejoint ainsi les suggestions de Soete (2001).

Comment donc s'assurer que ces conditions soient présentes lors de l'investissement en TI? La réponse à cette question réside dans les décisions de niveau micro de la firme quant à son processus d'implantation des TI. La section suivante présente des résultats d'études faites au niveau de l'organisation.

## Niveau de l'entreprise

L'étude de l'investissement en TI au niveau de l'organisation a permis d'approfondir les connaissances entourant l'adoption et l'investissement en TI. Les résultats, sans avoir résolu le paradoxe, s'avèrent très informatifs sur les motivations qui poussent les entreprises à adopter de nouvelles technologies ainsi que sur l'implantation de celles-ci. Ces études soulèvent aussi beaucoup de questions concernant les mesures de productivité utilisées.

### Des questions sur la manière de mesurer la productivité et l'effet des TI

Bernacconi, Mention et Rousseau (2007) remettent en question l'analyse classique des indicateurs financiers, qui sont souvent utilisés comme proxy pour la productivité, en spécifiant que l'interprétation du succès d'un projet de TI ne doit pas ultimement passer par le succès pécuniaire de son implantation. En fait, l'emphase trop importante mise sur la performance financière cache souvent l'atteinte ou non des objectifs de départ associés aux investissements en TI. En proposant un nouveau cadre d'évaluation du succès des investissements en TI, les auteurs remettent intrinsèquement en question la validité de plusieurs études qui se sont basées sur la création de valeur pour juger du succès des investissements en TI et qui ont révélé des résultats non concluants.

C'est également les conclusions que tirent Arogyaswamy et Sugumaran (2003) ainsi que Brynjolfsson et Hitt (2000) qui soulignent l'importance de mesurer les coûts et les bénéfices intangibles autant que tangibles lors de l'implantation des TI en entreprise. Ces auteurs suggèrent une comptabilisation des effets parallèles à l'implantation des TI, effets qui vont au-delà du simple succès financier tels que l'amélioration de la qualité, une augmentation de la variété, une réduction du délai de production, etc.

Ces observations ont des implications cruciales quant aux recherches faites au niveau d'analyse plus agrégée (pays et industrie) qui n'observent pas de lien direct entre productivité et investissements en TI. En particulier, l'atteinte d'objectifs liés à la qualité ou à la restructuration des moyens de communication n'ont pas nécessairement d'incidence sur la productivité de l'entreprise du moins au niveau financier. Donc, les études globales ne trouveront pas forcément un lien entre les TI et les mesures agrégées de productivité comme la PTF<sup>3</sup> nationale ou la productivité de la main-d'œuvre par exemple. C'est pourquoi, bien qu'il soit vrai qu'il faut mesurer le succès ou l'échec d'un projet en TI par rapport à l'ensemble de ces impacts sur l'entreprise, particulièrement au niveau financier, il faut d'abord voir les conséquences sur le processus d'affaires qu'il cherche à améliorer.

---

<sup>3</sup> La PTF et la productivité de la main-d'œuvre peuvent être considérées comme des mesures financières de productivité dans le sens où l'on divise la production (PIB) par les intrants.

## Des impacts positifs – Des pistes d’explication

Les études au niveau de l’entreprise apportent une meilleure compréhension de la relation entre les investissements en TI et les gains de productivité. Le niveau de détails qu’il est possible d’extraire à ce niveau d’analyse permet aux chercheurs d’identifier plus facilement les conditions de rentabilité de ce type d’investissements.

Les travaux de Stratopoulos et Dehning (2000) s’inscrivent justement dans cette volonté d’analyse globale et de compréhension plus spécifique du lien entre TI et productivité en entreprise. Les auteurs trouvent que les entreprises qui investissent dans les TI et qui sont habituellement de bonnes utilisatrices des TI performant mieux financièrement<sup>4</sup>. La réussite reste conditionnelle à la qualité de la gestion entourant les projets en TI : « *It appears from our results, taken in the light of previous studies, that how you manage your IT assets is more important than how much you spend on IT* ». C’est d’ailleurs à cette conditionnalité que Ko et Osei-Bryson (2006) s’intéressent en étudiant les conditions sous lesquelles l’effet des TI peut créer de la valeur pour l’entreprise. Ils trouvent, en fait, qu’à mesure que l’on investit en TI, il faut également investir dans le capital physique et dans le capital humain pour maximiser le rendement sur l’investissement. Atzeni et Carboni (2006), évoque également l’engagement de l’entreprise envers les investissements complémentaires en capital physique, en formation continue de la main-d’œuvre et en processus d’affaires comme condition nécessaire à la matérialisation des bénéfices potentiels associés aux TI.

### 3 \_ Résumé de quelques études empiriques au niveau de l’entreprise

Impact	Article	Données	Conclusions
+	Atzeni et Carboni (2006)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Firmes manufacturières italiennes en 1997</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Les TI ont un impact sur la croissance beaucoup plus grand que la part des investissements qu’elles représentent</li> </ul>
±	Hempell (2005)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Firmes de services allemandes entre 1994 et 1999</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Les firmes bien dirigées sont souvent des utilisatrices intensives de TI</li> </ul>
	Mashal (2006)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Plus grande banque jordanienne entre 1985 et 2004</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Effet non significatif pour le modèle de base</li> <li>Effet significatif pour le modèle avec impact retardé</li> </ul>
	Ko et Osei-Bryson (2006)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Grandes entreprises américaines entre 1988 et 1992</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Les investissements en TI ont un impact positif sur la productivité conditionnel à des investissements complémentaires en main-d’œuvre et en capital</li> </ul>
∅	Ataay (2006)	<ul style="list-style-type: none"> <li>31 entreprises industrielles majeures listées par le Istanbul Chamber of Industry en 2002</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ne trouve pas de relation significative entre l’adoption de technologie et la productivité</li> </ul>

<sup>4</sup> Les entreprises performantes en TI sont extraites de la liste de Computerworld Premier 100 qui classe annuellement les 100 meilleurs utilisateurs des technologies de l’information.

## Mise en garde contre les associations simplistes entre TI et productivité de la firme

Hempell (2005) apporte cependant une nuance méthodologique importante concernant les études qui trouvent un impact positif des TI sur la productivité. En effet, il semblerait que les entreprises bien dirigées<sup>5</sup> seront des utilisatrices intensives de TI et donc qu'à la base les entreprises qui investissent en TI sont déjà beaucoup plus productives que les autres. Le sens de la causalité est alors crucial dans l'estimation. Si les firmes productives ont tendance à investir plus en TI, rien ne garantit que ce soit à cause de ces investissements qu'elles sont plus productives. Il faut donc réviser les cadres méthodologiques afin de contrôler pour ce biais possible.

Finalement, il paraît logique de raffiner à nouveau le niveau d'analyse et de passer de l'entreprise au projet proprement dit. Les études au niveau des projets ont voulu éclaircir la dynamique entre investissements en TI et productivité en examinant l'implantation de technologies spécifiques. Les recherches bien construites ont la capacité de capter l'influence des TI sur la productivité spécifiquement sur le processus visé. Elles permettent donc en théorie de contrôler pour tous les autres facteurs qui pourraient influencer la performance globale de l'entreprise. La prochaine section décrit ces éléments.

## Niveau projet

Les études au niveau projet ont dressé un portrait révélateur de l'influence des TI sur la performance organisationnelle. En particulier, les travaux pionniers de DeLone et McLean (1992) ont permis de mieux comprendre les dimensions du succès de l'implantation des projets TI et de voir à travers quel canal cela peut mener ultimement à une hausse de la productivité pour l'entreprise dans son ensemble. Leurs travaux ont également permis de voir que l'implantation des projets TI peut mener à des échecs considérables qui remettent en doute la pertinence d'investir massivement en technologie de l'information. Il importe ici de regarder plus attentivement les caractéristiques de ces « dérapages ».

## Les risques associés à un projet TI

L'implantation d'un système informatique est toujours une activité risquée; plusieurs imprévus peuvent se présenter en cours de route et mener à des résultats indésirables. Un résultat indésirable pourrait être défini comme « *un écart négatif par rapport à un objectif, écart qui entraîne des conséquences plus ou moins importantes pour l'organisation* » (Bernard et coll., 2004). Nous trouvons dans la littérature quatre principaux résultats indésirables associés à l'implantation de projets technologiques: la mauvaise qualité du système résultant de

---

<sup>5</sup> Les auteurs captent l'effet d'une firme bien dirigée en insérant des effets fixes de firme dans leur cadre économétrique.

l'implantation, le dépassement du budget, le dépassement de l'échéancier et l'insatisfaction des utilisateurs.

Ces résultats indésirables peuvent donc avoir plusieurs effets sur les projets mis de l'avant qui vont du retard de la mise en service jusqu'à l'arrêt complet des procédures d'implantation si les gestionnaires de projets n'arrivent pas à contrer ces différents dérapages.

Plusieurs classements ont été développés afin de déterminer les taux de succès ou d'échec des différents projets technologiques. Le plus cité est le classement CHAOS qui est produit depuis plus d'une décennie par la firme de consultant Standish Group. Ce classement est produit à partir d'une banque de données qui regroupe environ 50 000 projets complétés en TI. Ces données concernant les projets complétés sont divisées en trois catégories : **Succès**, **Défié** et **Échec**. Pour être classé dans la catégorie « Succès », un projet doit être complété dans les temps, à l'intérieur du budget établi et remplir les attentes et objectifs fixés. Si un projet dépasse son budget d'aussi peu que 1 %, celui-ci est classé dans la catégorie « Défié » et il en va de même pour les variations des deux autres critères. On remarque alors qu'un projet qui performe relativement bien peut alors se retrouver facilement dans la catégorie médiane, soit la catégorie « Défié ».

Les méthodes et les données utilisées dans les études CHAOS sont remises en question par plusieurs, entre autres parce que leurs indicateurs se concentrent seulement sur des aspects facilement quantifiables tels que le budget, l'échéance et la portée du projet. Les classements (étude CHAOS) ne représentent peut-être pas fidèlement la situation générale des taux de succès d'implantation de projets (Sauer et coll., 2007; Gemino et coll., 2008)

D'autres mesures de performance ont alors été développées afin de rendre un état plus crédible des taux de succès de l'implantation des projets. Dans leur étude, Gemino et coll. comparent plutôt une méthode d'analyse alternative basée sur la catégorisation par groupe, développée par Sauer et coll., à la méthode utilisée par le groupe Standish. Gemino et coll. utilisent des données tirées d'un sondage effectué auprès de 412 gestionnaires de projets abonnés au journal britannique pour professionnel des TI, Computer Weekly. À l'aide d'un algorithme, les données furent classées en cinq groupes : Les **Étoiles**, les **Bonnes performances**, les **Problèmes d'échéancier**, les **Problèmes de budget** et les **Projets abandonnés**. À des fins de comparaison, avec la méthode du Standish Group, les catégories « Étoiles » et « Bonnes performances » seront regroupées dans le tableau qui suit sous « Succès » et les deux catégories « Problèmes » sous « Défié ».

#### 4 \_ Taux de succès selon les différentes définitions du succès

Méthode d'évaluation	Standish 2004	Méthode Standish Données UK	Analyse par groupe (Sauer et coll.) Données UK
Succès	29 %	17 %	68 %
Défié	53 %	74 %	23 %
Échec	18 %	9 %	9 %

Source : (Gemino et coll., 2008)

Nous voyons donc que les différentes méthodes et critères utilisés affectent grandement les taux de succès répertoriés lors de l'implantation de projets technologiques. En utilisant les mêmes données, des différences de taux de succès de 51 % sont observées lorsqu'on varie la méthode utilisée pour déterminer ce qu'est un « succès ». Ce qui porte à croire que la méthode d'évaluation du succès d'un projet est peut-être un problème aussi important que les taux de succès réel des projets. DeLone et McLean (2003) abondent aussi dans ce sens :

*« Despite the multidimensional and contingent nature of IS success, an attempt should be made to reduce significantly the number of measures used to measure IS success so that research results can be compared and findings validated. »*

Une catégorie particulièrement intéressante pour comprendre le rôle des TI dans l'organisation est celle de l'« Échec ». Peu importe la méthode utilisée, entre 10 % et 20 % des projets mis en chantier n'arriveront jamais à terme. Plusieurs facteurs peuvent mener à l'échec d'un projet. Il y a entre autres : des objectifs peu réalistes, une mauvaise estimation des ressources nécessaires, un manque de compétences, des mesures de contrôle inadéquates et une mauvaise gestion des risques (Bernard et coll., 2004; Charette, 2005).

Les projets qui ont échoué sont intéressants puisqu'ils se soldent par des investissements importants de ressources sans que celles-ci ne génèrent de rendement sur l'investissement. Ces investissements sont donc totalement improductifs du point de vue de l'organisation. Or, lorsqu'on observe globalement les investissements en TI (au niveau de l'industrie ou d'un pays), ces projets non complétés annuleraient donc (au moins en partie) les gains qui sont générés par les projets complétés. Il est alors simple de voir que si plusieurs projets ne sont pas menés à terme, l'étude de résultats agrégés utilisant les dépenses totales en TI des firmes peut comporter une part non négligeable de biais. Cela ajoute donc une difficulté supplémentaire lorsqu'on veut établir une relation entre les investissements en TI et les performances financières ou entre les investissements en TI et la productivité.

De plus, les études du Standish Group (The Standish Group, 2004) notent une diminution importante de ces taux d'échec, de 31 % en 1994 à 18 % en 2004. Selon Jim Johnson, président de Standish, cette diminution pourrait s'expliquer par une meilleure compréhension de l'environnement de la part des gestionnaires de projets, par d'importantes avancées dans le



domaine de la gestion de projets et par la diminution de la taille des projets. Cette réduction marquée du taux d'échec pourrait expliquer pourquoi il fut plus facile de tirer des conclusions sur le lien entre les TI et la productivité des données plus récentes (depuis 1995) que des données agrégées du début des années 1990. Or, si un projet n'est pas complété, les dépenses associées à un projet ne pourront jamais être associées à une augmentation de la productivité. Plus les projets sont complétés, plus grandes sont les chances que les investissements en TI puissent mener à des augmentations de productivité.

### **L'impact des projets TI sur la productivité dans les secteurs traditionnels**

Suite aux recommandations de DeLone et McLean (1992), plusieurs études ont tenté d'uniformiser les mesures de productivité utilisées pour caractériser le succès ou l'échec d'un projet. L'un des objectifs fut de s'intéresser à la productivité du travailleur ou à la productivité d'un processus prise individuellement. C'est d'ailleurs ce que Mukhopadhyay, Rajiv et Srinivasan (1997) ont fait en étudiant l'implantation d'un système informatique au service postal des États-Unis (USPS). Ils examinèrent donc l'effet de l'augmentation des technologies de détecteurs de caractères optiques et de classement par code-barres (« Optical character recognition and barcode sorting technologies ») sur le processus de triage du courrier de l'United States Postal Services (USPS). Dans ce cas, les résultats sont fortement positifs et significatifs. La nouvelle technologie augmente autant la qualité que la quantité d'unités traitées. Bartel, Ichniowski et Shaw (2007), qui s'intéressent aux entreprises œuvrant dans l'industrie de la fabrication de valves, trouvent un lien négatif entre le degré d'informatisation et le temps nécessaire à l'accomplissement de diverses étapes de la chaîne de production (temps d'inspection, temps de préparation et temps de fabrication) et donc une augmentation de la productivité de l'entreprise.

### **Les investissements en TI et processus associés à l'industrie du savoir**

Les études précédentes mesuraient directement le lien entre l'investissement en TI et la productivité. Ces études se concentraient sur un processus de style « chaîne de production ». Ces résultats ne sont pas nécessairement transférables aux processus liés aux industries du savoir qui prennent pourtant une place de plus en plus importante dans notre économie.

Les travaux de Brynjolfsson, Aral et Van Alstyne (2007) se rapprochent plus de la réalité des industries du savoir. En étudiant les travailleurs d'une firme de recrutement au niveau de leurs tâches et projets à accomplir, les auteurs tentent de clarifier le processus par lequel les TI influencent la productivité pour les cols blancs. En s'appuyant sur une étude longitudinale, les résultats révèlent premièrement que les travailleurs qui utilisent les TI sont capables de manipuler plus de projets à la fois ce qui diminue le temps nécessaire à l'achèvement d'un projet. Cette hausse de la productivité passe par un enrichissement de la structure sociale du

travail et donne accès à plus d'information, plus rapidement. Comme les travailleurs génèrent des revenus selon le nombre de dossiers complétés, les gains de productivité de l'utilisation des TI par les travailleurs sont directement monnayables.

Les résultats entre la conduite des projets TI et la productivité ne sont pas tous positifs. Certaines études ont montré que le succès des projets était conditionnel à plusieurs facteurs intrinsèques à l'organisation, notamment son engagement envers le changement ou simplement son attitude par rapport au projet (Peslak, 2007; Ashurst et coll., 2008).

### 5 \_ Résumé de quelques études empiriques au niveau projet

Impact	Articles	Données	Conclusions
+	<b>Brynjolfsson, Aral et Van Alstyne (2007)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Firme de recrutement sur 10 mois</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Hausse importante de la productivité des travailleurs (nombre de projets complétés, revenus par travailleur, nombre d'heures par projet)</li> </ul>
	<b>Mukhopadhyay, Rajiv et Srinivasan (1997)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>United State Postal Service (USPS) sur 3 ans dans 46 centres de tri</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Hausse significative du nombre de colis triés</li> </ul>
	<b>Bartel, Ichniowski et Shaw (2007)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Industries de fabrication de valves entre 1997 et 2002</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Diminution du temps nécessaire à l'accomplissement de différentes tâches (fabrication, inspection et mise en marche)</li> </ul>
±	<b>Ashurst, Doherty et Peppard (2008)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>25 projets de TI dans différents secteurs</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Il n'y a pas d'évidence claire que les projets en TI seuls produisent une valeur ajoutée ou bien augmentent la productivité. Ces gains de productivité seraient conditionnels à un engagement de la firme vers une approche orientée vers les bénéfices plutôt que la technologie en elle-même</li> </ul>
	<b>Peslak (2007)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sondage auprès des cadres d'entreprises en finance</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Le succès des projets en TI est fortement tributaire de l'attitude des cadres dans leur implantation</li> </ul>

### Les limites des études sur la relation entre la productivité et les projets en TI

Il émerge pourtant d'importantes difficultés lorsqu'on s'intéresse à un niveau d'étude aussi désagrégé que les projets pris individuellement. En particulier, la prise en compte de la gamme complète des impacts sur l'ensemble des processus d'affaires de l'entreprise pose un défi significatif. Ces impacts peuvent se présenter sous différentes formes d'externalités indésirables telles le déplacement de personnel dans d'autres divisions de la firme afin de soutenir les nouvelles technologies instaurées ou de gains suite à l'implantation de nouvelles technologies dans certaines divisions d'une entreprise aux dépens d'autres. Il faut donc être en mesure de contrôler ce « spillover effect » ou il faut choisir un projet qui n'influence pas les autres fonctions de l'entreprise.

### 3\_ Comprendre la contribution des projets TI à la productivité

Les technologies de l'information ont eu de profonds impacts dans toutes les sphères de l'économie. Elles sont maintenant intégrées à la majorité des activités de production. Mais, tel que vu précédemment, il a été difficile d'établir la relation entre les investissements en TI et les performances financières ou les gains de productivité des entreprises.

Plusieurs raisons sont avancées pour expliquer les difficultés d'observation de cette relation. Un des premiers auteurs à étudier ce paradoxe fut Brynjolfsson (1993). Celui-ci regroupa sous quatre groupes distincts, les raisons qui contribueraient à renforcer le paradoxe des investissements en technologies de l'information. Ces quatre groupes sont : (1) les problèmes de mesure, (2) la présence de délais dans le rendement des investissements, (3) la présence d'un phénomène de redistribution et (4) la présence d'erreurs systématiques dans le management des TI. Les trois premières pistes de solutions sont intimement liées aux choix méthodologiques effectués lors de recherches empiriques. Toutefois, les problèmes méthodologiques ne sont pas les seules explications pour les difficultés rencontrées lors de la compréhension de l'impact des TI sur la productivité.

#### Les problèmes de mesure

Le premier groupe peut être décrit simplement. Si les bénéfices anticipés par les investissements en technologies de l'information sont présents en grand nombre, mais que les mesures requises pour les quantifier sont actuellement inexistantes, il ne sera pas possible d'évaluer leur impact.

Les mesures traditionnellement utilisées ne seraient pas aptes à comptabiliser des sources de création de valeurs non traditionnelles comme les TI. Un des raisonnements qui est mis de l'avant afin de justifier cet argument est que les bénéfices qui sont les plus communément associés aux TI sont précisément les aspects des outputs qui sont les plus difficilement quantifiables, tels que l'augmentation de la variété de produits, de la qualité, de la rapidité et des services offerts aux clients. Ces difficultés à trouver de bonnes mesures sont principalement concentrées dans le secteur des services et dans la quantification de la production des cols blancs. Un des principaux problèmes relié à la quantification des outputs de ces secteurs est la difficulté à développer des prix de production précis afin d'obtenir des coefficients fiables qui contrôlent pour l'inflation et la variation de qualité des outputs (Brynjolfsson, 1993). Sans des données fiables, les comparaisons entre niveaux d'outputs ne peuvent donc pas être effectuées.

Un autre problème réside dans le fait que la théorie salariale suggère que si la qualité de la vie au travail est augmentée avec l'implantation des technologies de l'information, les travailleurs

auront donc des diminutions proportionnelles de salaires. Brynjolfsson (1993) indique alors « *que la faible augmentation observée des salaires des employés de bureau est peut-être compensée par une augmentation de la qualité de vie au travail qui ne serait pas mesurée par les statistiques gouvernementales* ». Ce qui abonderait donc dans le sens anticipé, mais sans toutefois permettre d'établir une relation robuste.

Il est difficile de mesurer l'output des cols blancs, ce qui a tendance à créer des erreurs de mesure. Les mesures sont beaucoup plus faciles lors de l'observation d'un processus physique. Par exemple, Mukhopadhyay et coll. (1997) démontrèrent un lien positif entre l'utilisation des technologies de l'information sur l'output ainsi que sur la qualité dans un cadre simple où les résultats des investissements sont facilement quantifiable (service postal – USPS). Cela leur permit ainsi de mesurer l'output et les quantités d'investissements en TI de façon précise; principale critique faite aux autres recherches dans ce domaine. Ce type d'analyse, au niveau projet, permet de contenir certains problèmes reliés aux erreurs de mesure. Mukhopadhyay et coll. sont toutefois très prudents dans la possibilité de généralisation de leurs résultats. Selon eux, la relation présente dans leur étude pourrait être biaisée par la présence de caractéristiques intrinsèques à leur projet qui ne sont peut-être pas observables dans tous les projets effectués.

## Le délai entre l'investissement et la réalisation des bénéfices

Certains auteurs mentionnent la présence d'un certain délai sur le rendement des investissements qui sont effectués en technologies de l'information (« lags »). Or, s'il y a la présence d'un délai entre le moment où les investissements en TI sont effectués et le moment où les bénéfices sont encourus, il se peut très bien que l'observation des résultats à court terme ne présente aucun lien positif entre les investissements en TI et la performance financière. Toutefois, une étude à long terme pourrait révéler des liens positifs et de bonne magnitude. Cette situation pourrait être présente dans le cas où la nouvelle technologie nécessite une certaine période d'apprentissage de la part des travailleurs ou que l'implantation nécessite une restructuration des activités de l'entreprise afin de pouvoir totalement exploiter cette nouvelle technologie.

Cette perception est en accord avec l'étude effectuée par Brynjolfsson et coll. (1991) qui trouvent qu'un délai de deux à trois ans est nécessaire avant que le plus fort impact organisationnel des TI ne soit remarqué. De plus, McAfee (2002) trouve que l'implantation d'un système « ERP, Entreprise Resource Planning system » sans changement dans les processus de la firme provoque une diminution de la performance à court terme, mais qu'après plusieurs mois, la performance augmente significativement par rapport au niveau initial. Donc, si les gestionnaires sont au fait de ces phénomènes de délai, cela pourrait expliquer pourquoi ils

continuent à investir autant en technologies de l'information, mais que les études non longitudinales ne mesurent pas de gains financiers associés à ces investissements.

## La redistribution des bénéfices

Une troisième raison expliquant des résultats peu concluants est la redistribution. Cette explication sous-entend que les investissements en TI peuvent être profitables pour certaines entreprises d'un secteur, mais que si l'on prend la vue d'ensemble de l'industrie, ces investissements sont improductifs. Cette explication du paradoxe, quelque peu plus pessimiste, suggère que les technologies de l'information « réorganisent les parts de la tarte » en faveur de certaines entreprises « mais sans que celle-ci soit plus grande ». Cette explication provient du fait que certains économistes ont déjà reconnu que comparativement à certains autres biens, l'information est particulièrement vulnérable à la dissipation des rentes obtenues entre les firmes (Brynjolfsson, 1993). Ces gains obtenus par les investissements en TI se font donc aux dépens des autres firmes du marché au lieu de générer plus de valeur.

## La gestion des TI

Les explications précédentes étaient surtout reliées à des problèmes rencontrés par certaines études à des niveaux méthodologiques. Mais les dernières explications trouvent leur fondement dans la théorie qui englobe l'univers de la firme et les investissements en TI.

La première de ces explications provient de la théorie de l'accumulation nécessaire des stocks technologiques développée par Oliner et Sichel (2005). Cette explication suggère que même si plusieurs dépenses ont été faites récemment en technologies de l'information, les stocks de capital en TI sont encore petits. Cette situation pourrait s'expliquer par le fait que les entreprises ont seulement récemment décidé d'investir massivement en TI et que par nature, les stocks technologiques ont tendance à devenir rapidement obsolètes comparativement à certains autres groupes d'actifs. Il est donc difficile pour ces stocks de faire une différence notable dans la performance de la firme.

La deuxième explication plus théorique, qui permettrait d'expliquer une portion du paradoxe de productivité des technologies de l'information, serait la présence d'erreurs systématiques dans le management des TI. Cette hypothèse pourrait se résumer comme ceci : les investissements en TI ne sont pas productifs car les gestionnaires qui investissent dans ces actifs ne le font pas dans le meilleur intérêt de leur firme. De plus, une autre facette de cette explication serait que les investissements en TI sont improductifs, si les firmes ne font pas de transformation organisationnelle de concert avec leurs investissements en TI (Porter et Millar, 1985; Santos et Sussman, 2000; Stratopoulos et Dehning, 2000).

Plusieurs auteurs ont évoqué cette hypothèse pour expliquer le paradoxe. Dos Santos et Sussman (2000) soutiennent que les raisons premières pour lesquelles les bénéfices des investissements en TI ne sont pas observés dans les résultats financiers des entreprises sont que les entreprises échouent à réorganiser leur structure organisationnelle et que la direction ne parvient pas à surmonter la résistance aux changements. Dos Santos et coll. prônent, entre autres, le réencadrement du rôle des TI, afin de bien les intégrer à la nature de l'organisation et la création d'équipes multidisciplinaires afin de bien exploiter les avantages des TI et de favoriser le transfert de connaissances reliées à ce domaine entre employés.

Selon Porter et Millar (1985), les technologies de l'information sont la canalisation qui lie les processus dans l'organisation. Donc, les performances financières supérieures seront seulement accessibles aux compagnies qui n'ont pas simplement complété la mise en place de projets en TI, mais à ceux qui ont réussi à intégrer les TI à leurs processus. Ces entreprises se bâtiront alors un avantage concurrentiel grâce à une meilleure maîtrise de cette technologie.

Selon Stratopoulos et Dehning (2000), le paradoxe tient ses fondements dans le fait que plusieurs entreprises mettent en œuvre inefficacement les projets en TI. Des nombreuses organisations qui investissent dans une même technologie, seulement celles qui réussissent à intégrer les TI dans les processus de l'entreprise seront aptes à ajouter de la valeur à celle-ci. Les résultats de leur étude empirique supportent donc leur argument que de bons investissements en TI mènent vers une performance financière supérieure. Cette performance se veut toutefois un bénéfice à moyen terme, car celui-ci tend à s'éroder au fur et à mesure que les concurrents copient les investissements en TI et la méthode d'implantation utilisée.

D'autres font ressortir le lien qui pourrait exister entre les TI et les changements organisationnels. C'est dans cette optique que Gregor et coll. (2006) orientent leur étude de façon à examiner la relation qui pourrait exister entre les TI et les transformations organisationnelles qui y sont reliées. À l'aide d'un sondage auprès de 1050 firmes, les auteurs arrivent aux conclusions suivantes :

*« Factor analyses showed organizational transformational benefits were recognized as a separate category of benefit, distinct from informational, strategic and transactional benefits. A single factor solution was also readily interpretable, showing that the four categories of benefit were all components of one overarching factor, IT business value. »*

Leurs résultats démontrent aussi que les organisations croient obtenir des gains plus importants en améliorant la circulation de l'information à l'aide des TI. Ces gains sont obtenus grâce à un accès plus rapide et plus facile à l'information. Selon leur analyse, les bénéfices encourus par les transformations organisationnelles sont hautement corrélés avec la valeur totale des actifs de l'entreprise en TI. Ce qui viendrait renforcer l'idée que les investissements en TI faits de façon

conjointe à des transformations organisationnelles auraient beaucoup plus d'impact sur les performances financières ou la productivité des entreprises que de simples investissements en TI.

Finalement, la dernière explication théorique qui fut développée est résumée par Ataay (2006) comme suit :

*« From a theoretical viewpoint, researchers have argued that, while IT investments have served to increase firms' productivity and consumer value, they have also lowered entry barriers, eliminated market inefficiencies that enable a firm to maintain monopoly power and intensified market competition, thereby failing to create any lasting return to investing firm (Bakos (1991), Hitt and Brynjolfsson (1996)). »*

De plus, certaines études comme celle de Pinsonneault et Rivard (1998) tentent empiriquement de vérifier ces allégations. Leur étude auprès de 59 gestionnaires dans 3 entreprises (une banque, une entreprise de télécommunication et une entreprise manufacturière) suggère donc que lorsque des changements stratégiques sont en cours au niveau de la firme, les TI sont utilisées afin de renforcer et supporter les rôles spécifiques perçus comme critiques par les gestionnaires. De plus, leurs résultats montrent l'importance de se concentrer sur les processus de travail, pas seulement sur les outputs. Ces notions ramènent donc la réflexion aux fondements sur lesquels reposent les modèles d'organisation des firmes dans le marché.

## Comparaison entre les études

Comme nous le voyons dans le tableau 6, bien qu'il persiste encore aujourd'hui des doutes issus de différentes études qui raniment l'idée du paradoxe, la littérature empirique des dernières années pointe plutôt vers une contribution favorable des TI sur la productivité, et ce, à tous les niveaux d'analyses. C'est d'ailleurs ce qui fait dire à Kohli et Grover (2008) que nous aurions accumulé assez d'évidences empiriques pour relâcher le paradoxe de la productivité de Solow.

Cependant, l'accumulation d'évidences empiriques en vue de tirer une conclusion générale doit se faire avec prudence sachant que la plupart des études présentent d'importantes différences quant à la méthodologie employée, aux données utilisées et aux niveaux analysés. Pour certains auteurs, ces disparités méthodologiques ont une telle influence sur les résultats que celles-ci expliqueraient les divergences d'estimations et donc la naissance même du fameux paradoxe de productivité (Alpar et Kim, 1991).

Ces difficultés de comparaison s'appliquent particulièrement aux études au niveau micro qui utilisent très souvent des définitions différentes de productivité et d'investissements en TI. De plus, le succès des projets individuels en TI est dépendant de plusieurs facteurs spécifiques à

l'entreprise et au contexte dans lequel il est mis en place. Il devient alors d'autant plus périlleux de comparer ces résultats ou de généraliser vers une théorie économique générale. L'interprétation des études au niveau projet ou firme doit donc plutôt se voir comme des confrontations ponctuelles de l'intuition économique sous-jacente à la relation TI-productivité vers une compréhension accrue du phénomène tandis que les études au niveau global sont plutôt des tentatives de consolider les connaissances théoriques à la réalité sur le terrain au niveau agrégé.

Ainsi, si l'on s'aperçoit que les TI permettent au travailleur de mieux performer, on devrait voir dans les données agrégées une augmentation claire de la productivité suite à l'investissement en TI au niveau projet. Toutefois, si cette relation est ambiguë au niveau du travailleur, il est normal que les données macro soient également floues. L'absence de consensus actuel au niveau macro pourrait donc s'expliquer d'abord par une incompréhension du phénomène au niveau micro de la relation qui unit TI et productivité. Nous voyons également que l'étude au niveau projet permet de cerner plus précisément les forces en présence.

Ces conclusions, en ce qui concerne la contribution des TI à la productivité, ne résolvent pas tous les problèmes. Au niveau de la firme, il faut bien comprendre les circonstances qui permettent à l'organisation de générer ces gains de productivité. La contribution des TI à la productivité est une contribution potentielle. C'est à la firme de la rendre réelle.



## 6 \_ Résumé des études empiriques sur l'impact des TI sur la productivité

Niveau	(+)	(∅)	Conclusions
Projet	<ul style="list-style-type: none"> <li>Brynjolfsson, Aral et Van Alstyne (2007)</li> <li>Mukhopadhyay, Rajiv et Srinivasan (1997)</li> <li>Bartel, Ichniowski et Shaw (2007)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ashurst, Doherty et Peppard (2008)</li> <li>Peslak (2007)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Plusieurs études montrent un effet significatif et positif. Cependant, d'autres études montrent un impact conditionnel à l'attitude des cadres envers l'implantation des TI.</li> </ul>
Firme	<ul style="list-style-type: none"> <li>Atzeni et Carboni (2006)</li> <li>Hempell (2005)*</li> <li>Mashal (2006)*</li> <li>Ko et Osei-Bryson (2006)*</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ataay (2006)</li> <li>Carr (2003)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Un impact significatif et positif, mais conditionnel à la nature de l'entreprise et à son implication dans la démarche d'implantation des TI.</li> </ul>
Industrie	<ul style="list-style-type: none"> <li>Stiroh (2001)</li> <li>Hu et Quan (2005)</li> <li>Huang (2005)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Berndt et Morrison (1995)</li> <li>McKinsey et co. (2002)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>À ce niveau, on dénote un impact significatif particulièrement pour les secteurs ou les industries qui sont intensifs en communication comme le secteur du transport par exemple.</li> </ul>
Pays	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sichel (1997)</li> <li>Oliner et Sichel (2000)</li> <li>Khan et Santos (2002)</li> <li>Armstrong, Harchaoui et coll. (2002)</li> <li>Sharpe (2006)</li> <li>van Ark, Inklaar et McGuckin (2003)</li> <li>Cette, Mairesse et Kocoglu (2002)</li> <li>Lee, Gholami et Tong (2005)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Baily (1986)</li> <li>Roach (1987; 1988)</li> <li>Oulton et Srinivasan (2005)</li> <li>Jorgenson et Stiroh (1995)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Les recherches empiriques au niveau des pays à partir des années 90 ont majoritairement trouvé une relation positive entre investissements en TI et productivité. Cependant, cet effet n'est pas présent dans l'ensemble des pays étudiés et se fait sentir plus particulièrement aux États-Unis, au Canada et dans quelques pays européens.</li> </ul>

\* Ces études ont montré un lien significatif entre l'investissement en technologies de l'information et productivité, mais conditionnel à une structure organisationnelle favorable à l'implantation des TI.

## 4\_ Conditions de succès

Tel que vu dans la première section, mesurer la contribution des TI à la productivité de la firme peut s'avérer difficile. Toutefois, la majorité des études portant sur la contribution des projets en TI, tous niveaux d'analyse confondus, présente des similitudes particulièrement au niveau de la conditionnalité de la relation. Il importe donc de faire ressortir les conditions nécessaires afin de maximiser la contribution des nouveaux investissements en TI à la productivité ou à la performance financière. Ces contributions sont rassemblées dans le tableau qui suit.

### 7 \_ Conditions reliées aux TI qui peuvent contribuer à la productivité de la firme

Auteurs	Conditions	Implications
Gregor (2006), Peslak (2007)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Le rendement des projets en TI dépend de la qualité de la planification et du lien du projet avec la mission de l'entreprise.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Le projet doit être accompagné de changements organisationnels afin d'exploiter pleinement les investissements en TI.</li> </ul>
Ko et Osei-Bryson (2006)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Le rendement des projets en TI est conditionnel aux investissements complémentaires effectués dans des domaines reliés au TI.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>L'investissement en TI doit prendre en considération les autres investissements en capital de la firme.</li> <li>Ex : Formation des employés à la nouvelle technologie.</li> </ul>
Stratopoulos (2000)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Le rendement des projets en TI dépend de l'expertise organisationnelle en utilisation de TI et des actifs en TI déjà acquis.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>L'implantation de nouvelles technologies doit être faite en accord avec les technologies déjà présentes dans la firme et l'expertise développée par le passé.</li> </ul>
Thomas et Fernandez (2008)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Le rendement des projets en TI dépend de l'élaboration de critères de succès formellement définis et quantifiables. Ces critères permettent une meilleure utilisation des ressources tout au long du projet.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nécessité de définir des critères de succès clairs et tangibles.</li> <li>Assurer un suivi rigoureux afin de corriger les impondérables rapidement.</li> <li>Développer, au préalable, des mesures afin de quantifier les bénéfices encourus par le projet.</li> </ul>
Ashurst et coll. (2008)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Les bénéfices dépendent de l'engagement et de l'accent mis sur les bénéfices à atteindre plutôt que sur la technologie en elle-même pendant le développement, l'implantation et l'utilisation.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Établir des cibles de rendement avant l'implantation du projet.</li> <li>Garder un suivi des impacts tout au long de la mise en œuvre du projet.</li> </ul>
Markus (2004)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Les TI peuvent livrer des projets de grande valeur si les résultats attendus du projet sont combinés à des changements organisationnels. Les avantages doivent être réalisés, pas seulement prévus.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Les 3 éléments clés d'un projet TI sont: <ul style="list-style-type: none"> <li>l'équipe de TI,</li> <li>l'objectif du changement, et</li> <li>les différents promoteurs dans l'exécutif qui doivent collaborer étroitement afin d'obtenir de la valeur par le biais de projets de TI.</li> </ul> </li> </ul>

Ces conditions ont des implications fondamentales organisationnelles et doivent orienter les processus d'implantation de projets TI. Nous observons donc que l'alignement des changements technologiques de concert avec la raison d'être de l'entreprise est une prémisse au succès des projets. Une vision globale lors de l'élaboration du projet en tenant compte des investissements antérieurs et complémentaires favorise un équilibre entre les nouvelles technologies et les processus de création de valeur à l'intérieure de la firme. Toutefois, il est important de faire connaître tôt dans le processus d'implantation les différents critères de succès à atteindre et de développer des mesures de contrôle afin de bien quantifier les bénéfices et d'orienter les efforts vers les objectifs initiaux du projet.

## 5\_ La situation du Québec

La section 2 a présenté une revue de la littérature sur les liens entre les investissements en technologies de l'information et la productivité. Plusieurs études portant sur la productivité du Québec indiquent que cette productivité est en deçà de celle de ses voisins immédiats. Il est dès lors pertinent de se demander si cet écart est lié en partie aux investissements en TI faits au Québec.

### Profil de l'investissement en TI au Québec

Une littérature scientifique de plus en plus abondante tend à montrer qu'il existe un lien significatif entre les investissements en capital et la croissance de la productivité d'une économie (Voir par exemple de Long et Summers, 1991). Il est donc tout à fait légitime de s'interroger à savoir si la faible productivité qu'affiche le Québec comparativement aux autres provinces canadiennes et aux États-Unis pourrait s'expliquer par un sous-investissement des firmes québécoises en capital physique. L'évolution récente des investissements présente des tendances a priori peu encourageantes pour le Québec. D'abord, dans le tableau 8, entre 2000 et 2007, les investissements totaux du Québec ont cru près de 1 % moins rapidement que la moyenne canadienne (4,34 vs 5,27 %).

#### 8 \_ Taux de croissance annuels des investissements réels (dollars enchaînés de 2002) par province et par type d'investissement, 2000-2007<sup>6</sup>

2000-2007	Can	T.-N. L.	I. P.-É.	N-É	N-B	QC	ON	MB	SK	AB	C-B
Total	5,3	0,8	5,5	3,2	3,8	4,3	4,7	5,7	3,1	7,6	5,7
Structures	4,6	1,1	0,6	0,3	1,7	5,4	3,7	6,0	0,2	6,2	4,7
Machines et matériel	6,0	1,1	8,7	5,7	5,2	3,8	5,5	5,5	7,1	9,8	7,0
TI	9,6	14,7	13,6	9,9	9,1	8,4	9,1	9,9	13,0	11,2	10,6
Équipement de tél.	3,1	4,1	4,3	2,3	3,1	0,8	2,5	7,4	5,8	5,2	6,0
Logiciels	7,8	18,6	18,0	9,8	8,3	8,3	7,3	7,9	11,9	5,9	9,0
Ordinateurs et autre matériel de bureau	16,7	24,6	14,6	20,0	18,7	14,1	16,1	14,4	20,7	23,9	16,7

<sup>6</sup> Tiré de Sharpe et Arsenault (2008)

Les investissements en technologies de l'information et des communications (TI) présentent une situation similaire<sup>7</sup>. En effet, bien que les investissements en TI aient connu une croissance plus forte que les investissements totaux au Québec entre 2000 et 2007, cette croissance reste la plus faible au Canada.

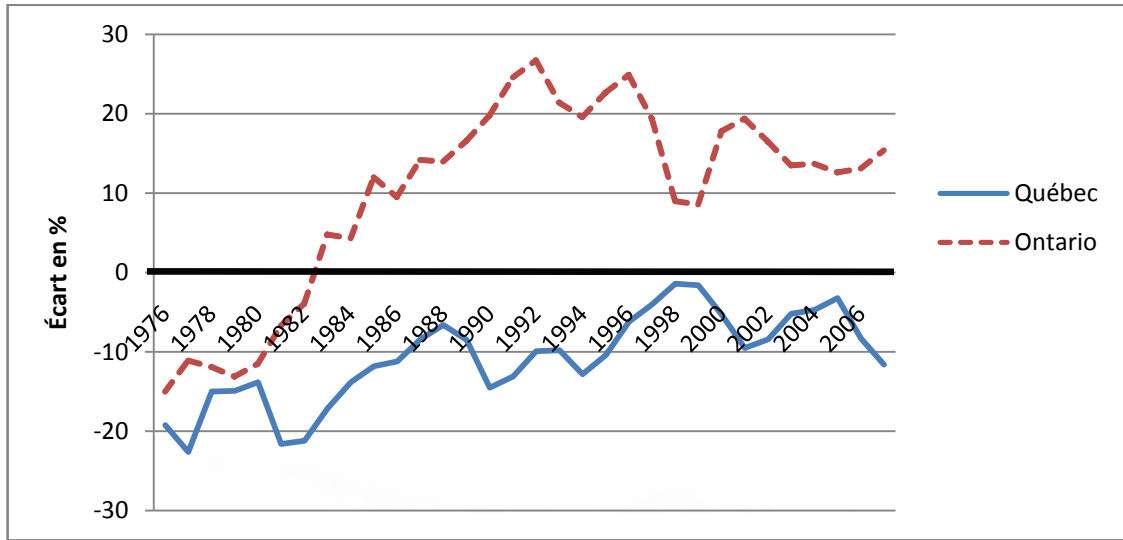
Au niveau des sous-catégories de TI, seuls les investissements en logiciels ont connu une croissance plus élevée au Québec qu'au Canada entre 2000 et 2007. Les investissements dans les ordinateurs et autre matériel de bureau ont affiché la plus grande croissance de tous les types d'investissements au niveau québécois, mais ce taux est le plus bas de toutes les provinces canadiennes entre 2000 et 2007. La même situation se dessine pour les équipements de télécommunication, leur croissance annuelle entre 2000 et 2007 ayant été presque nulle (0,8 %). Cette croissance se classe au dernier rang des provinces canadiennes. Pourtant, entre 1990 et 2000, les investissements en équipements de télécommunication avaient une bonne croissance au Québec et dépassaient même la moyenne canadienne. Depuis 2000 ceux-ci ont ralenti ne dépassant le niveau atteint de 2000 qu'en 2007. Même si cette catégorie est celle qui représente la plus petite part des investissements totaux en TI avec 17 %, cette stagnation entre 2000 et 2007 explique en partie le faible niveau d'investissements totaux en TI du Québec. Du côté des logiciels, c'est la seule catégorie de capital en TI au Québec qui a connu une croissance supérieure à la moyenne canadienne entre 2000 et 2007, celle-ci se chiffrant à 8,3 % comparativement à 7,8 % pour le Canada.

Comme le montre la figure 1, qui présente l'évolution de l'écart entre les investissements en TI totaux par travailleur au Québec et en Ontario par rapport à la moyenne canadienne, le sous-investissement québécois en TI n'est pas une situation récente. Malgré le fait que le Québec ait en partie rattrapé le niveau d'investissements par travailleur du Canada pendant les années 90, depuis 1976 ce niveau a été systématiquement sous la moyenne canadienne et très loin derrière le niveau d'investissements ontarien.

---

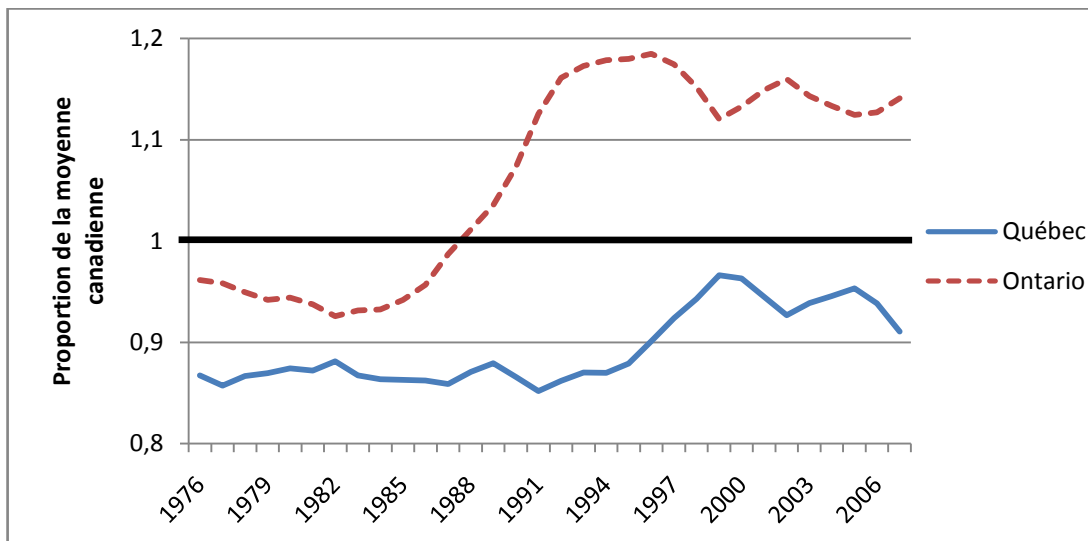
<sup>7</sup> Les investissements en TI sont une sous-division de la catégorie d'investissement Machines et matériel et se divise en trois grands groupes : 1 - Équipement de télécommunication, 2 - Logiciels et 3 - Ordinateurs et autre matériel de bureau.

**1 \_ Écart par rapport à la moyenne canadienne des investissements en TI par travailleur en dollars enchaînés de 2002**



Ultimement, le faible taux d'investissements du Québec s'est reflété sur le stock de capital par travailleur qui est aujourd'hui inférieur à la moyenne canadienne de près de 10 % (voir figure 2<sup>8</sup>). Il faut noter qu'entre 1990 et 2000, la croissance des investissements québécois était supérieure à la moyenne canadienne. C'est en partie ce qui a permis au Québec d'améliorer son stock de capital en TI par travailleur comparativement à la moyenne canadienne.

**2 \_ Stock de capital en TI par travailleur en dollars constants (Laspeyres) en proportion de la moyenne nationale<sup>9</sup>**



<sup>8</sup> La méthode d'amortissement utilisée est linéaire.

<sup>9</sup> Source : Calculs spéciaux du Centre d'étude des niveaux de vie (CSLS).

Pourtant, s'il est simple de blâmer les faibles taux d'investissements en TI pour la situation de la productivité du Québec, il est plus complexe de comprendre pourquoi le Québec présente systématiquement un taux d'investissements en TI inférieur à la moyenne canadienne. Une première piste d'explication est proposée par les travaux d'Arsenault et Sharpe (2008) qui décomposent l'investissement en TI par travailleur pour les dix provinces canadiennes.

### Décomposition de l'investissement en TI par travailleur

En utilisant la méthodologie proposée par Arsenault et Sharpe (2008), il est possible d'identifier certains déterminants du retard d'investissements du Québec en ce qui a trait aux TI. D'abord, l'investissement en TI par travailleur peut être décomposé ainsi :

$$(1) \quad \frac{TI}{Travailleur} = \frac{PIB}{Travailleur} * \frac{Investissement}{PIB} * \frac{TI}{Investissement}$$

#### PIB par travailleur

Le premier terme, PIB par travailleur, est une mesure de la productivité du travail, mais également une mesure des ressources disponibles pour l'achat de capital. En théorie, plus les ressources disponibles sont abondantes, plus les montants disponibles pour les investissements en TI par travailleur seront élevés. Dans le tableau 9, on peut voir que le PIB par travailleur est nettement plus faible au Québec qu'au Canada (- 8 951 \$) et qu'en Ontario (- 11 723 \$). La capacité d'achat du Québec est donc limitée par une richesse inférieure à la moyenne canadienne. C'est un premier déterminant du sous-investissement québécois en TI.

9 \_ Décomposition de l'investissement en TI par travailleur, 2007<sup>10</sup>  
(Dollars enchaînés de 2002)

	Investissements en TI par travailleur	Productivité (PIB/travailleur)	Part de l'investissement dans le PIB (Inv./PIB)	Part des TI dans les investissements totaux (TI/Inv.)	Part des TI dans le PIB (TI/PIB)
Canada	3 353	78 038	17,5	24,6	4,3
Ontario	3 870	80 810	14,6	32,9	4,8
Québec	2 963	69 087	15,2	28,2	4,3

#### Part de l'investissement dans le PIB

Le deuxième terme, rapport entre les investissements et le PIB, représente l'intensité d'investissements d'une économie. Ici, le Québec affiche une position inférieure au Canada, mais cette fois supérieure à l'Ontario. C'est donc dire que le Québec investit moins par rapport à

<sup>10</sup> Source : Sharpe et Arsenault, ICT investment and Productivity : A provincial perspective, CSLS, 2008

ses revenus disponibles que la moyenne canadienne, mais plus que l'Ontario. C'est un deuxième déterminant du sous-investissement québécois en TI.

### Part des investissements en TI dans les investissements totaux

Finalement, le troisième terme de l'investissement en TI par travailleur est la proportion d'investissements en TI par rapport aux investissements totaux. Cela indique l'accent mis sur les investissements en TI par rapport aux autres types d'investissements. Au Québec, la part des investissements en TI par rapport aux investissements totaux est supérieure à la moyenne canadienne. Or, cela contribue positivement à l'investissement par travailleur en TI et vient contrebalancer la faible intensité d'investissements dans l'économie. En combinant le fait que le Québec investit plus en TI en proportion de ces investissements totaux mais que ces investissements totaux représentent une moins grande part du PIB qu'au Canada, le Québec affiche donc une position similaire au Canada quant à la proportion des investissements en TI en pourcentage du PIB (tableau 10 - colonne C).

#### 10 \_ Décomposition de l'écart d'investissements en TI par travailleur entre les provinces et la moyenne canadienne, 2007<sup>1112</sup>

	Écart inv. en TI par travailleur en %	Productivité (PIB/travailleur)	Part des inv. en TI dans le PIB (TI/PIB)	Part des inv. totaux dans le PIB (Inv./PIB)	Part des inv. en TI dans les inv. totaux (TI/Inv.)
	A = B + C	B	C = D + E	D	E
Ontario	15,4 (100,0)	3,8 (24,4)	11,6 (75,6)	-19,8 (-128,4)	31,4 (204,0)
Québec	-11,6 (100,0)	-11,5 (98,4)	-0,2 (1,6)	-13,2 (113,7)	13,1 (-112,0)

Le tableau 10 présente la proportion de l'écart qui est expliqué par chacun des termes de l'équation 1. D'abord, on remarque que le retard qu'accuse le Québec provient principalement du manque de ressources disponibles pour investir et donc d'un plus faible pouvoir d'achat des firmes. En fait, le ratio PIB/travailleur explique une partie importante du sous-investissement en TI. L'intensité des investissements dans la structure des investissements québécois est comparable au pattern observé ailleurs au Canada.

En ce qui concerne l'Ontario, l'emphase mise sur les investissements en TI en proportion des investissements totaux fait en sorte que l'investissement en TI par travailleur au final est plus élevé qu'au Québec malgré le fait que la proportion d'investissements totaux sur le PIB est

<sup>11</sup> Source : Sharpe et Arsenaault, ICT investment and Productivity : A provincial perspective, CSLS, 2008

<sup>12</sup> Les chiffres entre parenthèses représentent la part de l'écart d'investissements en TI par travailleur attribuable à chacun des termes de la décomposition.



inférieure en Ontario. Un pouvoir d'achat supérieur est également une des raisons qui fait que l'investissement en TI par travailleur en Ontario est supérieur à la moyenne canadienne et au Québec.

## Décomposition de l'écart par la structure industrielle

Une explication alternative du sous-investissement québécois en TI pourrait venir de la structure industrielle de l'économie québécoise. En effet, l'intensité d'investissements en TI peut dépendre de la nature des activités de chacune des firmes. Par exemple, une entreprise dans l'industrie de la construction n'a pas besoin d'investir en TI autant qu'une firme dans l'industrie de l'information. Par conséquent, si la structure industrielle du Québec est plus orientée vers des industries à faible intensité d'utilisation des technologies de l'information et des communications, il est normal que l'investissement en TI par travailleur soit inférieur à la moyenne canadienne ou à l'Ontario. Dans un tel cas, on ne pourrait pas associer le faible investissement en TI du Québec à un manque d'incitatif, mais simplement à une structure industrielle et à un environnement économique moins propices aux technologies de l'information et des communications.

### Calcul de l'influence de la structure industrielle

Afin de vérifier cette hypothèse, l'idéal serait de comparer les niveaux d'investissements par travailleur par industrie dans chacune des provinces ainsi que l'importance relative de chaque secteur. Malheureusement, les données d'investissements par travailleur par province ne sont pas disponibles au niveau des industries. Par contre, elles le sont pour l'ensemble du Canada. Bien que cela limite quelque peu l'interprétation, il est possible d'estimer ces chiffres. En connaissant la structure industrielle par province, il est possible de déterminer son influence sur les investissements. On suppose que chacune des industries en Ontario ou au Québec se comporte de la même façon que dans le Canada en termes d'investissements en TI par travailleur. Ensuite, on multiplie le poids de chacune des industries par l'investissement canadien moyen de ce secteur. Finalement, la somme de ces résultats produit un investissement par travailleur « attendu » de la province. Plus ce chiffre est près de l'investissement réel par travailleur de la province (c.-à-d. plus l'écart calculé se rapproche de l'écart réel) et plus la structure industrielle explique l'écart réel de l'investissement en TI entre la province et le Canada.

De manière plus formelle, la différence réelle d'investissements par travailleur entre le Québec et le Canada est égale à :

$$(2) \quad \text{Différence réelle} = \sum_{i=1}^{16} \left( \left( \frac{TI_i}{N_i} \right)^{QC} \times \rho_i^{QC} \right) - \sum_{i=1}^{16} \left( \left( \frac{TI_i}{N_i} \right)^{CAN} \times \rho_i^{CAN} \right)$$

où  $TI_i$  est l'investissement en technologie de l'information du secteur  $i$ ,  $\rho_i$  est le poids de l'industrie dans l'économie mesuré par le nombre de travailleurs de l'industrie  $i$  sur le total des travailleurs de l'économie ( $\frac{N_i}{N}$ ).  $N_i$  est le nombre de travailleurs dans l'industrie  $i$  (voir annexe pour les tableaux de données)<sup>13</sup>.

Tel que discuté précédemment, le niveau d'investissements en TI par travailleur pour les provinces est inconnu, on doit donc supposer qu'il est égal à la moyenne nationale dans chacune des industries. Une fois cette hypothèse prise en considération, on ne peut plus définir cette différence comme la différence réelle, mais plutôt comme l'écart attendu en supposant un investissement par travailleur par industrie identique à la moyenne canadienne pour toutes les provinces :

$$(3) \quad \text{Écart attendu} = \sum_{i=1}^{16} \left( \left( \frac{TI_i}{N_i} \right)^{CAN} \times \rho_i^{QC} \right) - \sum_{i=1}^{16} \left( \left( \frac{TI_i}{N_i} \right)^{CAN} \times \rho_i^{CAN} \right)$$

où  $\sum_{i=1}^{16} \left( \left( \frac{TI_i}{N_i} \right)^{CAN} \times \rho_i^{QC} \right)$  est l'investissement par travailleur attendu sachant que l'investissement par travailleur sectoriel au Québec est égal à la moyenne canadienne. En simplifiant, l'écart devient :

$$(4) \quad \text{Écart attendu} = \sum_{i=1}^{16} \left( \left( \frac{TI_i}{N_i} \right)^{CAN} (\rho_i^{QC} - \rho_i^{CAN}) \right)$$

Il faut ensuite comparer cette différence attendue avec la différence observée. Il y a alors deux scénarios possibles. Soit que la différence calculée se situe près de la différence réelle, dans un tel cas la structure industrielle explique une part importante de l'écart réel. Si au contraire la différence calculée est très petite, c'est donc dire qu'il y a un sous-investissement au niveau industriel et que la structure industrielle n'est pas une explication suffisante<sup>14</sup>. Dans les deux cas, la différence calculée représente la portion de l'écart qui est expliqué par la structure industrielle de la province.

## Année 2004<sup>15</sup>

Avant toute chose, il est intéressant de voir que les niveaux d'investissements par travailleur au Québec et en Ontario sont grandement différents. En effet, alors que le Québec investit en

<sup>13</sup> Les données sur l'emploi proviennent de l'Enquête sur la population active (EPA) de Statistique Canada. Tableaux CANSIM 282-0012. Les données sur l'investissement en TI par industrie proviennent du Centre d'étude des niveaux de vie via la base de données suivante : Database of Information and Communication Technology (ICT) Investment and Capital Stock Trends: Canada vs United States.

<sup>14</sup> Il faut interpréter avec prudence ce genre de décomposition puisque le niveau d'analyse sectorielle peut jouer un rôle important dans les conclusions obtenues. Ainsi, supposons que nous décomposons un peu plus loin le secteur de la finance. Il est possible que l'industrie de la finance au Québec soit plus orientée vers des sous-secteurs qui nécessitent moins d'investissement en TI que pour le Canada. Par conséquent, on sous-estime la contribution de la structure industrielle à l'écart d'investissement.

<sup>15</sup> Voir annexe pour les tableaux de données.

moyenne 1 898 \$ par travailleur, l'Ontario investit 2 265 \$ par travailleur, soit un écart de 368 \$. C'est donc dire que le travailleur ontarien reçoit près de 20 % plus d'investissements que le travailleur québécois typique.

Revenons maintenant à la contribution de la structure industrielle à l'écart d'investissements avec le niveau canadien. En 2004, pour le Québec, la différence calculée est de - 5 \$ par travailleur<sup>16</sup> (voir tableau 11). Or, la différence réelle d'investissements est plutôt de - 86 \$ par travailleur. Selon ces calculs, 6 % de l'écart d'investissements entre le Canada et le Québec peut donc s'expliquer par sa structure industrielle qui est un peu plus orientée vers des secteurs à faible investissements en TI. Le reste, soit 94 %, est le reflet d'un sous-investissement au niveau sectoriel, c'est-à-dire que certaines industries au Québec investissent moins en TI qu'ailleurs au Canada. Une grande partie de l'écart de l'investissement en TI par travailleur reste donc inexpliquée par la structure sectorielle et nécessite l'approfondissement des connaissances entourant le comportement d'investissements des firmes québécoises. La structure industrielle n'est pas une explication satisfaisante (du moins suffisante) au niveau de l'investissement québécois en TI.

#### 11 \_ Calcul de l'investissement par travailleur attendu selon la structure industrielle du Québec et de l'Ontario, 2004<sup>17</sup>

	Canada	Québec	Ontario
TI/travailleur réel	1 984	1 898	2 265
TI/travailleur attendu	N/A	1 979	2 052
Écart réel	N/A	- 86	+ 282
Écart calculé	N/A	- 5	+ 67
% expliqué par la structure industrielle	N/A	6 %	24 %

Nous avons également fait l'exercice pour l'Ontario qui affiche des investissements en TI par travailleur largement supérieurs vis-à-vis du Canada (+ 282 \$) et vis-à-vis du Québec (+ 367 \$). Or, lorsque l'effet des niveaux d'investissements dans chacune des industries est retiré, on voit que le niveau d'investissements qui devrait prévaloir se rapproche beaucoup de la moyenne canadienne passant de 282 \$ à 67 \$. Conséquemment, 24 % de l'écart est expliqué par une structure industrielle orientée vers des secteurs plus intensifs en TI que la moyenne canadienne. Ainsi, 76 % de l'écart provient d'un investissement accru au niveau sectoriel.

<sup>16</sup> Une correction a été effectuée afin de tenir compte de la confidentialité des données dans 5 industries au niveau des investissements en télécommunications. Sans cette correction la somme des investissements en TI par industrie au Canada était sous-évaluée par rapport au vrai niveau d'investissement total du Canada. Les 5 industries touchées par cette correction sont *Services publics (22)*, *construction (23)*, *support administratif (56)*, *hébergement et service de restauration (72)* et *autres services sauf administrations publiques (81)*.

<sup>17</sup> Données tirées de Sharpe et Arsenault, *ICT investment and Productivity : A provincial perspective*, CSLS, 2008. Calcul des auteurs.

## Année 2007

Pour ce qui est de 2007, au Québec l'écart réel des investissements par travailleur avec la moyenne canadienne était de 228 \$. En appliquant la même méthode de calcul, l'écart entre le Québec et le Canada aurait dû être de 15 \$ par travailleur en faveur du Québec (+ 6 %). C'est donc dire qu'en 2007 la structure industrielle québécoise était favorable à l'investissement en TI et qu'en théorie son niveau d'investissements par travailleur en TI aurait dû être supérieur au niveau canadien. Ainsi, le sous-investissement à l'intérieur des industries explique la portion réelle de l'écart (- 228 \$) en plus de l'écart supplémentaire issu de la structure industrielle québécoise (243 \$ au total ou 106 %). Par conséquent, une fois de plus les différences au niveau de la structure industrielle du Québec ne sont pas des explications suffisantes au sous-investissement québécois en TI.

### 12 \_ Calcul de l'investissement par travailleur attendu selon la structure industrielle du Québec et de l'Ontario, 2007<sup>18</sup>

	Canada	Québec	Ontario
TI/travailleur réel	2 114	1 886	2 437
TI/travailleur attendu	X	2 129	2 222
Écart réel	X	- 228	+ 323
Écart calculé	X	+ 15	+ 215
% expliqué par la structure industrielle	X	- 6 %	33 %

Du côté de l'Ontario, toujours en appliquant la même méthode, la structure industrielle explique 33 % de l'écart de 323 \$ d'investissements par travailleur supplémentaire comparativement à la moyenne canadienne. Notons que l'écart avec le Québec s'est creusé à 551 \$, en augmentation de 50 % par rapport à l'écart de 367 \$ qui existait en 2004.

Cette méthodologie, cherchant à décortiquer l'écart d'investissements en technologies de l'information par travailleur selon la structure industrielle, nous permet donc de tirer certaines conclusions. D'abord, il apparaît clair que l'écart d'investissements en TI par travailleur semble se creuser, non seulement avec le Canada mais également avec l'Ontario. Ensuite, il semble que ce retard qu'accuse le Québec en termes d'investissements par travailleur n'en est pas un qui provient de sa structure industrielle mais plutôt d'un simple sous-investissement. Donc, bien que le retard qu'accuse le Québec vis-à-vis de l'Ontario puisse s'expliquer, du moins en partie, par la structure industrielle ontarienne orientée davantage vers des secteurs à plus forte

<sup>18</sup> Données tirées de Sharpe et Arsenault, ICT investment and Productivity : A provincial perspective, CSLS, 2008. Calcul des auteurs.

intensité en TIC, le gros du problème provient de sources fondamentales autres et il devient de plus en plus pressant de les identifier.

## 6\_ Conclusion

Les données présentées dans la section précédente permettent de poser quelques constats qui doivent être gardés en mémoire quand on tente d'expliquer le lien entre les investissements en technologies de l'information et l'écart de productivité du Québec avec le reste du Canada.

D'une part, le Québec investit moins en général et investit moins en technologies de l'information et des communications que les autres provinces canadiennes. Il faut toutefois souligner que la part des investissements en TI dans les investissements totaux au Québec dépasse la moyenne canadienne. Dès lors, il est possible de supposer que la productivité plus faible du Québec peut être attribuable autant aux faibles investissements (absolus) en technologies de l'information qu'aux faibles investissements dans les autres types d'actifs.

D'autre part, la littérature sur le lien entre technologies de l'information et productivité suggère que les investissements en technologies de l'information peuvent être des conditions nécessaires, mais non suffisantes, pour générer des bénéfices et des gains de productivité. Afin de générer des gains intéressants, les investissements en TI doivent être accompagnés d'investissements complémentaires (changements de processus, qualification de la main-d'œuvre, réorganisation, etc.). C'est cette combinaison qui semble avoir le meilleur potentiel pour générer des gains de productivité.

La combinaison de ces deux éléments présente un défi intéressant pour le Québec en ce qui a trait aux investissements en technologies de l'information. Premièrement, si les investissements (faibles) qui sont faits en TI ne sont pas optimaux, l'écart de productivité avec le reste du Canada risque de s'accroître. On peut penser que le Québec devrait accroître ses investissements en TI. Deuxièmement, comme le niveau d'investissements général du Québec est relativement faible, il est possible que les investissements complémentaires qui doivent accompagner les investissements en TI ne soient pas faits de pair avec les investissements en TI. Dès lors, si ces investissements complémentaires sont déficients, les organisations québécoises ne retireraient pas les bénéfices potentiels pouvant provenir de leurs investissements en TI.

L'incitation à l'investissement en TI présente dès lors un double défi. Il faut inciter les entreprises québécoises à accroître leurs investissements en TI. Toutefois, il ne faut pas que cet accroissement soit fait au détriment d'une autre catégorie d'investissements. Le niveau d'investissements étant déjà faible. Un simple déplacement des investissements d'une catégorie à une autre pourrait impliquer que les entreprises investiraient plus en TI et moins dans les investissements complémentaires qui eux maximisent le potentiel de rentabilité des investissements en TI. Cette situation serait pénalisante pour le Québec.

Il peut être imprudent de supposer que les investissements en TI sont systématiquement plus rentables que les autres types d'investissements. Ce n'est pas nécessairement le cas. Si un incitatif (fiscal par exemple) favorise les investissements et crée un déplacement des investissements « généraux » vers les investissements en TI, cela peut devenir contre-productif. Si le déplacement réduit les investissements complémentaires aux TI, le gain de productivité attendu des TI ne se matérialisera pas. Il faut donc s'assurer que les incitatifs mis en place créent un accroissement de l'investissement en général, ainsi qu'un accroissement des investissements en TI.

## Références

- Alpar, P. et M. Kim (1991). "A Microeconomic Approach to the Measurement of Information Technology Value", *Journal of Management Information Systems*, vol. 7, n° 2, p. 55-69.
- Armstrong, P., T. Harchaoui, C. Jackson et F. Tarkhani (2002), "A Comparison of Canada-U.S. Economic Growth in the Information Age, 1981-2000: The Importance of Investment in Information and communication Technologies", *Research Paper Series 11F0027MIE*, A. S. B. Statistics Canada.
- Ashurst, C., N. F. Doherty et J. Peppard (2008), "Improving the Impact of IT Development Projects: the Benefits Realization Capability Model", *European Journal of Information Systems* **2008**(17): 352-370.
- Ataay, A. (2006), "Information Technology Business Value: Effects of IT usage on labor Productivity", *Journal of American Academy of Business*, vol. 9, n° 2, p. 230-237.
- Atzeni, G. E. et O. A. Carboni (2006), "ICT Productivity and Firm Propensity to Innovate Investment: Evidence from Italian Microdata", *Information Economics and Policy*, vol. 18, n° 2006, p. 139-156.
- Baily, M. N. (1986), "What Has Happened to Productivity Growth?", *Science*, vol. 234, n° 4775, p. 443-451.
- Bartel, A., C. Ichniowski et K. Shaw (2007), "How does Information Technology Affect Productivity? Plant-Level Comparisons of Product Innovation, Process Improvement, and Worker Skills", *The Quarterly Journal of Economics*, vol. 122, n° 4, p. 1721-1758.
- Bernard, J.-G., S. Rivard et B. A. Aubert (2004), "L'exposition au risque d'implantation d'ERP: Éléments de mesure et atténuation", *Systèmes d'Information et Management*, vol. 9, n° 2.
- Berndt, E. R. et C. J. Morrison (1995), "High-tech Capital Formation and Economic Performance in U.S. Manufacturing Industries : An Exploratory Analysis", *Journal of Econometrics*, vol. 65, n° 1, p. 9-43.
- Brynjolfsson, E. (1993), "The Productivity Paradox of Information Technology", *Communication of the ACM*, vol. 36, n° 12, p. 66-77.
- Brynjolfsson, E., S. Aral et M. V. Alstyne (2007), "Information, Technology and Information Worker Productivity : Task level Evidence", *NBER Working paper No. w13172*.
- Brynjolfsson, E. et L. M. Hitt (2000), "Beyond Computation: Information Technology, Organizational Transformation and Business Performance" *The Journal of Economics Perspectives*, vol. 14, n°4, p. 23-48.
- Brynjolfsson, E., T. Malone, V. Gurbaxani et A. Kambil (1991), "Does Information Technology Lead to Smaller Firms?", *MIT Center for Coordination Science: Working Paper Series no.123*.
- Carr, N. G. (2003), "IT doesn't Matter", *Harvard Business Review*, vol. 81, n° 5, p. 41-9.
- Cette, G., J. Mairesse et Y. Kocoglu (2002), "Diffusion of ICTs and Growth of the French Economy over the Long-term, 1980-2000", *International Productivity Monitor*, vol. 4, (Spring), p. 27-38.



- Charette, R. N. (2005), "Why Software Fails", *IEEE Spectrum*.
- de Long, J. B. et L. H. Summers (1991), "Equipment investment and economic growth." *Quarterly Journal of Economics*, vol. 106, n° 2.
- DeLone, W. H. et E. R. McLean (1992), "Information Systems Success: The Quest for the Dependent Variable," *Information Systems Research*, vol. 3, n° 1, p. 60-95.
- DeLone, W. H. et E. R. McLean (2003), "The DeLone and McLean Model of Information Systems Success: A Ten-Year Update", *Journal of Management Information Systems*, vol. 19, n° 4, p. 9-30.
- Gemino, A., B. H. Reich et C. Sauer (2008), "Examining IT Project Performance." *ASAC*.
- Gregor, S., M. Martin, W. Fernandez, S. Stern et M. Vitale (2006), "The Transformational Dimension in the Realization of Business Value from Information Technology", *Journal of Strategic Information Systems*, vol. 15, n° 3, p. 249-270.
- Hempell, T. (2005), "What's spurious, what's real? Measuring the Productivity Impacts of ICT at the Firm-level", *Empirical Economics*, vol. 30, n° 2, p. 427-464.
- Hu, Q. et J. Quan (2005), "Evaluating the Impact of IT Investments on Productivity: a Causal Analysis at Industry Level", *International Journal of Information Management*, vol. 25, n° 1, p. 39-53.
- Huang, T.-H. (2005), "A Study on the Productivities of IT Capital and Computer Labor: Firm-level Evidence from Taiwan's Banking Industry", *Journal of Productivity Analysis*, vol. 24, n° 3, p. 241-257.
- Jorgenson, D. W. et K. Stiroh (1995), "Computers and Growth", *Economics of Innovation and New Technology*, vol. 3, n° 1707, p. 295-316.
- Khan, H. et M. Santos (2002), "Contribution of ICT use to Output and Labour Productivity Growth in Canada", *Bank of Canada Working Paper n° 2002-7*.
- King, W. R. (2007), "IT Strategy and Innovation: Productivity and IS", *Information Systems Management*, vol. 24, n° 3, p. 265-266.
- Ko, M. et K.-M. Osei-Bryson (2006), "Analyszing the Impact of Information Technology Investments Using Regression and Data Mining Techniques", *Journal of Enterprise Information Management*, vol. 19, n° 4, p. 403-417.
- Kohli, R. et V. Grover (2008), "Business value of IT: An essay on expanding research directions to keep up with the times", *Journal of the association for information systems*, vol. 9, n° 1, p. 23-39.
- Lee, S.-Y. T., R. Gholami et T. Y. Tong (2005), "Time Series Analysis in the Assessment of ICT Impact at the Aggregate Level – Lessons and Implications for the New Economy", *Information & Management*, vol. 42, n° 7, p. 1009-1022.
- Markus, L. (2004), "Technochange management: Using IT to drive organizational change", *Journal of Information Technology*, vol. 19, p. 4-20.
- Martinsons, M. et V. Martinsons (2002), "Rethinking the Value of IT, Again", *Communication of the ACM*, vol. 45, n° 7, p. 25-26.
- Mashal, A. (2006), "Impact of Information Technology Investment on productivity and profitability: The Case of a Leading Jordanian Bank", *Journal of Information Technology Case and Application Research*, vol. 8, n° 4, p. 25-46.

- McAfee, A. (2002), "The Impact of Enterprise Technology Adoption on Operational Performance: An Empirical Investigation", *Production and Operations Management Journal*, vol. 11, n° 1, p. 33-53.
- McKinsey and Co. (2002), U.S. Productivity Report, 1995-2000.
- Mention, A.-L., A. Rousseau et J.-C. Bernacconi (2007), "Performance et technologies de l'information : proposition d'un cadre d'analyse multidimensionnel", C. d. R. P. H. Tudor.
- Mukhopadhyay, T., S. Rajiv et K. Srinivasan (1997), "Information Technology Impact on Process Output and Quality", *Management Science*, vol. 43, n° 12, p. 1645-1659.
- Oliner, S. D. et D. E. Sichel (2000), "The Resurgence of Growth in the Late 1990s: is Information Technology the Story?", *Journal of Economic Perspectives*, vol. 14, n° 4, p. 3-22.
- Oliner, S. D. et D. E. Sichel (2005), "Les technologies de l'information et la productivité : Situation Actuelle", *L'Actualité Économique*, vol. 81, n° 1-2, p. 339-400.
- Oulton, N. et S. Srinivasan (2005), "Productivity Growth in UK Industries, 1970-2000: Structural Change and the Role of ICT", *Bank of England, Quarterly Bulletin*, vol. 45, n° 2.
- Peslak, A. R. (2007), "Organizational Information Systems: Rate of Return and Influencing Variables as Viewed by Top Financial Executives", *Industrial Management & Data Systems*, vol. 108, n° 1, p. 43-59.
- Pinsonneault, A. et S. Rivard (1998), "Information technology and the nature of managerial work: From the productivity paradox to the icarus paradox", *MIS Quarterly*, vol. 22, n° 3.
- Porter, M. E. et V. E. Millar (1985), "How Information Gives you a Competitive Advantage", *Harvard Business Review*, vol. 63, n° 4, p. 149-160.
- Roach, S. S. (1987), "America's Technology Dilemma: A Profile of the Information Economy", *Morgan Stanley Special Economic Study*.
- Roach, S. S. (1988), "White-Collar Productivity: A Glimmer of Hope?", *New York Special Economic Study (unpublished memorandum)*, Morgan Stanley.
- Saito, Y. (2000) "Increased Labor Productivity and IT Investment in the United States", *International Department Working Paper Series 00-E-1*.
- Santos, B. D. et L. Sussman (2000), "Improving the Return on IT Investment: The Productivity Paradox", *International Journal of Information Management*, vol. 20, n° 6, p. 429-440.
- Sauer, C., A. Gemino et B. H. Reich (2007), "IT Project Performance: The Impact of Size and Volatility", *Communications of the ACM*, vol. 50, n° 10, p. 79-84.
- Sharpe, A. (2006), "The Relationship between ICT Investment and Productivity in the Canadian Economy: A Review of the Evidence", *CSLS Research Report*, vol. 2006, vol. 5.
- Sharpe, A. et J.-F. Arsenault (2008), "ICT Investment and Productivity: A Provincial Perspective", *CSLS Research Report No. 2008-6*, Center for the Study of Living Standards, Ottawa.
- Sichel, D. E. (1997), "The Computer Revolution: an Economic Perspective", Washington, DC.
- Soete, L. (2001), "ICT, Knowledge Work and Employment: The Challenges to Europe" *International Labour Review*, vol. 140, n° 2, p. 143-163.

Stiroh, K. J. (2001), "Investing in information technology: Productivity payoffs for U.S. industries", *Current issues in Economics and Finance*, vol. 7, n° 6.

Stiroh, K. J. (2002), "Information Technology and the U.S. Productivity Revival: A Review of the Evidence", *Business Economics*, vol. 37, n° 1, p. 30-37.

Stratopoulos, T. et B. Dehning (2000), "Does Successful Investment in Information Technology Solve the Productivity Paradox?", *Information and Management*, vol. 38, n° 2, p. 103-117.

Sugumaran, V. et B. Arogyaswamy (2003), "Measuring IT Performance: "Contingency" Variables and Value Modes", *The Journal of Computer Information Systems*, vol. 44, n° 2, p. 79-86.

The Standish Group (2004), "Standish: Project Success Rates Improved Over 10 Years", de <http://www.softwagemag.com/L.cfm?doc=newsletter/2004-01-15/Standish>.

Thomas, G. et W. Fernandez (2008), "Success in IT projects: A matter of definition?", *International Journal of Project Management*, vol. 26, (2008), p. 733-742.

van Ark, B., R. Inklaar et R. H. McGuckin (2003), "The Contribution of ICT-Producing and ICT-Using Industries to Productivity Growth: A Comparison of Canada, Europe and the United States", *International Productivity Monitor*, vol. 6, p. 56-63.



## Annexe

### 1 \_Part de l'industrie dans l'emploi total pour le Québec, l'Ontario et le Canada et investissements en TI par travailleur par industrie, 2004<sup>19</sup>

2004	Emploi industrie sur emploi total - Canada	Emploi industrie sur emploi total - Québec	Emploi industrie sur emploi total - Ontario	Investissements en TI par travailleur (Canada)
Agriculture, foresterie, pêche et chasse, extraction minière et extraction de pétrole et de gaz	3,84 %	2,35 %	1,79 %	959 \$
Services publics	0,83 %	0,88 %	0,93 %	8 800 \$
Construction	5,97 %	4,48 %	5,83 %	278 \$
Fabrication	14,37 %	17,15 %	17,45 %	1 150 \$
Commerce de gros	3,66 %	3,90 %	3,83 %	3 139 \$
Commerce de détail	12,07 %	12,73 %	11,56 %	786 \$
Transport et entreposage	5,01 %	4,83 %	4,68 %	1 666 \$
Industrie de l'information et industrie culturelle + arts, spectacles et loisirs	4,63 %	4,39 %	4,59 %	9 793 \$
Finance, assurance, service immobilier, service de location et location à bail	6,03 %	5,49 %	6,91 %	6 333 \$
Services professionnels, scientifiques et techniques	6,38 %	6,07 %	7,00 %	2 181 \$
Gestion de sociétés et d'entreprises, services administratifs	3,96 %	3,18 %	4,40 %	700 \$
Secteur d'enseignement	6,50 %	6,43 %	6,19 %	935 \$
Soins de santé et assistance sociale	10,87 %	12,01 %	10,07 %	373 \$
Hébergement et services de restauration	6,35 %	5,68 %	5,80 %	217 \$
Autres services, sauf adm. Publique	4,37 %	4,57 %	4,02 %	842 \$
Administration publique	5,18 %	5,87 %	4,95 %	4 744 \$
<b>Total</b>	<b>100,00 %</b>	<b>100,00 %</b>	<b>100,00 %</b>	<b>1 984 \$</b>

<sup>19</sup> Les données sur l'investissement par travailleur par industrie au Canada proviennent du Centre d'étude des niveaux de vie : [Database of Information and Communication Technology \(ICT\) Investment and Capital Stock Trends: Canada vs United States](#)

## 2 \_Part de l'industrie dans l'emploi total pour le Québec, l'Ontario et le Canada et investissements en TI par travailleur par industrie, 2007

2007	Emploi industrie sur emploi total - Canada	Emploi industrie sur emploi total - Québec	Emploi industrie sur emploi total - Ontario	Investissements en TI par travailleur (Canada)
Agriculture, foresterie, pêche et chasse, extraction minière, extraction de pétrole et de gaz	4,01 %	2,62 %	1,99 %	950 \$
Services publics	0,82 %	0,84 %	0,88 %	11 250 \$
Construction	6,72 %	5,08 %	6,26 %	300 \$
Fabrication	12,12 %	14,10 %	14,42 %	1 469 \$
Commerce de gros	3,72 %	4,23 %	3,51 %	3 195 \$
Commerce de détail	12,19 %	12,54 %	12,07 %	662 \$
Transport et entreposage	4,88 %	4,63 %	4,61 %	2 456 \$
Industrie de l'information et industrie culturelle + arts, spectacles et loisirs	4,64 %	4,46 %	4,98 %	9 825 \$
Finance, assurance, service immobilier, service de location et location à bail	6,28 %	6,01 %	7,19 %	7 393 \$
Service professionnels, scientifiques et techniques	6,74 %	6,66 %	7,25 %	1 671 \$
Gestion de sociétés et d'entreprises, services administratifs	4,16 %	3,83 %	4,47 %	750 \$
Secteur d'enseignement	7,01 %	6,73 %	7,07 %	961 \$
Soins de santé et assistance sociale	10,94 %	11,82 %	10,18 %	426 \$
Hébergement et services de restauration	6,34 %	6,14 %	6,06 %	275 \$
Autres services, sauf adm. Publique	4,29 %	4,59 %	4,05 %	725 \$
Administration publique	5,13 %	5,71 %	5,02 %	4 677 \$