

Lien entre utilisation de la technologie, capital humain, productivité et salaires : données factuelles au niveau des entreprises

Julie Turcotte et Lori Whewell Rennison¹
Finances Canada

ON ADMET GÉNÉRALEMENT QUE l'accroissement marqué de l'utilisation de l'ordinateur, et de façon plus générale des technologies de l'information et des communications (TIC), est le principal changement qui s'est produit dans les milieux de travail au cours de la dernière décennie. Entre 1989 et 2000, la croissance de l'investissement réel dans les ordinateurs au Canada a atteint un niveau phénoménal de 30 % par année. En 2000, l'investissement dans les TIC en général représentait près du tiers de tous les investissements commerciaux dans les machines et le matériel au Canada.

L'accroissement de l'investissement dans les TIC au Canada a donné lieu à une accélération de la croissance de la productivité du travail dans la dernière partie des années 90. Dans le secteur des entreprises, la croissance annuelle de la productivité du travail a été plus élevée de plus d'un point

pendant la période 1996-2000 qu'entre 1989 et 1996. L'adoption des nouvelles technologies a coïncidé avec des besoins croissants de capital humain pendant cette période, traduisant par là la complémentarité entre ces deux formes d'investissement dans le processus de production.

Même si l'on accepte en général l'existence d'un lien entre la technologie, le capital humain et la productivité, très peu d'études au niveau des entreprises ont évalué de façon empirique les gains de productivité associés à l'utilisation de ces technologies au Canada. De plus, les études microéconomiques n'ont pas été en mesure d'examiner directement l'influence que la combinaison des investissements dans la technologie et le capital humain a exercé sur la productivité des entreprises et les salaires des travailleurs, indiquant ainsi en grande partie le manque de données à la fois sur les caractéristiques des

1 Lori Whewell Rennison est chef des Prévisions et analyses économiques des États-Unis et Julie Turcotte est économiste principale à la Section des prévisions canadiennes, les deux à la Division de l'analyse et des prévisions économiques de Finances Canada. Les auteurs désirent remercier de leurs commentaires John Baffoe-Bonnie, Andrew Clarke, Wulong-Gu, Mélanie Raymond, Graham Rose, Tim Sargent et les participants au colloque au ministère des Finances, les membres de l'assemblée de l'Association canadienne d'économie 2002, les participants à la Conférence 2002 de Statistique Canada sur les thèmes relatifs au milieu de travail au Canada et les participants à la conférence de la Western Economic Association 2003. L'étude repose sur des données de Statistique Canada et est une version abrégée de la communication des mêmes auteurs intitulée « Productivity and Wages: Measuring the Effect of Human Capital and Technology Use From Linked Employer-Employee Data », document de travail n° 2004-01 du ministère des Finances, affichée avec cet article à www.csls.ca sous Publications et *Observateur international de la productivité*. Les opinions exprimées dans cette étude sont celles des auteurs et ne reflètent aucunement celles du ministère des Finances ni de Statistique Canada. C. élect. : rennison.lori@fin.gc.ca, turcotte.julie@fin.gc.ca.

entreprises et des salariés. Le présent article résume les études fondées sur une base de données relativement nouvelle au Canada, l'*Enquête sur les lieux de travail et les employés* (ELTE) 1999, qui relie les données sur les employeurs et les employés au Canada, afin d'aider à combler cette lacune dans les études.

Notre étude cherche à répondre à trois questions. D'abord, nous examinons comment l'utilisation de la technologie est liée au niveau de la productivité dans les entreprises au Canada, en tenant compte d'un certain nombre de caractéristiques spécifiques aux entreprises et aux travailleurs. En deuxième lieu, nous examinons si les avantages liés à la productivité sont effectivement plus élevés lorsqu'on combine l'utilisation de la technologie à des investissements dans le capital humain, comme les études et la formation. Cela nous permet de poser la question stratégique suivante : la formation qu'une entreprise dispense peut-elle réussir à corriger ou rajuster la qualification des travailleurs peu spécialisés tout en permettant aux entreprises de s'en tirer aussi bien au regard de leur productivité? En troisième lieu, nous examinons dans quelle mesure les salaires plus élevés des travailleurs reflètent des gains de productivité associés aux TIC et au capital humain. Pour analyser de telles questions de façon empirique, nous estimons simultanément les fonctions de production et de gains puis nous comparons les salaires relatifs et la productivité relative pour divers groupes de travailleurs.

Il faut souligner au départ que notre étude repose sur un échantillon représentatif de données pour une année seulement, ce qui nous oblige à nous restreindre aux déterminants des niveaux de productivité plutôt qu'à la croissance. D'autres études utilisant les données futures de l'ELTE pourront déterminer si l'utilisation de la technologie et le capital humain permettent également aux entreprises de réaliser des gains

de productivité dans l'avenir, ou si d'autres caractéristiques jouent un plus grand rôle à cet égard. À ce sujet, l'ELTE fournit pour le Canada une nouvelle source originale de données, et notre étude représente ici une première étape importante.

Recension des études empiriques

Utilisation des TIC et productivité

Très peu d'études ont cherché à démontrer le lien qui existe entre l'utilisation de la technologie et la productivité au niveau des entreprises au Canada, et celles qui l'ont fait se sont penchées sur le nombre de technologies adoptées, mais uniquement dans le secteur manufacturier (Baldwin et Sabourin, 2004). Idéalement, nous aimerions faire une distinction entre les entreprises qui font une utilisation intensive des TIC et celles qui en font un usage limité. Notre but est aussi d'inclure le secteur des services dans cette analyse puisqu'il figurait pour plus de 80 % de l'investissement dans les TIC au Canada entre 1989 et 2000. L'ELTE aide à combler cette lacune dans les études puisqu'elle couvre à la fois le secteur manufacturier et non manufacturier et que ses données précisent notamment l'intensité avec laquelle ces deux secteurs utilisent la technologie.

Capital humain et productivité

Pour ce qui est des études, il ne manque pas de preuves empiriques établissant une corrélation positive entre les études et les salaires des travailleurs². En recourant à des ensembles de données couplées entre les travailleurs et les employeurs, plusieurs études aux États-Unis ont aussi constaté l'existence d'un lien positif entre les niveaux de productivité et la scolarité des effectifs au niveau de l'entreprise (Black et Lynch, 1996 et 2000, et Jones, 2001).

2 Voir Card (1999) pour une analyse documentaire détaillée des gains salariaux associés à la scolarité.

Le capital humain comprend non seulement la scolarité ou les études que les travailleurs apportent dans leur emploi, mais aussi les compétences apprises pendant le travail et l'adaptation à de nouvelles technologies. Une documentation empirique fort abondante et diversifiée traite de l'effet de la formation sur la productivité et les salaires au niveau de l'entreprise. Même si plusieurs études ont conclu que les investissements dans la formation avaient un effet positif élevé sur le niveau et la croissance de la productivité au niveau de l'entreprise, surtout la formation structurée (dispensée hors du milieu de travail), d'autres ont révélé que de tels gains étaient plutôt fonction du type de formation dispensée (Black et Lynch, 1996, Dearden, Reed et Van Reenen, 2000, et Barrett et O'Connell, 2001). Plus particulièrement, Black et Lynch (1996) a indiqué que seule la formation en informatique a un effet positif sur la productivité des entreprises non manufacturières. Pour le Canada, les études existantes analysant les répercussions des investissements dans la formation sur la productivité ont été en grande partie de nature qualitative³.

Les études laissent entendre que les gains de productivité associés à la formation sont deux fois plus élevés que les gains salariaux⁴. Dans un marché du travail concurrentiel, on s'attendrait à ce que les écarts de productivité découlant des investissements dans le capital humain traduisent uniquement des écarts salariaux. Toutefois, dans la pratique, le lien entre les gains de productivité et les salaires peut varier selon la provenance du financement, la nature du capital humain acquis et la structure du marché du travail, notamment. Dans le cas de la formation, il y a sans doute une très grande divergence entre

les salaires et les gains de productivité étant donné que les employeurs assument une partie des coûts de la formation. Par conséquent, à l'encontre des études, la prime salariale associée à la formation constitue vraisemblablement une limite inférieure des gains de productivité découlant d'un tel investissement.

Études, formation et utilisation de la technologie : des investissements complémentaires?

Les investissements dans les études, la formation et les nouvelles technologies présentent clairement un lien étroit. La formation joue un rôle important lorsque la technologie change rapidement et que le savoir nécessaire à la mise en œuvre des nouvelles technologies est très pointu. Par exemple, de nombreuses études ont conclu que la mise en œuvre de nouvelles technologies dans les entreprises manufacturières du Canada avait accru le niveau de la qualification requise et stimulé les entreprises à investir dans la formation (Baldwin et Peters, 2001 et Baldwin, Gray et Johnson, 1997).

Au Canada et aux États-Unis, les études ont aussi révélé que les travailleurs hautement scolarisés étaient plus susceptibles de suivre une formation que ceux qui présentent un niveau de scolarité très peu élevé, indiquant par là un lien complémentaire entre le capital humain acquis par le système scolaire et celui qui est obtenu au moyen d'une formation interne (Bartel et Sicherman, 1998, Lynch, 1992, et Leonard, Montmarquette et Turcotte, 2003). Cette constatation risque de préoccuper puisque les travailleurs affichant une faible scolarité ont sans doute de la difficulté à répondre à l'accroisse-

3 À notre connaissance, la seule étude qui mesure les gains de productivité provenant de l'investissement dans la formation est celle de Betcherman, Leckie et McMullen (1997). Les chercheurs ont constaté que les entreprises qui s'engageaient fortement dans la formation étaient plus susceptibles d'indiquer une tendance ascendante de la productivité entre 1993 et 1995 que celles qui n'offraient aucune formation. Toutefois, dans ce cas, on a mesuré la productivité d'après l'évaluation subjective des employeurs.

4 Dearden, Reed et Van Reenen (2000) ont recouru aux données sectorielles pour l'Angleterre pour indiquer qu'une augmentation de 5 % du pourcentage d'employés formés avait pour effet d'augmenter de 2 % les taux horaires et de 4 % la productivité.

ment des compétences sur le marché du travail. Toutefois, des études aux États-Unis ont constaté que les écarts de participation à des cours de formation entre travailleurs peu scolarisés et travailleurs hautement scolarisés s'atténuent dans une certaine mesure (bien qu'ils ne s'éliminent pas) lorsqu'il y a un taux élevé de progrès technologique. Aucune étude à notre connaissance n'a examiné ce lien au Canada. Notre étude comble cette lacune.

Déterminants de la productivité au niveau des entreprises au Canada

Caractéristiques des entreprises de l'Enquête sur le lieu de travail et les employés

Nous utilisons les données de l'Enquête sur le lieu de travail et les employés (1999), mise au point par Statistique Canada et Développement des ressources humaines Canada. On trouve dans l'ELTE le premier jeu de données qui se prête à une analyse des effets du capital humain et de l'utilisation de la technologie sur la productivité des entreprises canadiennes. Nous avons couplé le fichier des employés de l'ELTE (24 597 employés) et le fichier des employeurs (6 351 emplacements) et avons tenu compte uniquement des emplacements à but lucratif comptant plus d'un employé interviewé, ce qui nous a donné un échantillon final de 4 219 emplacements pour lesquels nous disposons des caractéristiques de l'employé moyen. Près de 84 % des emplacements comptent moins de 20 employés, la moyenne de l'échantillon complet s'établissant à 16 employés par emplacement⁵. L'échantillon comprend au premier chef des emplacements sous propriété canadienne et seulement 6,5 % d'emplacement sous propriété étrangère (c.-à-d., dont plus de

50 % de l'actif est contrôlé par des intérêts étrangers).

En moyenne, environ le tiers seulement des travailleurs par emplacement ont terminé des études postsecondaires – 23 % détiennent un diplôme collégial et tout juste un peu plus de 13 %, un grade universitaire. Près de 15 % en moyenne à un emplacement n'ont pas terminé leurs études secondaires, tandis que les 50 % qui restent ont tout au plus un diplôme d'études secondaires, un certificat de métier ou d'autres études postsecondaires (qu'ils n'ont pas terminées).

En moyenne, 24 % des employés à un emplacement ont reçu une formation au cours de l'année de référence de l'ELTE (d'avril 1998 à mars 1999). Seulement 12 % des employés en moyenne à un emplacement ont reçu une formation en informatique, alors qu'en moyenne 54 % des employés à un emplacement utilisent l'ordinateur au travail.

À l'aide des données disponibles de l'enquête, nous définissons la productivité comme étant la valeur ajoutée par travailleur, où la valeur ajoutée est la mesure des recettes brutes moins les frais de matières. Les frais de matières correspondent aux dépenses d'exploitation brutes moins la feuille de paie et les frais des avantages non salariaux et de la formation.

Avant de passer à une analyse empirique, commençons par tirer quelques observations des données brutes. Le tableau 1 présente des statistiques récapitulatives de variables clés selon que les emplacements appartiennent ou non à des groupes à « productivité élevée » ou à « productivité faible » (les emplacements ont été statistiquement triés dans l'un de deux groupes selon leur niveau de productivité). Pour évaluer la complémentarité de l'utilisation des technologies et du capital humain, nous créons aussi un ensemble de termes d'interaction entre les travailleurs qui utilisent un ordinateur et les

5 L'enquête porte sur les emplacements, qui n'est pas une vraie mesure des entreprises (plusieurs emplacements peuvent faire partie de la même entreprise). Toutefois, pour des raisons de simplicité, nous utilisons ces deux termes l'un pour l'autre dans le document.

Tableau 1
Statistiques descriptives choisies

	Moyenne		
	Tous	Faible productivité	Productivité élevée
Études, formation, utilisation de la technologie (% des employés)			
Moins d'un diplôme d'études secondaires	0.147	0.168	0.113
Diplôme d'études secondaires, cours de formation professionnelle ou certification indust.	0.319	0.332	0.309
Grade collégial ou études universitaires partielles	0.177	0.183	0.172
Études collégiales et universitaires terminées sous le niveau du baccalauréat	0.228	0.220	0.239
Grade universitaire obtenu	0.134	0.100	0.177
Baccalauréat	0.096	0.073	0.120
Grade supérieur	0.038	0.027	0.056
Part des travailleurs formés en « classe »	0.236	0.200	0.295
Part des travailleurs formés « en cours d'emploi »	0.241	0.234	0.265
Part des travailleurs qui ont suivi une formation sur logiciels/matériel	0.121	0.085	0.185
Part des travailleurs qui ont suivi une formation en classe sur logiciels/matériel	0.053	0.036	0.080
Part des travailleurs qui ont suivi une formation en cours d'emploi sur logiciels/matériel	0.077	0.053	0.119
Part des travailleurs qui ont suivi une formation professionnelle	0.138	0.142	0.138
Part des travailleurs qui ont suivi une formation sur la promotion du travail d'équipe	0.012	0.013	0.011
Part des travailleurs qui ont suivi tout autre type de formation	0.168	0.170	0.171
Part des travailleurs qui utilisent un ordinateur	0.539	0.469	0.662
Part des gestionnaires qui utilisent un ordinateur	0.119	0.106	0.137
Part des travailleurs hors gestion qui utilisent un ordinateur	0.420	0.363	0.525
Part des travailleurs qui utilisent des technologies gérées par ordinateur	0.119	0.112	0.125
Part des travailleurs qui utilisent tout autre type de technologie	0.331	0.373	0.267
Part des travailleurs qui n'utilisent pas un PC	0.461	0.531	0.338
Part des travailleurs qui utilisent un PC, sans grade univ. et sans formation sur PC	0.346	0.328	0.393
Part des travailleurs qui utilisent un PC, sans grade univ. et avec formation sur PC	0.083	0.064	0.119
Part des travailleurs qui utilisent un PC, sans grade univ. et formés en classe sur PC	0.038	0.028	0.055
Part des travailleurs qui utilisent un PC, sans grade univ. et formés en cours d'emploi sur PC	0.052	0.040	0.073
Part des travailleurs qui utilisent un PC, avec grade univ. et sans formation sur PC	0.080	0.067	0.090
Part des travailleurs qui utilisent un PC, avec grade univ. et avec formation sur PC	0.030	0.011	0.060
Part des travailleurs qui utilisent un PC, avec grade univ. et formés en classe sur PC	0.011	0.004	0.023
Part des travailleurs qui utilisent un PC, avec grade univ. et formés en cours d'emploi sur PC	0.021	0.008	0.042
Caractéristiques des entreprises (% des emplacements)			
Entreprises nationales orientées à l'interne	0.902	0.925	0.866
Entreprises nationales orientées vers l'étranger	0.033	0.023	0.046
Entreprises sous contrôle étranger	0.065	0.052	0.089
Rémunération par partage des bénéfices	0.091	0.056	0.145
R-D a une priorité élevée	0.234	0.202	0.286

Nota : Notre échantillon compte 4 219 emplacements. L'échantillon est restreint à des emplacements à but lucratif dont au moins deux employés ont participé à l'enquête. Les groupes d'entreprises à productivité élevée et faible ont été produits à l'aide de la procédure FASTCLUS du SAS.

caractéristiques de leurs études et formation, et nous les consignons au tableau 1. Voici ce qui en ressort :

- Comme prévu, une part beaucoup plus importante d'employés aux emplacements à productivité élevée détiennent un grade universitaire, et un pourcentage beaucoup plus faible ont moins qu'un diplôme d'études secondaires. Il y a très peu de différences entre les deux groupes quant aux autres niveaux de scolarité. En général, les variables de la formation et l'utilisation de la technologie augmentent avec le niveau de scolarité atteint.
- Les emplacements à productivité élevée fournissent plus de formation aux employés. Il y a un écart beaucoup plus important entre les entreprises à productivité faible et élevée pour ce qui est de la formation en informatique sur matériel/logiciels (qu'elle soit officielle ou non) que pour tous les autres types de formation (formation professionnelle, promotion du travail d'équipe, ou autres types). Seulement 8,5 % des employés aux emplacements à faible productivité ont reçu une formation sur ordinateur, comparativement à 18,5 % dans le groupe à productivité élevée.
- L'utilisation de l'ordinateur est beaucoup plus généralisée chez les employés du groupe d'emplacements à productivité élevée (66 % contre 47 % dans le groupe à faible productivité), bien que cette comparaison ne tienne pas pour les autres formes d'utilisation de la technologie. Il n'y a aucun écart statistique entre la part des travailleurs qui utilisent des technologies gérées par ordinateur dans les groupes à productivité faible et élevée, et l'utilisation « d'autres types de technologie » (y compris des appareils comme des télécopieurs) est beaucoup plus courante chez les employés d'entreprises à faible productivité. Les don-

nées brutes laissent donc entrevoir que l'utilisation des ordinateurs représente un aspect assez particulier pour ce qui est de la productivité.

- Parmi les travailleurs (54 %) de notre échantillon qui utilisent un ordinateur, un fort pourcentage n'ont pas de grade universitaire et n'avaient suivi aucune formation en informatique dans l'année de référence de l'ELTE. Seul un faible pourcentage des employés à un emplacement ont répondu aux trois critères; cependant, la part des travailleurs présentant de telles caractéristiques est plus de cinq fois plus élevée dans les emplacements à productivité élevée. L'analyse de régression nous permettra de déterminer si la combinaison de ces caractéristiques fait une grande différence sur le plan de la productivité, et nous renseignera aussi sur la mesure dans laquelle la formation compense les études scolaires.

Lorsqu'on examine les autres caractéristiques des entreprises, quelques points intéressants ressortent. Les entreprises à productivité élevée sont plus susceptibles d'accorder à la recherche-développement (R-D) une priorité élevée à leur emplacement. On constate que 15 % des entreprises à productivité élevée offrent un régime de rémunération par participation aux bénéfices, contre seulement 6 % des entreprises à faible productivité. Nous examinons aussi d'autres régimes de rémunération, comme les régimes individuels de salaire au rendement (primes, taux à la pièce), les régimes de participation aux gains basés sur la productivité du groupe, ou la rémunération au rendement, mais très peu de données probantes indiquent que ces autres régimes sont autant associés à la productivité dans les données brutes qu'un régime de participation aux bénéfices. Enfin, la propriété étrangère est une caractéristique plus courante dans le groupe à productivité élevée, tout comme les entreprises nationales à orientation

étrangère (c.-à-d., celles dont la plus grande part de leurs ventes ont lieu sur le marché international plutôt que sur le marché national). On peut prétendre que les entreprises qui participent à des marchés d'exportation et qui font face à une concurrence internationale sont motivées à rentabiliser leurs investissements d'accroissement de la productivité ou les changements qu'elles apportent à leur gestion, quel que soit leur mode de propriété.

Résultats empiriques

Pour connaître les plus importants déterminants de la productivité tout en tenant compte d'une grande diversité de caractéristiques d'entreprises et de travailleurs, nous recourons à une analyse économétrique. Nous estimons les équations de la productivité et des salaires, dans lesquelles les variables dépendantes sont la valeur ajoutée par travailleur et la facture salariale totale par travailleur respectivement, et dans lesquelles les variables explicatives et de contrôle comprennent les variables de production (capital et travail)⁶; la part des travailleurs ayant un grade universitaire; la part des travailleurs formés, selon le type de formation (informatique, professionnelle, promotion du travail d'équipe); la part des travailleurs qui utilisent la technologie, selon le type d'utilisation de la technologie (ordinateurs, technologies gérées par ordinateur, autres); les caractéristiques de l'effectif, comme le type de modalités d'emploi, le sexe, l'expérience et la profession; les caractéristiques de l'entreprise, comme l'orientation commerciale, la propriété étrangère, les emplacements multiples, la convention collec-

tive, l'âge, la durée moyenne d'occupation d'un emploi, l'importance de la R-D et la participation aux bénéfices; les facteurs de contrôle de l'industrie, les facteurs de contrôle régionaux. Les équations sont estimées conjointement à l'aide de la méthode des moindres carrés non linéaires afin de pouvoir tenir compte de la causalité potentielle de la productivité et des salaires et comparer les productivités et les salaires marginaux relatifs de divers groupes de travailleurs et d'entreprises au moyen des tests de Wald sur l'égalité des paramètres.

Le tableau 2 présente les résultats clés des estimations pour les équations de la productivité et des salaires. Les estimations indiquées à la première colonne du tableau 2 confirment ce que les données brutes laissaient supposer : la productivité s'accroît selon que l'utilisation de la technologie au sein de l'entreprise est plus intensive (selon que la part de travailleurs qui utilisent un ordinateur est plus élevée), que la part de travailleurs ayant un grade universitaire est plus élevée, que la part de travailleurs qui participent à une formation officielle est plus élevée et que la part des travailleurs qui reçoivent une formation en informatique est plus élevée. Les estimations présentées à la colonne 2 indiquent le rendement de la productivité dès que l'on tient compte des autres facteurs qui influent sur la productivité, qui sont décrits ci-avant.

Dans la plupart des cas, le rendement de la productivité pour l'entreprise au tableau 2 est différent du rendement salarial pour le travailleur. Cependant, les tests de Wald sur l'égalité des coefficients estimés indiquent que, dans

6 Les données sur les heures travaillées ne sont pas disponibles dans l'ELTE de sorte que nous utilisons le nombre de travailleurs comme mesure de l'apport de travail. Nous avons remplacé le ratio capital-travail par le niveau moyen du capital par emplacement dans l'industrie (que l'on calcule comme étant le quotient du stock de capital non résidentiel pour 1998 provenant de Statistique Canada par le nombre d'emplacements dans chaque industrie, posant aussi comme hypothèse implicite que le capital total dans une industrie est réparti également entre les emplacements) divisé par le nombre de travailleurs à l'emplacement en question. Cette procédure aura vraisemblablement pour effet de surestimer le capital dans les petits emplacements et de le sous-estimer dans les grands emplacements. Nous ne nous attendons pas à ce que ces distorsions entre les grandes et petites entreprises soient significatives étant donné que la plupart des emplacements de notre échantillon sont de petite taille.

Tableau 2

Fonctions des gains et de la valeur ajoutée au niveau de l'emplacement

	(A) Fonction de la valeur ajoutée		(B) Fonction des gains	
	Sans contrôles	Avec contrôles	Sans contrôles	Avec contrôles
	(1)	(2)	(3)	(4)
Utilisation de la technologie				
Part des travailleurs utilisant l'ordinateur	0.502***	0.286**	0.353***	0.187***
Études				
% avec un grade universitaire	0.192*	0.209*	0.167**	0.128**
Formation				
Part des travailleurs formés en cours d'emploi	-0.046	-0.035	-0.069	-0.036
Part des travailleurs formés en classe	0.355**	0.121	0.306***	0.077
Avec formation en informatique	0.478***	0.450**	0.176*	0.121
Caractéristiques des entreprises				
Entreprises nationales orientées vers l'étranger	—	0.333***	—	0.207***
Roulement des employés	—	-0.076*	—	-0.043*
Rémunération par partage des bénéfices	—	0.209**	—	0.128***
R-D a une priorité élevée	—	0.046	—	0.047*
Taille de l'échantillon	4,219	3,863	4,447	4,070
Valeurs moyennes quadratiques	0.139	0.287	0.200	0.498

Nota : Les équations sont estimées conjointement au moyen des moindres carrés non linéaires aux fins des tests de Wald sur l'égalité des paramètres de la productivité et des salaires. Variables dépendantes : A) logarithme de la valeur ajoutée par travailleur; B) logarithme de la facture salariale par travailleur. Chaque estimation comprend les variables de la production, les caractéristiques au niveau des employés et des entreprises et les facteurs de contrôle pour l'industrie et la région. Les valeurs moyennes quadratiques et la taille de l'échantillon reposent sur des régressions individuelles. Signification (valeur p dans un test t) : ***niveau de 1 %; **niveau de 5 %; *niveau de 10 %.

tous les cas sauf un, les coefficients en paires provenant des deux régressions sont statistiquement égaux, appuyant ainsi l'hypothèse microéconomique type selon laquelle les travailleurs sont rémunérés selon leurs produits marginaux. Comme on l'indique ci-après, la formation en informatique est le seul cas qui fait exception.

Utilisation de la technologie

L'impact estimé d'une augmentation de 10 points de l'utilisation de l'ordinateur sur la productivité à la colonne 1 du tableau 2 s'établit à 5 %. La prime de productivité chute à 2,9 % lorsqu'on tient compte des facteurs de contrôle de l'industrie, signifiant par là que les emplacements relativement plus productifs dans notre échantillon sont concentrés dans

les industries qui font une utilisation intensive des TIC, comme le commerce de gros, les finances, assurances et services immobiliers, les services aux entreprises et les services d'information. Parmi les quatre industries utilisant le plus intensément les TIC et dans lesquelles sont classés les emplacements de notre échantillon, les données nationales indiquent que les investissements combinés dans les TIC avaient augmenté de 57 % entre 1995 et 1999⁷.

Capital humain

Il y a entre la scolarité et le niveau de productivité un lien vigoureux selon lequel une augmentation de 10 points de la part de travailleurs ayant un grade universitaire produit un rende-

7 Selon des données inédites de Statistique Canada.

ment de productivité d'environ 2 %, avec et sans les variables de contrôle. Toutefois, la formation officielle (structurée) perd toute signification au niveau de 10 % tant dans les équations de la productivité que des salaires lorsque l'on tient compte des autres facteurs. Même si des études précédentes ont en général associé la formation structurée à un rendement notable de la productivité, il est important de savoir que nous mesurons uniquement la formation dans l'année courante. Dans la mesure où les nouvelles compétences prennent du temps à se refléter sur la productivité, il n'est peut-être pas surprenant que les variables générales de la formation n'aient aucune importance. Quoi qu'il en soit, à l'instar des conclusions de Black et Lynch (1996), le coefficient de la formation en informatique demeure un facteur déterminant hautement important de la productivité de l'entreprise. Les résultats indiquent qu'une augmentation de 10 points de la part des travailleurs qui reçoivent une formation en informatique est associée à un accroissement de 4,5 % de la productivité. Ce n'est donc pas tant la quantité de formation fournie que le sujet de cette formation qui influe sur la productivité⁸.

Qui plus est, lorsqu'on désagrège la formation en informatique en formation en cours d'emploi, d'une part, et en formation théorique en classe sur ordinateur, d'autre part, nous constatons que les gains de productivité sont imputables aux compétences en informatique acquises en cours d'emploi⁹. On pourrait expliquer l'importance de la formation en informatique en cours d'emploi mais non de la formation générale en cours d'emploi (pour une année donnée de formation) par le fait que ce type de formation peut être utilisé plus rapidement que les autres, diminuant ainsi le temps nécessaire à

l'apparition des avantages. L'importance de la formation en informatique en cours d'emploi pourrait également englober une aptitude non observée, en ce sens que les travailleurs qui sont le plus susceptibles d'acquérir des compétences en informatique en cours d'emploi démontrent en général une plus grande aptitude à l'apprentissage. Comme dans le cas de la régression non conditionnelle, le rendement de productivité pour l'entreprise est beaucoup plus élevé que le rendement pour les travailleurs lorsqu'il s'agit de formation en informatique, comme on le constate d'ailleurs dans les recherches empiriques (Dearden, Reed et Van Reenen, 2000). De plus, contrairement aux autres coefficients en paires dans les deux régressions, cet écart est statistiquement significatif. Autrement dit, l'augmentation de productivité de 4,5 % qui est associée à une augmentation de 10 points de la part des travailleurs qui reçoivent une formation en informatique est statistiquement plus élevée que l'augmentation des salaires (1,2 %, quoi que cela ne soit pas significatif au niveau de 10 %).

Autres déterminants de la productivité

Comme le laissent entendre les données brutes, le recours à un régime de rémunération par participation aux bénéfices est associé à une productivité plus élevée et à des salaires plus élevés. Tout comme l'indiquent d'autres données factuelles pour le Canada (Baldwin et Gu, 2003), les résultats nous amènent à croire que l'orientation commerciale est plus importante pour la productivité de l'entreprise que la propriété elle-même. La productivité d'un emplacement qui est national mais orienté vers l'étranger est 40 % plus élevée que celle d'un

8 On pourrait prétendre que le caractère négligeable des variables générales de la formation peut aussi avoir un lien avec les erreurs d'échantillonnage que nous impose l'utilisation des données sur les employés au niveau de l'employeur. Toutefois, lorsqu'on compare les résultats provenant des données sur les employés et les employeurs dans le cas des variables « formation » et « utilisation de l'ordinateur » (pour lesquelles nous disposons de données des deux sources), nous ne constatons aucun écart significatif dans les résultats.

9 Voir la version non abrégée pour résultats désagrégés pour la formation sur ordinateur.

Tableau 3

Interactions entre le capital humain et l'utilisation de la technologie

	(A) Fonction de valeur la ajoutée		(B) Fonction des gains	
	Sans contrôles	Avec contrôles	Sans contrôles	Avec contrôles
	(1)	(2)	(3)	(4)
Part des travailleurs avec grade universitaire	0.524*	0.507*	-0.070	-0.067
Part des travailleurs formés	-0.057	-0.157	0.061	-0.011
Part des travailleurs utilisant un PC :				
Avec grade non univ. mais sans formation sur PC	0.445***	0.253**	0.340***	0.172***
Avec grade non univ. et formation sur PC	1.060***	0.754***	0.632***	0.286***
Avec grade univ. mais sans formation sur PC	0.110	-0.155	0.736***	0.406**
Avec grade univ. et formation sur PC	0.844**	0.695**	0.923***	0.643***
Taille de l'échantillon	4,219	3,863	4,447	4,070
Valeurs moyennes quadratiques	0.122	0.284	0.176	0.498

Nota : Les résultats des régressions individuelles sont obtenues par moindres carrés linéaires. Variables dépendantes : A) logarithme de la valeur ajoutée par travailleur; B) logarithme de la facture salariale par travailleur. Chaque estimation comprend les variables de la production, les caractéristiques au niveau des employés et des entreprises et les facteurs de contrôle pour l'industrie et la région. Signification (valeur p dans un test t) : ***niveau de 1 %; **niveau de 5 %; *niveau de 10 %. Les résultats selon le niveau d'études universitaires et le type de formation en informatique ne figurent pas au tableau 3 mais peuvent être consultés dans la version intégrale du présent article.

homologue orienté vers l'intérieur¹⁰. Même si le nombre réel de ces emplacements « mondiaux » appartenant à des intérêts nationaux est relativement infime dans notre échantillon, de telles entreprises obtiennent d'importants gains de productivité lorsqu'on les compare aux emplacements qui sont davantage tournés vers le marché local ou national. Les travailleurs de ces entreprises gagnent aussi des salaires plus élevés.

Nous constatons aussi que bien que les emplacements qui accordent une priorité élevée à la R-D jouissent d'une productivité élevée dans les données brutes, cela perd toute son importance dès que nous tenons compte d'autres facteurs. De même, Baldwin et Sabourin (2004) révèlent que les investissements dans la R-D sont associés à une plus grande part de marché mais non à une plus grande productivité du travail dans les industries manufacturières au Canada. Cela peut s'expliquer par le fait que la R-D

au Canada a tendance à porter davantage sur l'élaboration de nouveaux produits que de nouveaux procédés.

Écarts au niveau des secteurs et des tailles d'entreprise

Lorsque nous estimons les équations par grand secteur, la scolarité et l'utilisation de la technologie deviennent d'importants déterminants de la productivité à la fois dans le secteur manufacturier et non manufacturier; toutefois, l'incidence de la formation varie. Une augmentation de la part de la formation en informatique a des répercussions importantes sur la productivité dans le secteur non manufacturier, cependant, nous ne trouvons pas de lien marqué entre un accroissement de la formation en informatique et la productivité dans le secteur manufacturier. Nos résultats indiquent que seules la scolarité et l'utilisation de l'ordinateur ont des

10 La variable d'orientation vers l'étranger est binaire, et son coefficient estimé à la deuxième colonne du tableau 2 s'élève à 0,333. L'effet marginal d'un changement de zéro à un de cette variable (orientation interne vers une orientation externe) peut être approximé comme étant $e^{0.333-1}=40\%$.

effets positifs et notables sur la productivité des emplacements dans ce secteur.

Les effets du capital humain et de l'utilisation de la technologie varient aussi selon la taille de l'emplacement. Ainsi, on constate que les emplacements de moins de 20 employés accordent plus d'importance à l'emploi d'un pourcentage plus élevé de travailleurs qui possèdent un grade universitaire que les emplacements de plus grande taille, et c'est la même chose pour ce qui est de l'utilisation de l'ordinateur. Par contre, les grands emplacements obtiennent un avantage plus important au niveau de la productivité lorsqu'une part plus élevée de leurs travailleurs reçoivent une formation structurée.

Le lien positif constaté entre la productivité et l'orientation vers l'étranger (c.-à-d., vendre une part plus importante des produits ou services sur le marché international que sur le marché national) tient à la fois pour le secteur manufacturier et non manufacturier.

Interaction entre le capital humain et l'utilisation de la technologie, et effet sur la productivité

Au moyen de termes d'interaction des travailleurs (reposant sur une combinaison d'utilisateurs de l'ordinateur et de leurs caractéristiques au niveau de la formation et de la scolarité), outre les variables de contrôle individuelles de la scolarité et de la formation, et des mêmes variables de production et de contrôle qui ont servi dans les régressions antérieures, nous estimons à nouveau les équations de la productivité et des salaires.

Les résultats sont présentés aux colonnes (2) et (4) du tableau 3. Comme on s'y attendait, les résultats pour la productivité confirment que les plus forts gains de productivité interviennent dans les emplacements qui regroupent technologie, scolarité et apprentissage. Lorsqu'on tient compte de la part des travailleurs qui détiennent

un grade universitaire, on constate un gain de productivité supplémentaire dans les emplacements qui comptent une plus grande part de travailleurs de formation universitaire utilisant aussi un ordinateur et suivant une formation en informatique. Une augmentation de 10 points de la part de travailleurs présentant ces trois caractéristiques est associée à une hausse de productivité de 7 %, outre le gain provenant uniquement d'une augmentation de la part des travailleurs de formation universitaire.

Il est particulièrement intéressant de constater un important gain de productivité découlant d'une augmentation de la part d'utilisateurs de l'ordinateur qui ne détiennent pas de grade universitaire mais qui suivent une formation en informatique. Une augmentation de 10 points de la part de ce type de travailleurs produit une hausse de 8 % de la productivité. Cela nous indique que la formation en informatique est susceptible de corriger la qualification des travailleurs peu spécialisés tout en permettant aux entreprises d'obtenir les mêmes gains de productivité associés à l'utilisation de la technologie. Même si les entreprises affichent toujours une productivité plus élevée de pair avec une part plus élevée de travailleurs ayant un grade universitaire, il y a néanmoins un gain de productivité associé à une part plus élevée de travailleurs non de formation universitaire qui utilisent la technologie, en autant qu'ils reçoivent une formation en informatique.

Comme nous l'avons signalé précédemment, notre analyse au niveau agrégé laisse entendre que l'accroissement de productivité engendré par une formation en informatique est signe d'une formation en cours d'emploi. Par conséquent, nous séparons aussi la variable « formation en informatique » selon que l'employé a suivi une formation en classe ou une formation en cours d'emploi. Les résultats nous indiquent qu'une augmentation de la part de travailleurs de formation universitaire utilisant un

ordinateur et suivant une formation en classe n'a pas d'impact significatif sur la productivité (en plus de l'avantage découlant uniquement de celui qui est associé à la seule scolarité). Par contre, lorsque le nombre d'utilisateurs de l'ordinateur ne détenant aucun grade universitaire mais suivant une formation en informatique augmente, le gain de productivité découle à la fois de la formation en classe et de la formation en cours d'emploi. Cela nous laisse croire que les travailleurs n'ayant pas terminé d'études post-secondaires tirent également profit d'un environnement d'apprentissage plus structuré afin d'obtenir les avantages de productivité associés à l'utilisation de la technologie que ceux qui détiennent un grade universitaire.

En général, les utilisateurs de la technologie, peu importe la composition particulière de leurs compétences en technologie, reçoivent une forme de prime salariale que ne touchent pas les travailleurs qui n'utilisent pas l'ordinateur, et ce rendement s'accroît en association avec le niveau du capital humain.

Conclusion

Ce document examine les effets de la scolarité, de la formation et de l'utilisation de la technologie sur la productivité et les salaires au niveau des entreprises au Canada, au moyen d'un nouveau couplage de données employés-employeurs. À un nombre croissant de recherches empiriques procédant à une microanalyse des déterminants de la productivité, notre analyse apporte des données probantes représentatives pour le Canada indiquant que l'utilisation de l'ordinateur, la formation universitaire et l'acquisition de compétences en informatique sont associées à une productivité plus élevée. Notre analyse contribue à la documentation existante pour le Canada en mesurant l'impact de l'intensité d'utilisation de la technologie sur la productivité pour l'ensemble de l'économie, plutôt que simplement l'adoption des technolo-

gies au niveau manufacturier, comme dans les études précédentes.

Un certain nombre de nos conclusions ont d'intéressantes répercussions stratégiques sur la productivité. Nous constatons que la formation en informatique peut corriger la qualification des travailleurs peu spécialisée tout en permettant aux entreprises d'obtenir le gain de productivité associé à l'utilisation de la technologie. L'avantage que procure l'utilisation de l'ordinateur au niveau de la productivité s'accroît lorsqu'une part plus élevée des travailleurs suivent une formation en informatique, peu importe qu'ils aient ou non un grade universitaire. Toutefois, le type de formation en informatique qui accroît la productivité des utilisateurs de la technologie de formation universitaire s'acquiert en cours d'emploi, alors que la formation en informatique en cours d'emploi et structurée en classe prend son importance chez les travailleurs de formation non universitaire. De plus, notre étude appuie l'hypothèse que l'orientation des exportations a un impact sur la productivité. Les entreprises nationales qui ont une envergure mondiale, c'est-à-dire celles qui vendent la plus grande part de leurs produits ou services sur les marchés internationaux, présentent en moyenne une productivité plus élevée que les entreprises nationales qui vendent principalement sur le marché local ou national.

En quantifiant l'avantage-productivité qui est associé à l'utilisation de la technologie et au capital humain et en validant le lien entre la productivité et les salaires pour différents groupes de travailleurs, notre étude apporte une contribution importante à un fonds croissant d'études effectuées au niveau des entreprises au Canada. Toutefois, ce n'est qu'une première étape. Dans notre étude, nous n'avons été qu'en mesure de découvrir les facteurs qui sont associés à des niveaux de productivité plus élevés. Idéalement, notre but serait de découvrir les facteurs qui produisent effectivement une

hausse des niveaux de productivité, de même que les facteurs qui amènent une croissance plus élevée de la productivité.

En disposant de données pour plus d'une année, nous pourrions évidemment analyser la croissance de la productivité étant donné que les taux de croissance pourraient être calculés selon les estimations de niveau dans chacune des années. Toutefois, les données d'autres années nous permettraient aussi d'aborder la question de la causalité. Il se peut que les emplacements affichant un niveau élevé de productivité soient simplement des emplacements qui sont plus susceptibles que les emplacements à faible productivité d'utiliser des technologies avancées, d'employer des travailleurs instruits, de compétitionner sur les marchés d'exportation et de former leurs employés, au lieu de croire que de tels facteurs sont réellement à la base des niveaux élevés de productivité. De fait, plusieurs études (comme McGuckin, Streitwieser et Doms, 1998) ont révélé que les résultats basés sur des données transversales, comme ceux de notre étude, perdent toute fiabilité lorsqu'on tient compte des effets non observés spécifiques aux emplacements. Des données pluriannuelles nous permettraient d'effectuer une analyse de régression sur échantillon constant et de tenir compte de ces effets fixes spécifiques aux emplacements.

Heureusement, l'ELTE est une enquête longitudinale pour le Canada dont les données nous permettront d'aborder de telles questions d'une façon plus dynamique dans l'avenir. De plus, d'autres années de données aideront aussi à surmonter les problèmes de mesure qui entourent la variable de la formation, et ainsi à tenir compte du fait que les avantages de certains types de formation au niveau de la productivité sont susceptibles de se produire avec un certain retard. Nous pourrions ainsi mieux estimer le rendement de la formation que nous n'avons pu le faire avec une seule année de données.

Références

- Baldwin, J. R. et Wulong Gu (2003) « Participation aux marchés d'exportation et productivité du secteur canadien de la fabrication », Statistique Canada, Série de documents de recherche sur l'analyse économique, n° 011.
- Baldwin, J. R. et David Sabourin (2004) « Impact de l'adoption des technologies de l'information et des communications de pointe sur la performance des entreprises du secteur de la fabrication au Canada », Statistique Canada, Série de documents de recherche sur l'analyse économique, n° 20.
- Baldwin, J. R. et Valerie Peters (2001) « La formation comme stratégie en matière de ressources humaines : la réaction aux pénuries de personnel et au changement technologique », Statistique Canada, Document de recherche n° 154.
- Baldwin J. R., T. Gray et J. Johnson (1997) « Avantages salariaux d'origine technologique dans les établissements canadiens de fabrication pendant les années 1980 », Statistique Canada, Document de recherche n° 92.
- Barret, Allan et Philip J. O'Connell (2001) « Does Training Generally Work? The Returns to In-Company Training », *Industrial and Labor Relations Review*, Volume 54, Number 3, pp. 647-663.
- Bartel, A. et N. Sicherman (1998) « Technological Change and the Skill Acquisition of Young Workers », *Journal of Labour Economics*, Volume 16, Number 4, pp. 718-755.
- Betcherman, Gordon, Norm Leckie et Kathryn McMullen (1997) « Developing Skills in the Canadian Workplace », Canadian Policy Research Networks Study No. W02.
- Black, Sandra E. et Lisa M. Lynch (1996) « Human investissement en capitals and Productivity », *American Economic Review*, Volume 86, Number 2, pp. 263-267.
- Black, Sandra E. et Lisa M. Lynch (2000) « What's driving the New Economy : The Benefits of Workplace Innovation », NBER Working Paper No. 7479.
- Card, D. (1999) « The Causal Effect of Education on Earnings », dans Ashenfelter, O. et D. Card (eds.), *Handbook of Labour Economics*, (Elsevier).
- Dearden, Lorraine, Howard Reed et John Van Reenen (2000) « Who Gains when Workers Train? Training and Corporate Productivity in a panel of British Industries », Working Paper of The Institute for Fiscal Studies (London).
- Leonard, A., C. Montmarquette et J. Turcotte (2003) « Nouveaux résultats sur les déterminants de la formation dans les emplacements canadiens », La série sur le milieu de travail en évolution, n° 71-584-MIF au catalogue, Statistique Canada.

Lynch, Lisa M. (1992) « Private-sector training and the earnings of young workers », *American Economic Review*, Volume 82, Number 1, pp. 299-313.

McGuckin, Robert, Mary Streitwieser et Mark Doms (1998) « The effect of technology use on croissance de la productivité », *Economics of Innovation and New Technology*, Volume 7, pp. 1-26.

Turcotte, Julie et Lori Whewell Rennison (2004) « Productivity and Wages : Measuring the Effect

of capital humain and Technology Use From Linked Employer-Employee Data », Department of Finance Working Paper 2004-01.

Dearden, Reed et Van Reenen (2000) ont recouru aux données sectorielles pour l'Angleterre pour indiquer qu'une augmentation de 5 % du pourcentage d'employés formés avait pour effet d'augmenter de 2 % les taux horaires et de 4 % la productivité.