

Le rôle des facteurs démographiques dans la croissance de la productivité

Paul Beaudry

Université de la Colombie-Britannique

Fabrice Collard

Université de Toulouse

David A. Green¹

Université de la Colombie-Britannique

LA CROISSANCE DE LA PRODUCTIVITÉ aux États-Unis a été plus élevée que dans la plupart des autres pays industriels depuis le milieu des années 90, et elle augmente depuis 2000. Compte tenu de cette observation, il est devenu très courant d'entendre que la clé de la croissance économique en cette ère technologique repose dans des institutions souples du genre de celles qu'on trouve aux États-Unis. Cependant, la croissance et le progrès technologique sont par nature des phénomènes de longue durée, et l'examen des taux de croissance sur plusieurs décennies peut nous renseigner beaucoup plus. Cette façon de faire, montrerons-nous, présente les écarts interpays de la croissance économique sous un jour nouveau et donne à penser que les différences démographiques d'un pays à l'autre ont pu jouer un rôle important dans les profils de croissance observés entre le milieu et la fin des années 70 jusqu'à aujourd'hui.

À notre avis, la période de croissance économique postérieure à 1995 ne devrait pas être examinée en vase clos, mais plutôt dans le contexte d'une vaste transformation

économique qui a pris naissance à un moment quelconque entre le milieu et la fin des années 70 et qui continue de nous influencer. Notre recherche a principalement démontré que, au cours de cette période, les écarts observés dans le taux de croissance de la population active semblent avoir joué un rôle clé en ce qui concerne le moment où sont apparus dans les pays le ralentissement de la productivité et sa reprise subséquente. Par exemple, nous verrons que les pays présentant un taux élevé de croissance de la population active ont connu une croissance de la productivité particulièrement lente entre 1978 et 1995 avant qu'une reprise ne s'installe après 1995. En revanche, les pays dont la croissance de la population active a été faible semblent avoir éprouvé une période prolongée de faible croissance de la productivité qui s'est poursuivie jusqu'après 1995. Nous montrerons aussi que les effets de la croissance de la population active qui sont apparus dans les données postérieures à 1975 n'étaient pas présents dans les années antérieures, laissant entendre que la période après 1975 a bien pu faire l'objet d'une transformation économique particulière.

¹ Paul Beaudry est professeur titulaire en sciences économiques et est titulaire d'une chaire de recherche du Canada et de la bourse de recherche de la Banque du Canada. Fabrice Collard est chercheur et a été professeur invité au département des sciences économiques de l'Université de la Colombie-Britannique en 2002. David A. Green est professeur titulaire en sciences économiques.

Dans cet article, nous commencerons par analyser brièvement la voie qui nous a amenés à imputer à la croissance de la population active un rôle important dans l'explication des écarts interpays de la croissance économique depuis le milieu des années 70. Nous présenterons ensuite plusieurs éléments probants qui illustrent notre affirmation au sujet du rôle des facteurs démographiques dans les profils de la productivité du travail au cours de cette période. Enfin, dans la dernière section, nous comparerons les tendances observées dans les données à celles que prédisent les théories des grandes révolutions technologiques. Plus particulièrement, nous verrons dans quelle mesure les profils interpays de la croissance économique correspondent à un modèle dans lequel les pays ont amorcé une transition vers un nouveau mode de production technologique et organisationnel à partir du milieu des années 70. Notre prétention n'est pas en soi particulièrement nouvelle puisque beaucoup d'observateurs ont laissé entendre que l'utilisation généralisée de l'ordinateur a été associée à des transformations profondes dans l'organisation de la production. Toutefois, nous prétendons que les données empiriques correspondent à un modèle dans lequel les pays présentant une croissance rapide de la population active ont été amenés à subir les premiers cette transition, dont les plus rapides à s'adapter en sont sortis vers le milieu des années 90. Ce modèle présente une vue à plus long terme du progrès technologique et met en lumière les pièges potentiels à utiliser des périodes plus courtes pour tirer des conclusions au sujet des forces qui influent sur les profils de croissance. Peu importe que notre interprétation de l'histoire économique récente résiste en bout de ligne à un examen plus approfondi, elle servira au moins à mettre en garde ceux qui utilisent des données économiques sur cinq ou dix ans pour établir des corrélations entre la politique, les institutions et la croissance économique.

Tendances récentes de la croissance économique

Notre analyse continue des effets du progrès technologique sur le marché du travail et, plus généralement, sur l'économie depuis le milieu des années 70, nous a menés à conclure que la croissance de la population active avait joué un rôle beaucoup plus vaste qu'on ne lui prête habituellement. Nous avons d'abord formulé cette conjecture à l'examen des variations de la structure des salaires au Canada, aux États-Unis et en Europe au cours des 30 dernières années. Dans une série de communications (Beaudry et Green, 1998, 2003 et à venir), nous avons prétendu que les fluctuations relatives des salaires versés aux travailleurs spécialisés et non spécialisés, de la population active spécialisée et non spécialisée et du capital physique nous avaient permis d'assister à une période de transition technologique dont la rapidité a été déterminée d'une manière endogène par l'apport des facteurs de production d'un pays. Des examens empiriques ont révélé que l'approfondissement du capital (c.-à-d. les fluctuations du montant du capital corporel par travailleur) avait été la principale force à l'origine des taux variables du progrès technologique, et que cet approfondissement reposait principalement à son tour sur des facteurs démographiques. Autrement dit, les pays que nous avons étudiés (Canada, États-Unis, Royaume-Uni et Allemagne) avaient affiché des taux différents d'approfondissement du capital non pas à cause des taux variables de la croissance du stock de capital physique, mais bien à cause de la variabilité des taux de croissance de la population active. À partir de ces conclusions, nous avons étendu notre examen aux profils de croissance de la production par travailleur autant dans les pays développés qu'en développement (Beaudry et Green, 2002, Beaudry et Collard, 2003 et Beaudry, Collard et Green, 2004 et 2005). Ce sont de tels examens qui nous ont permis de

découvrir à la fois l'importance de la croissance de la population active comme facteur déterminant de la variabilité des taux de croissance économique entre les pays au cours des dernières décennies et le fait que cette tendance s'écartait sensiblement de celle qui avait pu être observée au cours des décennies précédentes.

Le premier objectif de notre article est de démontrer que le processus à la base de la croissance économique depuis le milieu et la fin des années 70 a subi une profonde transformation dans laquelle la croissance de la population active a joué un rôle accru. Nous examinerons plus précisément les principales données probantes que présentent Beaudry, Collard et Green (2005). Notre examen porte principalement sur l'expérience des grands pays industrialisés de notre série : Allemagne, Australie, Autriche, Belgique, Canada, Danemark, États-Unis, Finlande, France, Italie, Japon, Norvège, Nouvelle-Zélande, Pays-Bas, Royaume-Uni, Suède et Suisse², que nous suivons pendant la période de 1960 à 2002. La question clé examinée est la croissance de la production par travailleur et sa relation au taux de croissance de la population active³. Notre principale mesure de la population active sont les personnes de 15 à 64 ans. Nous avons aussi utilisé les estimations de la population active réelle, mais nous craignons qu'elles ne réagissent concurremment aux variations de la croissance économique. En revanche, les fluctuations de la taille de la population à des âges pertinents au travail sont plus susceptibles d'être influencées par des forces démographiques qu'on peut raisonnablement

considérer comme exogènes à moyen terme. Toutefois, soulignons que nos résultats ne changent pas si nous utilisons les estimations de la population active réelle.

Données économétriques pour des pays choisis de l'OCDE

Notre examen puise en premier lieu aux tests présentés dans Beaudry, Collard et Green (2005), qui établissent l'existence d'une solution de continuité entre la croissance économique et la croissance de la population active au cours de la période 1960-2002. Le lecteur voudra bien se reporter à cette communication pour des détails complets sur nos tests. Dans le présent article, nous nous contenterons d'énoncer simplement la conclusion principale : lorsque nous utilisons les régressions de la croissance de la production par travailleur sur les premiers niveaux de la production par travailleur et sur la croissance de la population active, une discontinuité apparaît très fortement vers 1978⁴. Il y a aussi des indications qu'un changement ultérieur s'est produit dans ce processus vers 1995. Pour illustrer la taille et la nature de cette rupture structurelle, nous traçons au graphique 1 l'effet cumulé d'un écart de 1 % de la croissance annuelle de la population active sur la croissance de la production par travailleur. Dans la partie gauche du graphique, nous indiquons les effets estimés pour la période 1960-1978, chaque point de la ligne représentant l'effet cumulé sur la production observé entre 1960 et l'année en question. Essentiellement, on peut se représenter la figure comme illustrant l'écart de croissance qui serait

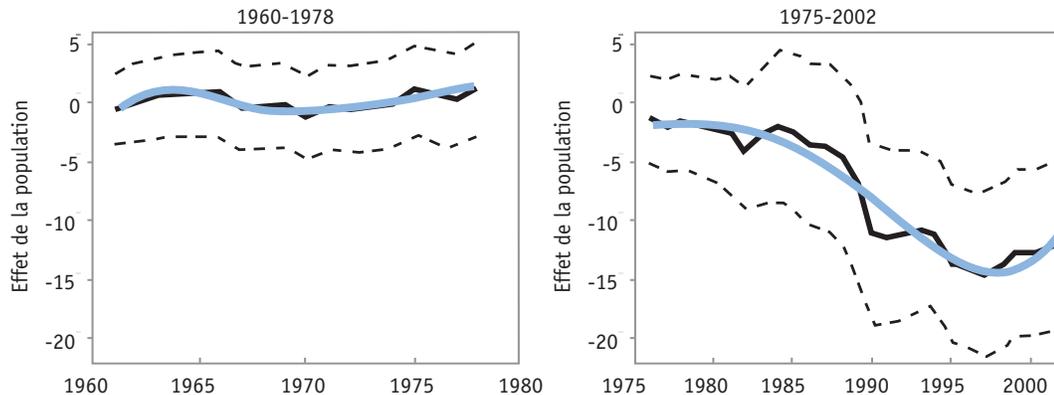
2 Les pays choisis étaient ceux de plus de un million d'habitants dont le PIB par habitant en 1980 était de 50 % plus élevé que celui des États-Unis. Nous avons sélectionné les pays les plus riches puisqu'ils semblaient être les candidats le plus susceptibles d'être à la limite du progrès technologique et donc d'être influencés par le type de force que nous désirions aborder.

3 Nos données sur la production sont tirées de la version 6.0 des tableaux mondiaux de Penn, tandis que nos données sur la population active proviennent du Compendium statistique de l'OCDE.

4 Le niveau initial de la production par travailleur est une variable explicative type dans la documentation sur la croissance économique, qui a pour but de cerner la convergence de la croissance au fil du temps. Les tests indiquent que, pour une série d'années allant de 1975 à 1980, toutes sont de fortes candidates pour le point de rupture, 1978 étant l'année privilégiée de cette série. Nos résultats et nos conclusions ne changent pas si nous utilisons toute autre année de cette série comme point de rupture.

Graphique 1

Effet cumulé d'une croissance annuelle de 1 % de la population en âge de travailler sur la croissance de la production par travailleur



Nota : La ligne pointillée représente un intervalle de confiance de 95 %. La ligne grise correspond à un polynôme d'ordre 4 de temps ajusté sur la série des coefficients temporels variables.

Tableau 1

Résultats de la régression de la croissance de la production par travailleur dans des pays choisis de l'OCDE
(Régressions de base)

	1960-1978	1978-1995	1995-2002
Cst.	0,132 (0,018)	0,047 (0,026)	0,002 (0,044)
$(Y/L)_0$	-0,033 (0,006)	-0,006 (0,008)	0,002 (0,011)
ΔN	-0,038 (0,249)	-0,846 (0,246)	0,402 (0,390)
R ²	0,74	0,54	0,07
Q(Total)	—	0,016	0,002
Q(ΔN)	—	0,016	0,001

Nota : Erreurs-types entre parenthèses. Les lignes du test de stabilité présentent la valeur p du test.

survenu dans une année donnée si un pays avait connu un taux de croissance constant de la population active de 1 % par année, plutôt que celui qui serait survenu en l'absence d'une croissance de la population active. Les résultats de la partie gauche du graphique indiquent que, dans les pays affichant des taux plus élevés de croissance de la population active, la croissance de la productivité

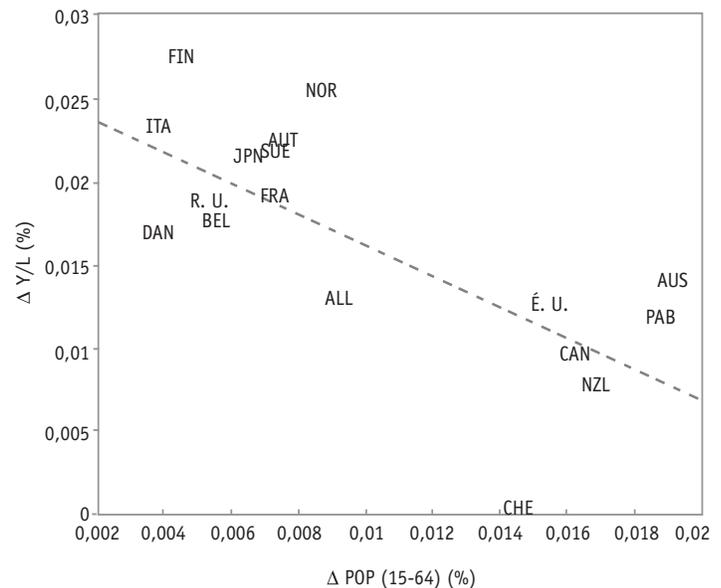
n'a pas vraiment dévié de celle qu'ont connue les pays enregistrant une croissance moins élevée de la population active. Par exemple, pour toute la période 1960-1978, nos estimations ponctuelles indiquent que les pays affichant une croissance annuelle moyenne de la population active de 1 % plus élevée ont enregistré une croissance d'environ 0,5 % de plus pour toute la période (c.-à-d., 0,5/18 % de plus par année), ce qui est très négligeable et statistiquement non significatif. Dans la partie droite du graphique, nous indiquons le même type d'estimation pour la période 1975-2002. Par comparaison aux résultats de la partie gauche, l'effet de la croissance de la population active sur la croissance de la productivité du travail a été appréciable et a fluctué tout au long de cette période. Si nous nous attardons à l'effet estimé pour 1995, nous constatons qu'un pays connaissant un taux de croissance de la population active de 1 % plus élevé a enregistré une croissance de la production par travailleur d'environ 15 % inférieure pour la période 1975-1995, ce qui signifie un taux de croissance plus lent d'environ 0,75 % pendant 20 ans. Après 1995, la tendance se renverse légèrement, en ce sens que les pays ayant enregistré des taux élevés de crois-

sance de la population active ont commencé à faire mieux après 1995 que leurs homologues ayant connu une faible croissance de la population active. Toutefois, même en 2002, les pays qui enregistraient des taux plus élevés de croissance de la population active n'avaient toujours pas inversé entièrement la diminution de la productivité du travail qu'ils avaient connue entre 1975 et 1995 par rapport aux pays à faible croissance de la population active.

Pour résumer et expliquer les observations au graphique 1, nous présentons au tableau 1 les résultats de régressions distinctes de la croissance de la production par travailleur sur une production initiale constante par travailleur et sur la croissance de la population active pour chacune des périodes 1960-1978, 1978-1995 et 1995-2002. Les coefficients estimés de ce tableau cernent réellement les tendances observées dans le graphique. Plus particulièrement, dans la période antérieure à 1978, l'incidence économique de la croissance de la population active sur la croissance économique est très négligeable et n'est pas statistiquement ni significativement différente de zéro à l'un ou l'autre des niveaux de signification ordinaires. De plus, le coefficient du niveau initial (en l'occurrence, 1960) de la production par travailleur est négatif et hautement significatif, correspondant ainsi aux modèles de convergence : les pays qui sont le plus loin en arrière présentent les plus forts taux de croissance. Ce dernier coefficient est de même taille que celui qu'ont trouvé de nombreux autres auteurs.

Après 1978, le processus présente une évolution tout à fait différente. En premier lieu, le niveau initial (en l'occurrence, 1978) de la production par travailleur n'a plus d'effet économiquement substantiel ni statistiquement significatif. Plus frappant, cependant, est le fait que le coefficient de croissance de la population active a pris beaucoup d'ampleur au point de devenir statistiquement très significatif. Les

Graphique 2
Croissance de la productivité du travail et croissance de la population (15-64) dans des pays choisis de l'OCDE, 1978-1995



Nota : La ligne correspond au modèle de régression :
 $\Delta \log(Y/L) = 0.026 - 0.937 \Delta \text{POP}_{1564}$, $\bar{R}^2 = 0.53$
 (0.002) (0.223)

chiffres dans les deux dernières lignes du tableau sont des valeurs p correspondant aux tests des hypothèses selon lesquelles aucun des paramètres de la pente de la régression observés entre la première et la seconde période (la première des deux valeurs) ne change, pas plus que l'effet de la fluctuation de la croissance de la population active (la seconde des deux valeurs). Les deux rejettent fortement la restriction de changement nul. Autrement dit, le processus de détermination de la croissance avant et après 1978 présente, sur le plan statistique, de fortes preuves d'un changement, qui se traduit principalement par une augmentation marquée de l'importance de la croissance de la population active comme facteur déterminant de la croissance de la productivité au cours de la période 1978-1995.

La dernière colonne du tableau indique qu'il y a pu y avoir un autre changement après 1995,

Tableau 2
Résultats de la régression de la croissance
de la production par travailleur dans des
pays choisis de l'OCDE
 (Robustesse de la période)

	1960-1978	1978-1995
Cst.	0,225 (0,059)	0,011 (0,055)
$(Y/L)_0$	-0,035 (0,007)	-0,003 (0,008)
ΔN	0,268 (0,260)	-0,883 (0,312)
I/Y	-0,006 (0,009)	0,006 (0,007)
H	-0,034 (0,015)	0,002 (0,013)
R^2	0,81	0,57
$Q(\text{Total})$	—	0,012
$Q(\Delta N)$	—	0,005

Nota : Erreurs-types entre parenthèses. Les lignes du test de stabilité présentent la valeur p du test.

puisque l'effet de la croissance de la population active devient relativement important et positif. Cependant, ni les forces de convergence ni la croissance de la population active n'ont d'effets statistiquement significatifs. Certains chiffres nous indiquent que les pays connaissant une croissance élevée de la population active sont passés, sur le plan de la croissance, de la queue du peloton dans la période 1978-1995 à la tête après 1995. Toutefois, la période est trop brève pour qu'on puisse en tirer des conclusions définitives, comme en font foi les erreurs-types élevées des effets estimés.

Les profils qui ressortent au tableau 1 se retrouvent également même dans les plus simples représentations des données. Au graphique 2, nous traçons le lien entre la croissance annuelle moyenne de la production par travailleur et le taux annuel moyen de la croissance de la population âgée de 15 à 64 ans pour la période 1978 à 1995. La figure met en évidence le lien fortement négatif entre les deux

variables pour cette période et appuie du même coup les résultats affichés dans la colonne intermédiaire du tableau 1. La figure comprend une simple ligne de régression ajustée aux points du tracé. Cette ligne a une pente de -0,937 et une erreur-type de 0,223. Il est intéressant de voir (mais nous n'expliquerons pas plus avant une telle implication) que cette série de pays développés a connu des taux de croissance de la production presque identiques au cours de cette période, qui ont donné lieu, en moyenne, à des corrélations complètes entre les écarts des taux de croissance de la production par travailleur et les écarts des taux de croissance de la population active.

Vérification de la Solidité des Résultats

Nous avons jusqu'ici documenté un lien étonnant entre la croissance de la population active et la croissance de la productivité depuis 1978. Se peut-il toutefois que ce lien ne soit pas causal et que nous ayons véritablement cerné d'autres facteurs jusqu'ici laissés pour compte? Il y a deux candidats évidents : le taux d'investissement, qui est une variable type dans la théorie de la croissance néoclassique, et les mesures du capital humain, qui ont été abondamment examinées dans de récentes discussions de la croissance (voir, par exemple, Uzawa, 1965, Lucas, 1988, Mankiw, Romer et Weil, 1992, Durlauf et Quah, 1999 et Klenow et Rodriguez-Clare, 1997). Nous présentons au tableau 2 les résultats obtenus en ajoutant à notre spécification le taux d'investissement (qu'on mesure comme le ratio d'investissement au PIB) et une mesure du capital humain (années moyennes de scolarité). Étant donné que la période postérieure à 1995 était trop brève pour qu'on puisse en tirer des conclusions définitives, l'analyse des variables supplémentaires ajoutées couvrira les deux premières périodes. (Dans la période postérieure à 1995, les variables sont presque toutes non significatives, ce qui n'est pas très

surprenant pour une si courte période.) À l'examen, le tableau 2 révèle que les nouvelles variables explicatives ont, dans l'ensemble, des effets économiquement non substantiels et statistiquement non significatifs. Mais, plus important encore de notre point de vue est le fait que ces nouvelles variables ne modifient en rien les tendances principales du tableau 1. L'effet de croissance de la population active est maintenant positif pour la période antérieure à 1978, mais il est encore loin d'être statistiquement et significativement différent de zéro, tandis qu'il redevient négatif, important et statistiquement significatif dans la seconde période.

Dans Beaudry, Collard et Green (2005), nous présentons d'autres contrôles de robustesse à l'égard de notre résultat principal. Selon de récents arguments voulant que les institutions, et surtout les institutions anglo-saxonnes, jouent un rôle important dans la croissance économique, nous introduisons des variables fictives correspondant à la fois aux pays anglo-saxons et nordiques. Nous introduisons aussi, à titre de variable explicative distincte, la variation en pourcentage du taux de chômage du pays pour chaque période afin de vérifier la possibilité que des pays puissent, par leurs institutions, favoriser une productivité plus élevée du travail au risque d'une augmentation du chômage. Enfin, nous introduisons aussi quelques mesures des variations de la structure par âge de la population afin de déterminer si les différentes expériences de l'explosion démographique ont pu se répercuter sur la structure par âge et, en bout de ligne, sur la croissance. Dans tous ces cas, les effets de la croissance de la population active ont été similaires. Plus précisément, de tels effets demeurent élevés, négatifs et statistiquement significatifs pour toutes les spécifications entre 1978 et 1995.

Enfin, une dernière question se pose : le taux de croissance de la population active peut-il être endogène? Il se peut en effet que nous ayons mesuré l'incidence d'une meilleure croissance économique sur la fécondité, plutôt que l'incidence causale des fluctuations de la croissance de la population active sur la croissance économique. Dans Beaudry, Collard et Green (2005), nous répondons à cette question en examinant essentiellement le lien entre la croissance économique de la période 1978-1995 et les taux de croissance historiques de la population antérieurs à cette période. De cette manière, ces taux de croissance historiques nous permettent quand même de cerner les économies qui ont connu une croissance continue élevée de la population active, cependant les taux de croissance de la population antérieurs à 1978 devraient rester inchangés malgré les fluctuations de la croissance économique survenues après 1978⁵. Les résultats de cet exercice impliquent plutôt une incidence négative plus élevée de la croissance de la population sur la croissance économique au cours de la période 1978-1995.

Prolongement de l'examen aux pays en développement

Nous avons jusqu'ici examiné un ensemble de pays riches, en partie pour tenir compte des autres facteurs, comme l'instabilité politique, susceptibles de déjouer nos tentatives à estimer les tendances sous-jacentes de base de la croissance économique. Toutefois, il nous intéresse aussi de savoir si les tendances que nous avons dégagées sont un phénomène propre aux pays développés ou si elles ressortent également dans un plus vaste échantillon de pays. À cette fin, nous avons repris notre examen principal et

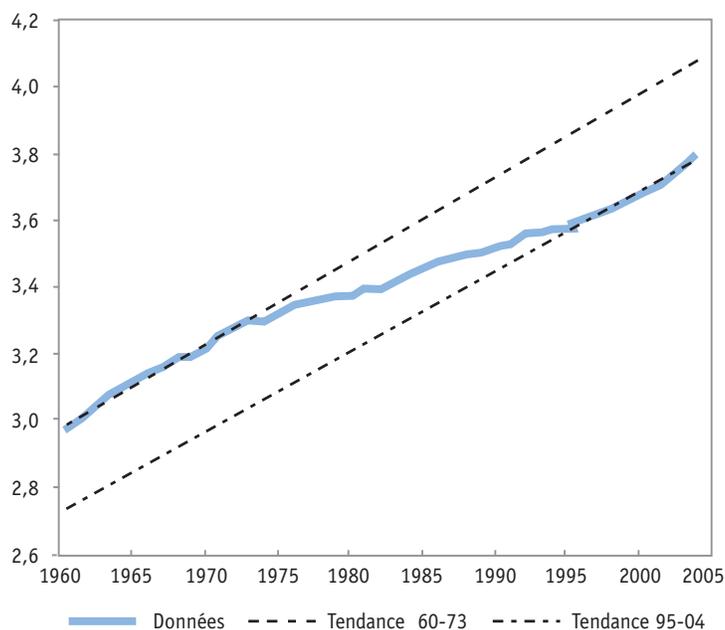
5 Officiellement, nous utilisons un estimateur de variables instrumentales dans lequel la croissance de la population de 15 à 64 ans de chaque pays entre 1960 et 1970 représente un instrument du taux de croissance de la population de 15 à 64 ans entre 1978 et 1995. Cet instrument est valide si les familles n'ont pas pu prédire avec exactitude les tendances de la croissance après 1978 ni, donc, modifier leurs décisions en matière de fécondité de manière à faire varier la croissance de la population adulte au cours de la période 1960-1970.

Tableau 3
Résultats de régression de la croissance de la production par travailleur dans des pays développés et en développement choisis

	1960-1978	1978-1998	1960-1978	1978-1998
Cst.	0,024 (0,019)	0,030 (0,020)	0,152 (0,023)	0,140 (1,029)
$(Y/L)_0$	0,001 (0,002)	-0,000 (0,002)	-0,015 (0,003)	-0,010 (0,003)
ΔN	-0,230 (0,214)	-0,976 (0,185)	-0,092 (0,166)	-0,808 (0,179)
I/Y	—	—	0,011 (0,003)	0,019 (0,004)
H	—	—	0,017 (0,003)	0,008 (0,006)
R ²	0,02	0,24	0,43	0,45
$Q(\text{Total})$	—	0,000	—	0,000
$Q(\Delta N)$	—	0,004	—	0,002

Nota : Erreurs-types entre parenthèses. Les lignes du test de stabilité présentent la valeur p du test de stabilité. Il y a 106 observations. Lorsqu'on ajoute l'éducation comme variable explicative, le nombre d'observations tombe à 86.

Graphique 3
Indice de la production par heure dans le secteur des



6 En raison des limitations des données sur l'éducation, la dernière spécification indiquée au tableau comporte uniquement 86 observations.

l'avons appliqué à la série complète de pays pour lesquels nous disposons de données sur l'ensemble de la période. Dans les tableaux mondiaux de Penn, cet ensemble s'élève à 106 pays dont les données couvrent les années 1960-1998. Le tableau 3 présente les résultats de la réestimation de notre spécification de base et des contrôles de robustesse du capital physique et humain à partir de l'échantillon complet de pays. Les résultats obtenus de la spécification de base, qui figurent dans les deux premières colonnes, débouchent sur les mêmes conclusions que nous avons obtenues de l'échantillon de pays riches. L'effet de la croissance de la population active avant 1978 est, en chiffres absolus, plus marqué que celui que nous avons observé pour l'ensemble de pays riches, mais ne présente quand même aucune signification statistique à l'un ou l'autre des niveaux de signification ordinaires. En revanche, l'effet de la croissance de la population active après 1978 est plus important que celui que nous avons obtenu dans l'échantillon réduit. Il est, ici encore, statistiquement et significativement différent de zéro à l'un ou l'autre des niveaux de signification ordinaires, et négatif. Les variables à tester qui se trouvent au bas de la deuxième colonne indiquent aussi que l'incidence de la croissance de la population active a incontestablement varié entre les deux périodes. L'autre distinction par rapport au premier échantillon vient du fait que le niveau initial de la production par travailleur a des effets négligeables et non significatifs dans les deux périodes pour l'échantillon global des pays, alors qu'il présentait un coefficient élevé dans la période antérieure à 1978 pour l'échantillon restreint de pays. Comme nous l'avons fait pour l'échantillon de pays riches, nous contrôlons la robustesse de ces résultats au moyen de deux variables : le capital physique et humain⁶. L'introduction du taux d'investissement comme variable diminue

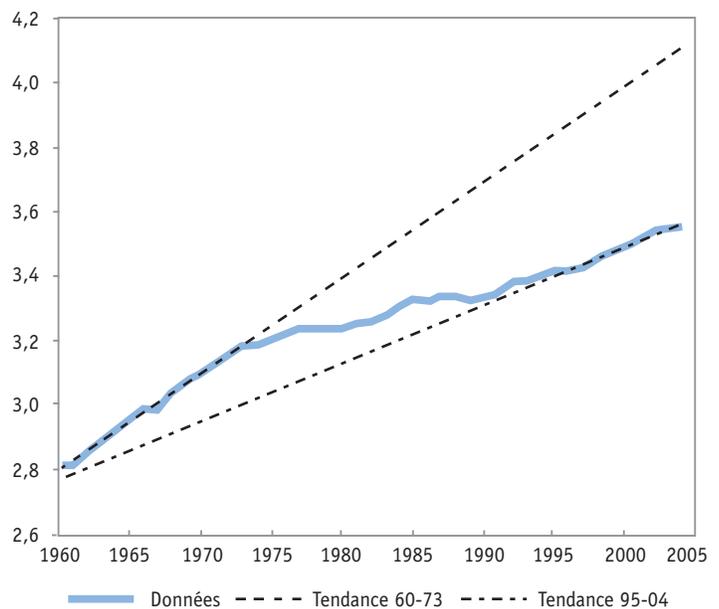
l'ampleur des effets estimés de la croissance de la population active dans les deux périodes sans toutefois modifier la tendance globale d'un effet non significatif et relativement négligeable avant 1978, suivi d'un effet beaucoup plus imposant et significatif dans la seconde période. Contrairement aux résultats obtenus avec l'échantillon restreint, l'ajout du taux d'investissement est appréciable et le devient beaucoup plus dans la seconde période que dans la première. C'est ce que confirment d'ailleurs Beaudry, Collard et Green (2004), où nous indiquions que, pour un vaste échantillon de pays, les effets attribuables à la croissance de la population active et au taux d'investissement changeaient après 1978 et que ce phénomène pouvait expliquer le « renforcement » survenu au milieu de la répartition des revenus mondiaux pendant cette période. Enfin, les résultats sont similaires lorsqu'on ajoute la variable du capital humain, sauf que le paramètre de convergence est maintenant statistiquement significatif dans les deux périodes. L'effet de l'éducation est significatif dans la première période mais demeure non significatif et beaucoup plus restreint dans la seconde période.

Croissance de la productivité au fil du temps dans des pays choisis de l'OCDE

Jusqu'à maintenant, nous avons examiné les tendances de la croissance économique inter pays. Il est également utile de présenter graphiquement les tendances de la croissance au sein de pays particuliers au fil du temps. Le graphique 3 illustre la production annuelle par heure travaillée aux États-Unis entre 1960 et 2004. Nous avons aussi tracé dans cette figure la tendance ajustée aux données antérieures à 1973 et nous l'avons prolongée après 1973. Nous avons choisi 1973 uniquement parce qu'une discontinuité dans la série semble apparaître à ce moment-là. Lorsqu'on examine la série de données du graphique

Graphique 4

Indice de la production par heure dans le secteur des entreprises au Canada, 1960-2004



par rapport à la tendance antérieure à 1973, il est évident que la croissance entre 1973 et le milieu des années 90 a été beaucoup plus faible que dans la période antérieure à 1973. Après 1995, la production par heure affiche à nouveau un meilleur taux de croissance. Nous avons aussi ajusté une ligne de tendance aux données postérieures à 1995. Fait intéressant, la récente période de croissance, qu'on qualifie souvent de « miracle américain », traduit effectivement un taux de croissance très similaire à celui qu'on a observé dans la période avant 1973.

Le graphique 4 reproduit le tracé du graphique 3 mais avec des données pour le Canada. Le schéma général est semblable à celui observé aux États-Unis : forte croissance de la productivité avant 1973 suivie d'une longue période de faible croissance s'étendant jusqu'au milieu des années 90 puis d'une période plus récente de reprise de la croissance. Contrairement aux États-Unis, le taux de croissance au Canada après 1995 demeure moins élevé qu'avant

1973. Même si nous ne l'illustrons pas ici pour des raisons d'espace, une tendance semblable ressort dans les autres pays développés qui connaissent des taux de croissance élevés de la population active, comme l'Australie et les Pays-Bas. On peut aussi se demander si, comme aux États-Unis, leur plus récente croissance correspond à leur croissance d'avant 1973 ou, comme au Canada, si elle est plus lente que celle d'avant 1973. Toutefois, comme le profil commun indique un abaissement de la tendance de la croissance au fil du temps, la forte croissance récente ne serait en réalité au plus qu'un retour aux anciens taux de croissance. Si ces pays avaient maintenu leurs taux de croissance d'avant 1973, le niveau de production par heure et, du même coup, de la production par habitant, serait beaucoup plus élevé aujourd'hui.

Explication des profils de croissance

Tentons maintenant d'expliquer les profils de croissance présentés à la section précédente. Beaudry, Collard et Green (2005) illustrent les modèles explicites de deux grandes possibilités. Nous fournirons ici la description heuristique de ces modèles et invitons les lecteurs à consulter notre communication précédente pour plus de détails.

Les modèles que nous désirons mettre en avant doivent appréhender à la fois une solution de continuité entre la croissance de la productivité et la croissance de la population active à partir du milieu jusqu'à la fin des années 70, suivie d'une période de 18 à 20 ans au cours de laquelle les pays à forte croissance de la population active ont connu une performance moindre que les pays à faible croissance de la population active. Nous désirons plus particulièrement expliquer de quelle manière l'émergence d'un nouveau paradigme technologique peut provoquer une telle discontinuité dans le processus servant à déterminer la croissance de la productivité et, conséquem-

ment, un lien négatif temporaire entre la croissance de la productivité et la croissance de la population active.

Modélisation des effets de la productivité tout au long d'une révolution technologique

Le premier modèle que nous présentons est, à la base, un modèle de croissance néoclassique type se composant d'individus qui consomment les biens produits au moyen du capital et du travail. Les consommateurs (qui sont aussi les travailleurs) maximisent leur utilité à vie en répartissant leurs dépenses dans chacune des périodes de leur vie. Pour notre propos, nous supposons une croissance exogène et à taux constant de la population active. De l'autre côté du marché, le bien de consommation est produit à l'aide d'un capital et d'un travail dans une technologie à rendements d'échelle constants.

À la première période, avant l'arrivée de la grande révolution technologique que nous introduisons par la suite, le modèle laisse entendre que le taux de croissance de la population active n'a aucun effet sur la croissance d'équilibre de la production par travailleur. Ce résultat est conforme à la théorie néoclassique de la croissance.

Nous introduisons ensuite une révolution technologique qui se traduit par l'émergence soudaine d'une nouvelle méthode de rechange (technologie) de production du bien de consommation. Nous posons d'abord l'hypothèse d'une nouvelle technologie indéniablement plus productive que l'ancienne. Cette nouvelle technologie recourt à un capital physique propre à la technologie et à un nouveau type de travailleurs spécialisés dont les nouvelles compétences ne s'acquièrent qu'à l'utilisation de la nouvelle technologie en cours d'emploi. De son côté, la vieille technologie utilise l'ancienne forme du capital physique et ne nécessite pas de nouvelles compétences. Nous désignerons les travailleurs ayant les nouvelles compétences sous le nom de

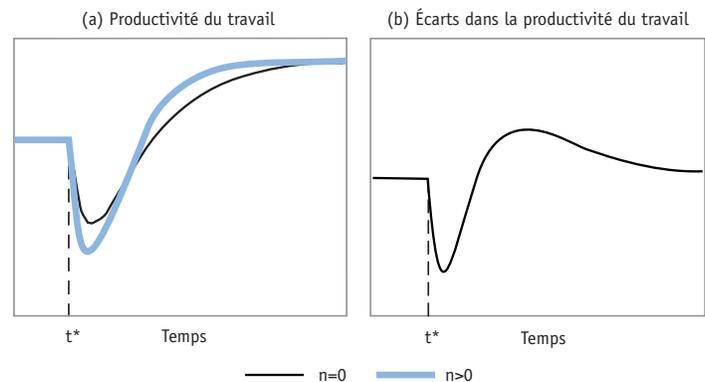
travailleurs spécialisés, et ceux qui n'ont pas de telles compétences sous le nom de travailleurs non spécialisés. Le capital qui avait été créé pour la vieille technologie se déprécie mais ne peut être utilisé pour la nouvelle technologie. Les travailleurs et les entreprises doivent donc coordonner leurs efforts pour se recycler et acquérir les compétences qu'exige la nouvelle technologie. Le coût de cet investissement dans les compétences est égal au manque à produire pendant la période d'apprentissage. Le passage complet à la nouvelle technologie prend donc du temps, à mesure que se déploie l'investissement dans le nouveau capital physique et dans les nouvelles compétences. Pour cette raison, les entreprises n'adopteront pas toutes sur-le-champ la nouvelle technologie, pas plus que les travailleurs ne seront tous affectés à l'apprentissage de la nouvelle technologie. Il y aura plutôt une période de transition au cours de laquelle les deux technologies seront utilisées.

Comparaison des résultats du modèle et des tendances de la productivité observées

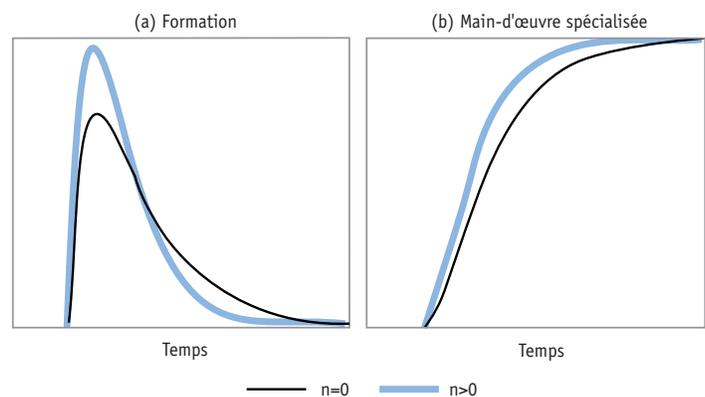
Il est très facile d'expliquer les résultats de ce modèle à l'aide de graphiques. À cette fin, nous présentons au graphique 5 les cheminements temporels simulés de la production par travailleur à partir d'une économie modèle dont la population active n'affiche aucune croissance, et à partir d'une économie modèle autrement identique présentant un taux de croissance positif de sa population active. Dans ce graphique et dans les autres qui suivent, la nouvelle technologie devient disponible au moment t^* . Comme l'indique le graphique, la productivité du travail dans les deux économies diminue après l'introduction de la nouvelle technologie puis remonte à un niveau plus élevé.

Dans la période précédant la transition (avant t^*), seule existe l'ancienne technologie et, comme nous l'avons précisé plus tôt, rien ne dis-

Graphique 5
Productivité pendant une transition technologique



Graphique 6
Formation et main-d'oeuvre spécialisée pendant une transition technologique



tingue une économie à faible ou à forte croissance de la population active. Dès l'arrivée de la nouvelle technologie, la productivité du travail chute dans chaque économie comme l'indique le sous-tableau a). L'explication simple de ce phénomène est illustrée au graphique 6. Cette figure trace l'évolution du nombre de travailleurs affectés à l'apprentissage de la nouvelle technologie (sous-tableau a) et du nombre de travailleurs spécialisés qui en ressortent (sous-tableau b). Toujours au graphique 6, dès l'introduction de la nouvelle technologie, une partie des travailleurs cessent d'utiliser l'ancienne technologie pour apprendre la nouvelle. Comme moins de travailleurs sont affectés à l'ancienne technologie, la production

diminue parce que les travailleurs n'utilisent pas encore la nouvelle technologie de façon productive. Dès que le nombre de travailleurs spécialisés est suffisant, le processus s'inverse et la productivité du travail remonte. Un autre phénomène se produit également pendant cette transition. Le rendement du capital obtenu grâce à l'ancienne technologie est inférieur à celui de la nouvelle technologie si bien qu'il n'y a plus aucune incitation à continuer d'investir dans l'ancien stock de capital. La vieille technologie disparaît donc lentement de l'économie à mesure que son stock de capital se déprécie.

Soulignons que ce processus ne se produit pas à la même vitesse dans les deux économies modèles. Plus particulièrement, une fois la nouvelle technologie en place, les pays à forte croissance de la population active connaîtront une croissance plus lente de la productivité du travail que leurs homologues présentant une plus faible croissance de la population active. Toutefois, plus tard, l'économie à forte croissance de la population active présentera un taux plus élevé de croissance de la productivité. Ce profil apparaît dans le second tableau du graphique 5, qui présente le cheminement temporel de l'écart de productivité entre les économies à croissance zéro et à croissance positive de la population active. Sous-jacent à ce profil, comme on le voit au graphique 6, se déroulent un plus grand nombre de stages de formation ou d'apprentissage dans l'économie à forte croissance de la population active au début de la transition vers la nouvelle technologie, car l'important, en bout de ligne, pour la production, est le montant de capital disponible à chaque travailleur. Dans les économies à forte et à faible croissance de la population active, l'investissement de capital dans la vieille technologie prend fin aussitôt que la nouvelle technologie devient disponible. La combinaison de cette dépréciation du stock de capital physique dans la vieille technologie et d'une population active en croissance plus

rapide signifie donc une diminution plus vive du capital par travailleur dans l'ancienne technologie et, du même coup, de l'importance relative de cette ancienne technologie dans l'économie à plus forte croissance de la population active. À son tour, cette situation stimulera davantage l'apprentissage de la nouvelle technologie dans l'économie à plus forte croissance de la population active et entraînera une augmentation du nombre de travailleurs en cours d'apprentissage et une diminution de ceux qui sont affectés à la production dans les premières étapes de la transition. Pour cette raison, l'économie à forte croissance de la population active connaîtra une plus grande diminution de sa productivité qu'une économie à faible croissance de la population active au cours des premiers stades du processus d'adoption. Toutefois, cette situation s'inversera à la longue puisque les deux économies partagent, à long terme, la même croissance de la productivité. De fait, au fil du temps, l'économie à forte croissance de la population active profitera de la formation qu'elle aura dispensée plus tôt et mettra en œuvre plus rapidement la nouvelle technologie au fur et à mesure qu'augmentera son effectif spécialisé. Pour cette raison, elle enregistrera à la longue une période de croissance plus rapide de sa productivité.

Les profils de productivité du travail au graphique 5 sont assez semblables aux profils de productivité illustrés aux graphiques 3 et 4 dans le cas des États-Unis et du Canada. Plus particulièrement, les profils de la productivité réelle suivent un schéma caractérisé par un ralentissement marqué de la croissance suivi d'une croissance plus rapide, que laissent aussi apparaître les prédictions du modèle. C'est d'ailleurs l'un des points clés que nous désirons mettre en évidence. Même si l'on examine souvent les mouvements de la productivité uniquement pour la période immédiatement précédente de 5 ou 10 ans, il est souvent plus approprié de le faire sur des périodes plus longues. Dans ce cas-ci,

nous avons construit un modèle dans lequel la reprise rapide de la productivité est attribuable non pas à de nouvelles politiques, mais bien à une transition technologique de longue durée. Qu'une telle reprise ne survienne qu'après une première période de performance médiocre nous semble pertinent lorsqu'on analyse la performance exemplaire de l'économie des États-Unis depuis le milieu des années 90. Dans le modèle, toutes les économies passeront à la longue par cette même transition, cependant les économies à croissance élevée de la population active la traverseront plus rapidement. Voilà en fait le second point que nous désirons illustrer. Le modèle explique de manière plausible pourquoi la croissance de la population active est apparue comme un déterminant marqué de la croissance de la productivité depuis le milieu jusqu'à la fin des années 70. Avant l'arrivée de la nouvelle technologie (c.-à-d. le nouveau paradigme composé de l'informatique et de la structure organisationnelle), le modèle et les données indiquent tous deux une absence de corrélation entre les écarts de croissance de la population active d'un pays à l'autre et les taux de croissance économique. Dès que la nouvelle technologie apparaît, toutes les économies qui affectent leur travail et leur capital à la nouvelle technologie font les frais d'une diminution de la productivité. Mais comme les économies à croissance plus élevée de la population active traversent plus rapidement la période de transition, elles semblent d'abord relativement léthargiques avant de passer à une croissance plus rapide à mesure que se déroule la transition. C'est ce que les données nous permettent d'observer.

Lacunes possibles

Bien que ce modèle soit assez bien jumelé aux données, il présente aussi des lacunes qui nous amènent à vouloir explorer d'autres explications possibles. L'une des difficultés de ce modèle réside dans la durée de la transition tech-

nologique. Si l'on se fie aux graphiques 3 et 4, on dira que le ralentissement de la productivité imputable à la transition s'est produit entre le milieu des années 70 et le milieu des années 90. On se rappellera que, dans le modèle, ce ralentissement est surtout attribuable à la réaffectation des travailleurs, d'un travail productif dans l'ancienne technologie à des activités de formation à la nouvelle technologie. Il faut cependant énormément de patience aux travailleurs et aux entreprises qui décident de faire un investissement qui ne rapportera aucun dividende avant une vingtaine d'années. De fait, nos explorations quantitatives de ce modèle nous ont révélé qu'il fallait bénéficier de taux d'escompte extrêmement bas pour reproduire le schéma qui se dégage des données. Comme de tels taux ne nous semblent aucunement plausibles, il faudra sans doute ajuster le modèle de manière à réduire sa dépendance à l'égard de l'attitude prospective des travailleurs et des entreprises.

Les schémas temporels de productivité à l'intérieur de chaque pays que révèlent les graphiques 3 et 4 nous indiquent aussi le besoin de modifier l'explication théorique. Les deux pays font clairement ressortir le ralentissement de la croissance suivi d'une amélioration des taux de croissance que notre modèle prédit. Toutefois, le modèle repose sur l'hypothèse d'une transition vers une technologie à productivité plus élevée. Cela voudrait donc dire que les récentes trajectoires de croissance devraient être suffisamment abruptes pour que les niveaux de production par habitant de ces économies dépassent le stade qu'ils auraient atteint s'ils avaient été confinés dans le schéma de croissance qu'autorisait l'ancienne technologie. Les graphiques 3 et 4 indiquent plutôt que les récents profils de croissance ne sont, au mieux, que le reflet des trajectoires observées avant la transition. Même si le processus est sans doute loin d'être complet, les données jusqu'à maintenant nous amènent à la conclusion controversée

que cette transition vers une nouvelle technologie risque d'être moins productive.

**Un modèle de rechange :
la possibilité d'un progrès
technologique à productivité
réduite**

Compte tenu des deux difficultés que posent les explications théoriques précédentes, abordons maintenant brièvement un modèle de rechange qui offre quand même la possibilité d'expliquer pourquoi la croissance de la population active a soudainement pris une telle importance dans la croissance de la production par travailleur au cours de la période 1978-1995, mais qui exige des hypothèses moins héroïques au sujet de la patience des travailleurs tout en offrant la possibilité d'une transition débouchant sur une technologie moins productive. Examinons donc une situation présentant à peu près les mêmes caractéristiques que précédemment. La principale différence tiendra dans la nature du progrès technologique. En effet, au lieu d'introduire un nouveau paradigme technologique devant reposer sur de nouvelles compétences, implantons une nouvelle technologie qui facilitera la motivation ou la surveillance des travailleurs. Supposons donc l'existence d'une vieille technologie dont la production repose sur un capital physique et sur des heures réelles de travail. Celles-ci sont le produit de ce que l'on pourrait appeler les « heures de présence » (c.-à-d. le temps de présence du travailleur à son lieu de travail) et de l'effort effectivement dépensé par heure de présence. Nous utilisons donc un modèle standard dans les travaux sur les salaires d'efficiences. En pareil cas, quelques entreprises offriront une prime salariale en plus du salaire concurrentiel de base afin de tirer un effort accru de leurs travailleurs. À son tour, cela signifie que les travailleurs reçoivent une rémunération supérieure au salaire sur le marché de la concurrence. Dans le langage économique courant, leur salaire comprend une

rente économique grâce auquel la productivité marginale n'est pas assimilée à la désutilité du temps de travail.

Supposons maintenant que l'on introduise un autre moyen de production qui, lui aussi, exige un nouveau type de capital. Cette nouvelle technologie se caractérise principalement par le fait qu'elle ne repose plus explicitement sur l'effort. Ce pourrait être le cas, par exemple, si le nouveau capital physique comprenait des ordinateurs qui permettent une meilleure surveillance de l'effort. Cette nouvelle technologie a notamment pour conséquence que les entreprises peuvent verser à leurs travailleurs le salaire concurrentiel, lequel élimine réellement les primes que certains travailleurs auraient reçus. Toutefois, cette nouvelle forme d'organisation du travail est susceptible d'être moins productive qu'une technologie classique qui bénéficierait d'un niveau d'effort optimal. La nouvelle technologie permet peut-être d'économiser des coûts salariaux mais au prix d'une diminution de la productivité. Si les économies de salaire sont substantielles par rapport à la baisse de productivité, il sera alors rentable pour les entreprises d'adopter la nouvelle technologie après son introduction. Cependant, par le temps que prendront toutes les entreprises à vouloir cette rentabilité et à transiter vers la nouvelle technologie, l'économie sera moins productive qu'elle ne l'aurait été avec l'ancienne technologie.

Le cheminement temporel implicite de la productivité dans ce nouveau modèle ressemble fort à celui que nous avons obtenu au modèle précédent. Le graphique 7 présente les profils de productivité implicites pour une économie affichant une croissance positive et nulle de la population active lorsque la nouvelle technologie est moins productive mais qu'elle permet d'économiser les primes des travailleurs. Tout comme dans l'ancien modèle, l'ancienne et la nouvelle technologies sont utilisées pendant une période de transition. La durée de cette période ne repose

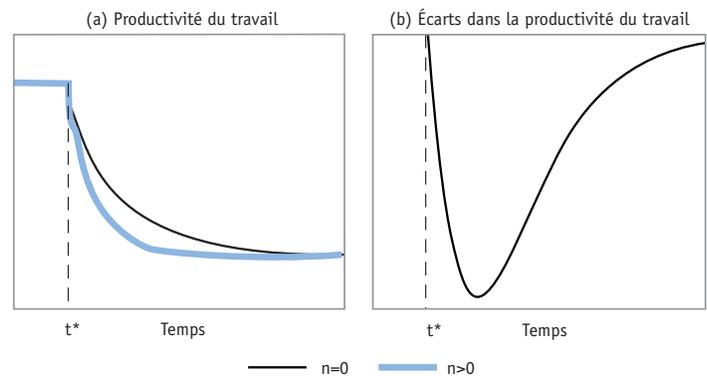
plus sur la patience des travailleurs – étant donné que cette version du modèle ne suppose plus d’investissement dans les compétences – mais elle est déterminée par le taux de dépréciation du stock de capital qui avait été établi pour l’ancienne technologie. Comme dans le modèle précédent, et pour les mêmes raisons, l’économie à forte croissance de la population active adopte la nouvelle technologie plus rapidement et, de ce fait, connaît une croissance relativement plus lente de sa productivité tout de suite après l’introduction de la nouvelle technologie, suivie d’une croissance plus rapide de la productivité. La principale différence, comme en témoigne une comparaison des graphiques 5 et 7, tient au fait que le cheminement de la productivité après la transition est maintenant inférieur à celui qui aurait découlé de l’ancienne technologie. Les décisions que prendront chaque entreprise, à savoir augmenter leur rentabilité en diminuant les rentes des travailleurs, déboucheront en bout de ligne sur une économie moins productive, mais aucune entreprise ne voudra sans doute admettre qu’elle a favorisé un tel effet secondaire. Cette intrigante possibilité nous semble être cohérente avec les données que nous avons présentées plus tôt au sujet de la productivité. Nous ne prétendons pas avoir prouvé que ce modèle cerne entièrement la situation actuelle ou récente, mais c’est une explication plausible qui comporte d’importantes ramifications dans les débats au plan politique.

Conclusions

Dans cet article, nous avons principalement tenté de démontrer qu’une perspective à moyen terme pouvait apporter un éclairage considérable sur les écarts de productivité observés au sein des pays et entre ceux-ci. Cette méthode nous permet de constater un comouvement radicalement différent entre la croissance de la productivité et la croissance de la population active pour la période 1960-2002. Plus particulière-

Graphique 7

Productivité du travail pendant la transition



ment, nous avons démontré que ce comouvement s’approchait de zéro avant le milieu des années 70. Entre la fin des années 70 et le milieu des années 90, ce comouvement a été fortement négatif. D’autres données probantes nous indiquent aussi que la corrélation a pu devenir positive après 1995. Pour interpréter un tel profil, nous avons discuté de deux modèles de révolution technologique, dans l’esprit des travaux portant sur les technologies polyvalentes. Dans les deux modèles, la croissance de la population active influe sur la rapidité d’adoption d’un nouveau paradigme technologique de manière à produire le type de schéma de corrélations en U entre la croissance de la productivité et la croissance de la population active que les données laissent observer. Les tendances de la croissance de la productivité et de la population active entre les pays renforcent donc l’opinion que l’économie mondiale a été témoin d’une grande révolution technologique qui a débuté vers 1978, et que la rapidité avec laquelle un pays s’est adapté à ce changement structurel a été, dans une large mesure, dictée par ses facteurs démographiques.

De tels profils empiriques sont importants lorsqu’on examine la politique économique puisqu’ils semblent indiquer que la performance économique relative des pays depuis 1995 traduit sans doute en grande partie un renversement des tendances observées avant 1995, plutôt que les

effets de politiques récentes. Par contre, d'autres observateurs prétendent que la croissance de la productivité relativement forte enregistrée aux États-Unis depuis le milieu des années 90 devrait démontrer à l'évidence que ce pays a trouvé pour ses institutions la composition optimale pour faire face à l'époque actuelle de progrès technologique et de mondialisation. Compte tenu qu'il est possible d'expliquer les récentes tendances à l'aide d'un modèle économique de moyenne durée mû par des facteurs démographiques, nous croyons que de telles conclusions doivent être prises avec circonspection. De fait, il ne serait pas difficile de construire un modèle dans lequel les récentes transformations institutionnelles aux États-Unis seraient un effet plutôt qu'une cause des fluctuations de productivité que nous documentons. Plus particulièrement, les économies à forte croissance de la population active pourraient réagir au ralentissement relatif de leur productivité pendant le premier stade de la transition en essayant de trouver de nouvelles politiques, notamment en sabrant dans la générosité de leurs programmes sociaux. Par la suite, lorsque l'inévitable reprise de la productivité se produit, les coupes effectuées dans la politique sociale semblent déboucher sur l'augmentation de croissance.

À un niveau plus spéculatif, nous avons laissé entendre que les schémas de productivité des 30 dernières années pouvaient s'expliquer par un modèle de révolution technologique dont le nouveau paradigme technologique favorise l'apparition d'un marché du travail plus concurrentiel sans pour autant accélérer le cheminement temporel de la productivité. Nous avons opté pour cette interprétation surtout à cause des schémas de la productivité du travail observés au Canada et aux États-Unis au cours des 50 dernières années. Toutefois, d'autres études doivent être menées avant que cette hypothèse, indubitablement controversée, ne soit acceptée ou refusée.

Références

- Beaudry, P. et F. Collard (2003) « Recent Technological and Economic Change among Industrialized Countries: Insights from Population Growth », *Scandinavian Journal of Economics*, vol. 105, n° 3, p. 441-463.
- Beaudry, P., F. Collard et D. Green (2004) « Changes in the World Distribution of Output-Worker 1960-98: How a Standard Decomposition Tells an Unorthodox Story », Institute for Fiscal Studies Working Paper W04/15 et à paraître dans la *Review of Economics and Statistics*.
- Beaudry, P., F. Collard et D. Green (2005) « Demographics and Recent Productivity Performance: Insights from Cross-Country Comparisons », *Canadian Journal of Economics*, vol. 38, n° 2, p. 309-344.
- Beaudry, P. et D. Green (1998) « What is Driving US and Canadian Wages: Endogenous Technical Change or Endogenous Choice of Technique? », NBER Working Paper 7697.
- Beaudry, P. et D. Green (2002) « Population Growth, Technological Adoption and Economic Outcomes in the Information Era », *Review of Economic Dynamics*, vol. 5, n° 4, p. 749-774.
- Beaudry, P. et D. Green (2003) « The Changing Structure of Wages in the US and Germany: What Explains the Differences? » *American Economic Review*, vol. 93, n° 3, p. 573-602.
- Beaudry, P. et D. Green (à paraître) « Changes in US Wages 1976-2000: Ongoing Skill Bias or Major Technological Change? », *Journal of Labor Economics*.
- Durlauf, S. N. et D. T. Quah (1999) « The New Empirics of Economic Growth », dans J. B. Taylor et M. Woodford (éd.) *Handbook of Macroeconomics*, vol. 1, Amsterdam, Elsevier Science.
- Klenow, P. J. et A. Rodriguez-Clare (1997) « The Neoclassical Revival in Growth Economics: Has it Gone too Far? », dans B. S. Bernanke et J. Rotemberg (éd.), *NBER Macroeconomics Annual*, vol. 12, Cambridge, MIT Press, chapitre 2.
- Lucas, R. (1988) « On the Mechanisms of Economic Development », *Journal of Monetary Economics*, vol. 22, p. 3-42.
- Mankiw, N. G., D. Romer et D. N. Weil (1992) « A Contribution to the Empirics of Economic Growth », *Quarterly Journal of Economics*, vol. 107, n° 2, p. 407-437.
- Uzawa, H. (1965) « Optimum Technical Change in an Aggregative Model of Economic Growth », *International Economic Review*, vol. 6, n° 1, p. 18-31.