

**D
O
C
U
M
E
N
T

H
O
R
S

S
É
R
I
E**

**I
N
N
O
V
A
T
I
O
N

E
N
D
O
G
È
N
E
E
T

C
R
O
I
S
S
A
N
C
E
:

C
O
N
S
É
Q
U
E
N
C
E
S

D
U
P
O
I
N
T
D
E
V
U
E

C
A
N
A
D
I
E
N**

*Document hors-série no. 10
Août 1995*



Industrie Canada Industry Canada

D
O
C
U
M
E
N
T

H
O
R
S

S
É
R
I
E

I N N O V A T I O N
E N D O G È N E E T
C R O I S S A N C E :
C O N S É Q U E N C E S
D U P O I N T D E V U E
C A N A D I E N

*par Pierre Fortin et Elhanan Helpman
Université du Québec à Montréal et Institut canadien de
recherches avancées, et Université de Tel-Aviv et Institut canadien
de recherches avancées, respectivement.*

*En vertu d'un contrat passé avec Industrie Canada
dans le cadre de l'examen des sciences et de la technologie*

*Document hors-série no. 10
Août 1995*

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient deux lecteurs indépendants qui leur ont soumis des commentaires utiles.

Les opinions exprimées dans ce document hors-série ne reflètent pas nécessairement celles d'Industrie Canada ou du gouvernement fédéral.

Vous trouverez à la fin de l'ouvrage des renseignements portant sur les documents publiés dans le cadre du Programme de publications de recherche et sur la façon d'en obtenir des exemplaires.

Prière d'adresser tout commentaire à :

Someshwar Rao, Directeur
Analyse des investissements stratégiques
Analyse de la politique micro-économique
Industrie Canada
5^e étage, tour ouest
235, rue Queen
Ottawa (Ontario)
K1A 0H5

Téléphone: (613) 941-8187

Facsimile: (613) 991-1261

TABLE DES MATIÈRES

RÉSUMÉ	i
INTRODUCTION	1
1. LE REVENU RÉEL ET LA PRODUCTIVITÉ AU CANADA	3
2. LES ÉLÉMENTS DE LA CROISSANCE	9
L'accumulation de capital	9
Le progrès technologique exogène	12
Le capital humain	13
L'apprentissage par la pratique	16
L'innovation	19
3. L'INNOVATION ENDOGÈNE	25
Le bien-être	30
Les effets d'équilibre général	35
Le chômage	37
4. L'INTERDÉPENDANCE INTERNATIONALE	41
BIBLIOGRAPHIE	49
TABLEAUX	53
PROGRAMME DE PUBLICATIONS DE RECHERCHE	61

RÉSUMÉ

Le Canada est l'un des cinq pays du monde où le niveau de revenu réel est le plus élevé, mais sa croissance économique a ralenti depuis 1973. Sur le plan de son apport au processus de croissance, la productivité de la main-d'oeuvre est intervenue pour environ 60 p. 100 de la croissance économique globale tant pendant la période 1961-1973 que durant celle qui a débuté à la fin de 1973, au moment où la croissance économique globale a commencé à ralentir. Le rôle prédominant que joue la productivité de la main-d'oeuvre au Canada s'accroîtra tout probablement. L'augmentation de la productivité de la main-d'oeuvre, et non les tendances démographiques, continuera d'être l'élément déterminant de la croissance économique du Canada dans les années à venir.

Si le ralentissement de la productivité de la main-d'oeuvre est la cause première de la diminution du taux de croissance du revenu réel par habitant observée à compter de la première moitié des années 70, il devient donc logique de se demander pourquoi les gains annuels de productivité de la main-d'oeuvre ont été plus faibles depuis ce temps. Dans un effort visant à expliquer ce ralentissement des gains de productivité, les auteurs indiquent que l'augmentation de la productivité de la main-d'oeuvre provient de deux sources : l'accumulation de capital et le progrès technologique, que l'on mesure à l'aide de la productivité totale des facteurs (PTF).

Le ralentissement de la productivité de la main-d'oeuvre observé au Canada après 1973 n'est pas imputable à une baisse du taux d'accumulation du capital : le taux de croissance tendancielle du capital par travailleur n'a pas varié de façon appréciable entre les périodes 1961-1973 et 1974-1993. Le ralentissement de la productivité est plutôt attribuable à d'autres tendances qui ont entraîné une décélération du rythme de croissance de la PTF.

Au terme d'une analyse portant sur l'accumulation de capital humain, les auteurs concluent que des politiques publiques visant à encourager l'investissement dans le capital humain peuvent améliorer l'efficacité et accélérer le taux de croissance de l'économie. Les auteurs examinent aussi les répercussions de gains rendus possibles par l'"apprentissage par la pratique" et ils démontrent de quelle façon l'investissement dans les activités de R-D est un instrument dont l'utilisation peut contribuer à l'augmentation de la productivité de la main-d'oeuvre.

Ils passent ensuite à l'analyse des mécanismes par l'intermédiaire desquels l'investissement en R-D peut influencer sur l'augmentation de la productivité à l'intérieur de modèles de croissance endogène. Pour que des intervenants du secteur privé s'intéressent au financement d'activités de R-D, il faut créer un environnement économique en vertu duquel les droits de propriété intellectuelle sont protégés, de sorte que les entreprises pourront tirer avantage de leurs efforts à ce chapitre. De plus, la présence d'un certain degré de rendements croissants et l'absence de concurrence parfaite (pouvoir de monopole) sont des conditions nécessaires aux investissements en R-D.

Sur le plan théorique, des investissements en R-D peuvent avoir des effets positifs ou négatifs sur la croissance de la production. Des retombées positives se produisent lorsque les avantages sociaux dépassent les coûts des investissements. Toutefois, la possibilité d'effets négatifs existe aussi lorsque des investissements en R-D ont pour effet de créer de nouveaux produits et procédés qui viennent remplacer des produits existants et font disparaître les bénéfices rattachés à leur fabrication. Tout compte fait, il semble que la R-D canadienne ait des retombées importantes entre les entreprises et les industries. Par conséquent, le taux de rendement social de la R-D est plus élevé que le taux de rendement privé selon un facteur qui fluctue entre deux et cinq.

On peut déduire des résultats présentés ci-dessus que le Canada n'investit pas suffisamment dans la R-D. Cette situation est en partie attribuable à la présence d'externalités positives. Mais le Canada est aussi une petite économie où des richesses naturelles abondantes constituent un mauvais substitut pour une main-d'oeuvre hautement spécialisée. Il s'ensuit que l'économie canadienne s'est spécialisée dans des secteurs à forte intensité de ressources et que l'investissement en R-D y est insuffisant.

Par conséquent, il existe un fondement économique à l'attribution de subvention à la R-D au Canada. Toutefois, il faut évaluer avec soin le subventionnement de la R-D afin de tenir compte de la portée véritable des effets des retombées. De plus, même si l'attribution de subventions à la R-D peut être souhaitable, il se peut que des subventions à la production dans des secteurs qui investissent dans la R-D aient des effets nuisibles.

L'investissement dans la R-D peut aussi avoir une incidence sur le marché du travail. En particulier, l'augmentation de la productivité qui est alimentée par des activités innovatrices peut contribuer à hausser ou à réduire le niveau du chômage à long terme. On a accordé peu d'attention à cette importante question. Il faut entreprendre des recherches plus poussées sur les répercussions des investissements dans la R-D sur le chômage et sur les types de programmes d'enseignement et de formation qui permettraient d'atteindre un niveau optimal.

Les relations économiques internationales peuvent jouer un rôle important au plan de la détermination des caractéristiques économiques d'un pays. Le commerce et l'investissement direct étranger produisent des retombées positives par l'intermédiaire des courants de connaissances qu'ils alimentent. De plus, le commerce incitera des entreprises à se spécialiser et à réduire la portée dans laquelle les mêmes projets de recherche sont entrepris dans différents pays. De plus, le fait de desservir un marché plus vaste a pour effet d'augmenter le rendement de la R-D, ce qui contribue à multiplier le nombre de projets de R-D entrepris. Toutefois, il peut se produire des effets négatifs du commerce sur les investissements en R-D qui résultent de la concurrence accrue à laquelle les entreprises sont confrontées sur les marchés internationaux et de la discipline en matière de prix que cette situation impose. Mais, tout compte fait, les résultats empiriques disponibles appuient la notion à l'effet que le commerce exerce une incidence favorable sur la productivité.

En guise de conclusion, des politiques visant à stimuler l'accumulation de capital humain, à appuyer directement les activités de R-D et à assurer l'accès aux connaissances et aux marchés internationaux peuvent contribuer à améliorer les perspectives de croissance. Mais, dans chaque cas, il se peut que la présence d'effets négatifs n'assure pas un niveau plus élevé de bien-être. Par conséquent, il faut tenir compte tant des coûts que des avantages aux fins de l'élaboration de politiques économiques dans ces domaines.

INTRODUCTION

Le niveau de vie d'une nation est étroitement lié au *revenu national réel par habitant* – un indicateur de la quantité de biens et de services que le citoyen moyen peut se procurer avec son revenu au cours d'une année. Il équivaut au produit national brut (PNB) divisé par un indice du prix moyen des biens et des services achetés (d'où le terme *réel*) et par la population totale du pays (d'où l'expression *par habitant*). La croissance économique se mesure à l'aide du taux de croissance du revenu national réel par habitant (ou revenu réel par habitant, sous forme abrégée).

Le bien-être économique n'est manifestement que l'un des aspects du bien-être global de la société et il est fonction dans une large mesure du revenu réel par habitant. La quantité totale de biens et de services consommés n'est qu'un élément de la qualité de vie, mais on considère de façon générale que le revenu réel par habitant constitue un aspect déterminant du bien-être de la société. Voilà pourquoi l'analyse de la croissance économique est axée sur le revenu réel par habitant et c'est une pratique que nous suivrons.

Notre étude se divise en quatre parties.

- Dans le premier chapitre, nous examinerons l'évolution de la croissance de l'économie canadienne afin de mettre en relief le problème principal qu'elle soulève. Cette démarche nous amènera à mettre l'accent sur la productivité de la main-d'oeuvre.
- Dans le deuxième chapitre, nous analyserons divers éléments qui influent sur la croissance de la productivité de la main-d'oeuvre, notamment l'accumulation de capital, le progrès technologique exogène, l'accumulation de capital humain et l'apprentissage par la pratique. Le lecteur trouvera aussi dans ce chapitre une analyse préliminaire de l'innovation.
- Le troisième chapitre contient une analyse minutieuse de l'innovation endogène. Après avoir décrit les mécanismes économiques qui relient l'incitation à innover et la croissance de la productivité, nous analyserons les répercussions du point de vue du bien-être, l'importance des effets d'équilibre général et les rapports entre la croissance et le chômage.
- Enfin, nous décrirons dans le quatrième chapitre les rapports qui existent entre les transactions économiques internationales, d'une part, et l'innovation endogène et la croissance, de l'autre.

Notre étude ne contient pas une section distincte portant sur les répercussions du point de vue des politiques. Nous présentons plutôt dans chacune des sections une analyse des questions de politiques à mesure qu'elles surgissent. Nous mettons en relief des orientations qui pourraient se révéler utiles selon la théorie ou encore des politiques qui pourraient ne pas fonctionner ou être difficiles d'application. À tout événement, nous ne préconisons pas d'ensembles de politiques

précis pour le Canada. La conception et la mise en oeuvre de politiques pertinentes nécessitent une connaissance poussée de l'économie et une appréciation juste des situations où des estimations quantitatives ne sont pas disponibles. La présentation de recommandations précises en matière des politiques dépasse donc la portée de notre étude.

CHAPITRE 1

LE REVENU RÉEL ET LA PRODUCTIVITÉ AU CANADA

Le Canada est l'un des pays du monde où le niveau du revenu réel par habitant est le plus élevé. Comme on peut le voir au tableau 1, il se classait au cinquième rang parmi les pays industrialisés selon la classification la plus récente (1991) de l'OCDE, derrière les États-Unis, le Luxembourg, la Suisse et l'Allemagne, mais devant tous les autres pays. Il peut donc sembler un peu paradoxal que les Canadiens se préoccupent tellement à l'heure actuelle de la performance de leur pays sur le plan de la croissance.

L'explication de ce paradoxe ressort en bonne partie du graphique 1. On peut y voir que le revenu réel par habitant (en dollars canadiens de 1986) a plus que doublé au cours des 30 dernières années au Canada. Mais le graphique démontre aussi que la performance du pays sur le plan de la croissance s'est détériorée considérablement pendant les 20 dernières années par rapport à la période antérieure. La croissance est devenue plus lente, plus irrégulière et moins également répartie.

Premièrement, la croissance a ralenti à compter de 1973. Entre 1961 et 1973, le taux de croissance annuelle moyenne du revenu réel par habitant a atteint 4,2 p. 100. Mais, depuis 1974, la croissance s'est poursuivie à moins de la moitié de ce rythme, avec un taux moyen de 1,9 p. 100 par année.

Deuxièmement, le graphique 1 illustre clairement que la croissance a été plus irrégulière pendant les 20 dernières années. Entre 1961 et 1973, l'écart type du revenu réel par habitant par rapport à sa tendance de longue durée s'établissait à 1,6 p. 100. Mais, entre 1974 et 1993, l'écart type fut de plus de deux fois plus élevé, atteignant 3,6 p. 100. L'instabilité plus prononcée du processus de croissance est mise en évidence par la récession de 1990-1993, qui a touché plus durement les pays du G-7 et qui a été la pire que le Canada ait connue depuis la Crise des années 30. Pendant une bonne partie de la période allant de 1961 à 1993, le revenu réel par habitant du Canada se classait au deuxième rang derrière les États-Unis et l'écart entre les deux pays était en voie de se refermer. Mais, au cours des dernières années, le Canada a perdu du terrain par rapport aux États-Unis et aux autres pays.

Troisièmement, pendant les deux dernières décennies, la répartition de la croissance est devenue plus inégale entre les citoyens du pays. Cette dimension de la croissance est un élément crucial pour comprendre les préoccupations que soulève la situation actuelle, mais elle ne se dégage pas des moyennes illustrées au graphique 1. Entre les décennies 1964-1973 et 1984-1993, le taux de chômage national a doublé, passant de 4,8 à 9,6 p. 100. De plus, le niveau de vie a continué de s'accroître entre 1973 et 1989, mais les salaires réels des personnes employées à plein temps et à l'année longue qui figuraient parmi les 20 p. 100 des travailleurs les moins bien rémunérés ont accusé une baisse de 5 p. 100 en valeur absolue. À l'autre extrémité de l'échelle

salariale, les gains de la tranche formée de 20 p. 100 des travailleurs les mieux rémunérés augmentaient de 12 p. 100 pendant la même période. On en est donc venu à se demander si la croissance économique devait nécessairement s'accompagner d'un chômage plus élevé et d'une inégalité de revenu plus prononcée.

Afin d'essayer de comprendre ce qui s'est passé au cours des 20 dernières années et de mieux délimiter l'ensemble de questions que la théorie de la croissance économique peut aborder, il est utile de considérer les six éléments qui influent sur le niveau du revenu réel par habitant :

1. Le rapport entre le revenu et la production ou le ratio entre le produit national brut (PNB) et le revenu intérieur brut (PIB). Le Canada a un revenu national dont la valeur est inférieure à celle de son produit intérieur parce qu'il doit payer des intérêts et des dividendes sur son importante dette extérieure nette.
2. Les termes de l'échange ou le rapport entre le prix moyen de ce que nous vendons et le prix moyen de ce que nous achetons à l'étranger. Cet indicateur correspond de façon approximative au rapport entre l'indice des prix du PIB et l'indice des prix de l'absorption intérieure («C + I + G») et sa valeur est largement déterminée par le rapport entre les prix à l'exportation et les prix à l'importation.
3. La productivité de la main-d'oeuvre ou le rapport entre le PIB réel et l'emploi total (production par personne employée).
4. Le taux d'emploi ou le pourcentage de la population active qui occupe effectivement un emploi. Ce ratio est le pendant exact du taux de chômage (c'est-à-dire le pourcentage des personnes qui veulent travailler mais qui n'ont pas d'emploi). Par exemple, si le taux d'emploi est de 91 p. 100, le taux de chômage s'établit à 9 p. 100.
5. Le taux de participation à la population active ou le pourcentage de la population âgée de 15 ans et plus qui fait partie de la population active (c'est-à-dire les personnes qui veulent travailler).
6. Le ratio de la population d'âge actif ou le pourcentage de la population âgée de 15 ans et plus.

Par définition, le taux de croissance du revenu réel par habitant d'une année à l'autre est la somme des taux de croissance des six éléments énumérés ci-dessus.

Le tableau 2 indique qu'au cours des 30 dernières années, la croissance du revenu par habitant des Canadiens a été alimentée par trois tendances principales :

- des augmentations de la productivité de la main-d'oeuvre;

- des hausses des taux de participation à la population active (surtout chez les femmes); et
- la baisse relative de la population âgée de 14 ans et moins (par suite de la baisse du taux de natalité).

La hausse du chômage a eu pour effet de freiner cette croissance. L'influence des deux autres éléments (le ratio du revenu à la production et les termes de l'échange) a été relativement mineure. Le tableau 2 indique aussi que cette croissance a ralenti depuis 1973 surtout parce que le taux d'augmentation de la productivité de la main-d'oeuvre a chuté et que le ratio de la population d'âge actif a amorcé un mouvement de croissance plus lente. En fait, sa croissance a été stationnaire depuis le milieu des années 80.

Le message principal qui se dégage du tableau 2, c'est que l'augmentation de la productivité de la main-d'oeuvre et son rythme de progression plus lent sont intervenus pour environ 60 p. 100 de la croissance économique globale tant durant la période 1961-1973 que dans celle postérieure à 1973, qui a été marquée par un ralentissement général de la croissance économique. Le rôle prédominant que remplit la productivité de la main-d'oeuvre au Canada s'accroîtra tout probablement à l'avenir. Comme le taux de natalité s'est maintenant stabilisé à un faible niveau, les avantages exceptionnels d'une augmentation du ratio de la population d'âge actif sont maintenant chose du passé. Par ailleurs, le taux de participation à la population active continuera d'augmenter, mais à un rythme plus lent. Il en sera ainsi surtout parce que la fraction des femmes qui participe à la population active atteindra tout probablement un équilibre social et que le poids démographique de la population d'âge plus élevé (qui ne participe pas à la population active) a déjà commencé à augmenter. Dans le cadre de l'analyse de la croissance présentée ci-après, nous mettrons l'accent sur la productivité de la main-d'oeuvre, non sur les aspects démographiques, et sur le long terme, non sur les tendances à court terme.

Les mouvements cycliques à court terme attirent évidemment l'attention puisqu'ils influent de façon notable sur la croissance et les niveaux d'emploi observés d'une année à l'autre. Dans de nombreux cas, une croissance économique lente ou négative n'est pas attribuable à une déficience des éléments moteurs de la croissance mais à une baisse du taux d'utilisation du potentiel économique existant. Par exemple, il se peut qu'une récession soit provoquée par des mesures anti-inflationnistes, comme ce fut le cas au Canada en 1981-1982 et en 1990-1991. Une gestion macroéconomique pertinente à court terme constitue alors le remède à l'absence temporaire de croissance.

Les perturbations et la gestion de la demande à court terme ne sont pas les types de problèmes qui nous préoccupent lorsque la croissance est envisagée dans une perspective de longue durée. Nous mettrons donc de côté la question des mouvements cycliques pour l'instant. Nous croyons toutefois qu'il pourrait exister des rapports étroits entre la croissance tendancielle de la productivité et le degré d'instabilité cyclique à long terme. Comme nous l'avons signalé ci-dessus, l'instabilité cyclique s'est accrue entre 1974 et 1993 par rapport à la période 1961-1973. Nous reviendrons sur cette question un peu plus loin.

Si le ralentissement de la productivité de la main-d'oeuvre est la cause première de la diminution du taux de croissance du revenu réel par habitant observée à compter de la première moitié des années 70, il est logique de se demander pourquoi les gains annuels de productivité de la main-d'oeuvre ont été plus faibles depuis ce temps. Dans un premier temps, il convient de souligner que le ralentissement de la productivité n'a pas été propre au Canada. Il s'agit d'un phénomène que l'on a pu observer à l'échelle mondiale. Le tableau 3 donne un aperçu de cette situation pour les sept pays les plus industrialisés et on y présente aussi une moyenne pour l'ensemble des pays de l'OCDE. Parmi les pays du G-7, la baisse à long terme du taux de croissance de la productivité de la main-d'oeuvre entre 1960-1973 et 1974-1993 a fluctué à l'intérieur d'un écart allant de 1,2 point de pourcentage pour le Royaume-Uni à 5,5 points pour le Japon. Dans l'ensemble des pays de l'OCDE, la croissance tendancielle de la productivité a diminué en moyenne de 2,3 points de pourcentage.

Dans un deuxième temps, il faut aussi reconnaître que non seulement les taux moyens de croissance de la productivité ont diminué mais aussi que les écarts autour de la moyenne d'un pays à l'autre se sont aussi rétrécis de façon très notable entre 1960-1973 et 1974-1993. L'examen du tableau 3 révèle immédiatement que, pour les pays du G-7, la distribution des taux de croissance était beaucoup moins dispersée dans la dernière période que dans la période antérieure. Les données du tableau 4 confirment cette impression visuelle de façon plus déterminante. On y constate que la distribution beaucoup plus concentrée des taux de croissance de la productivité de la main-d'oeuvre entre les pays depuis 1974 est une caractéristique non seulement des pays du G-7 mais aussi des économies des pays industrialisés dans leur ensemble. Si l'on compare la période 1974-1993 à celle de 1960-1973, on peut constater que l'écart type des taux de croissance de la productivité de la main-d'oeuvre des divers pays autour de la moyenne a diminué d'un facteur de 3 pour les pays du G-7 (avec ou sans le Japon) et d'un facteur de 2 pour un regroupement plus large de pays de l'OCDE.

Une troisième étape dans cette démarche visant à saisir l'évolution de la productivité pendant les dernières décennies consiste à reconnaître que la répartition des revenus réels par habitant (c'est-à-dire, les niveaux de revenus par opposition à leurs taux de croissance) s'est concentrée davantage autour de la moyenne dans les pays industrialisés. Les chiffres du tableau 5 indiquent que l'écart proportionnel séparant le revenu réel par habitant d'un pays et les moyennes des divers groupes de pays s'est rétréci considérablement entre 1960 et 1990. La chute des écarts entre les pays est particulièrement prononcée parmi le groupe des 19 pays les plus industriellement avancés. En 1960, le niveau du revenu réel par habitant du pays en tête de liste (les États-Unis) était de 3,2 fois plus élevé que celui du pays le moins industriellement avancé du Groupe des dix-neuf (le Japon, à cette époque). Mais, en 1990, le niveau du revenu réel par habitant des États-Unis (toujours en tête de liste) n'était plus que de deux fois plus élevé que celui du pays le moins industriellement avancé du groupe (l'Irlande).

Ces données donnent fortement à penser qu'un processus de convergence à l'échelle mondiale des niveaux et des taux de croissance du revenu réel par habitant est en voie de s'opérer entre les pays de l'OCDE. Les auteurs de travaux empiriques récents sur la croissance ont pu

confirmer cette hypothèse et l'on s'est mis activement à la recherche de façons d'expliquer le phénomène. Ceci dit, nous mettons maintenant l'accent sur les déterminants non démographiques de la croissance du revenu réel par habitant.

CHAPITRE 2 LES ÉLÉMENTS DE LA CROISSANCE

Mis à part les facteurs démographiques, la croissance du revenu par habitant suit de très près l'augmentation de la productivité de la main-d'oeuvre (c'est-à-dire, la production par travailleur). On peut répartir la croissance de la productivité de la main-d'oeuvre selon deux sources :

- la croissance de la quantité de capital par travailleur; et
- le progrès technologique.

Aux fins de notre analyse, nous définissons le progrès technologique comme une notion générale qui englobe l'amélioration des techniques de fabrication, la qualité et la diversité des produits, les techniques organisationnelles et la capacité productive de la main-d'oeuvre. Par conséquent, nous analyserons, d'une part, l'accumulation de capital et, d'autre part, les divers éléments du progrès technologique. Ce dernier se mesure à l'aide de la croissance de la productivité totale des facteurs.

L'accumulation de capital

La production par travailleur est fonction du stock de capital par travailleur dans la mesure où l'efficacité des travailleurs, du capital et de la technologie demeure la même. Plus le stock de capital par travailleur est élevé, plus sa production sera élevée. Toutefois, il arrive fréquemment que la productivité marginale du capital diminue à mesure que plus de machines et d'outillage sont combinés à une unité de main-d'oeuvre. Par conséquent (et il s'agit ici d'une question cruciale), la rentabilité marginale de l'accumulation de capital diminue à mesure qu'une quantité plus élevée de capital est combinée à chaque unité de main-d'oeuvre. Pour cette raison, la théorie néoclassique de la croissance économique débouche sur la conclusion que la croissance du revenu par habitant s'arrêtera en l'absence d'innovations technologiques ou d'une main-d'oeuvre plus qualifiée. Par exemple, avec une population constante et un taux subjectif fixe de préférence temporelle ρ , une économie composée d'un seul secteur tendra vers un équilibre à long terme en vertu duquel le produit marginal du capital deviendra tout juste égal au taux subjectif de préférence temporelle; soit,

$$f'(\kappa) = \rho \quad (1)$$

où

$f(\cdot)$ représente la production par unité de main-d'oeuvre; et κ représente le capital par unité de main-d'oeuvre.

Lorsque l'accumulation de capital atteint le niveau décrit dans l'équation (1), le capital et la production par travailleur demeurent constants par après. Toutefois, cette situation d'équilibre peut être précédée par une longue période de croissance de la production réelle par habitant, stimulée par la hausse du stock de capital.

Certains ont laissé entendre que le produit marginal du capital ne pourrait jamais diminuer suffisamment pour devenir égal au taux subjectif de préférence temporelle, sans égard à la quantité de capital qui s'accumule dans l'économie¹. Dans ce cas, il serait profitable d'accumuler du capital de façon indéfinie et l'économie continuerait de croître sans interruption par la suite². Par conséquent, la part du capital dans le PIB tendrait vers l'unité. On a déployé beaucoup d'efforts pour analyser des économies de cette nature, mais nous croyons que cette description n'est pas particulièrement utile.

L'hypothèse à l'effet que l'efficacité des travailleurs, du capital et de la technologie ne varie pas ne semble pas correspondre à la réalité. Au contraire, au cours des deux siècles qui se sont écoulés depuis la révolution industrielle, les taux de croissance ont été positifs et à la hausse. Certes, la croissance de la productivité de la main-d'oeuvre a ralenti pendant les 30 dernières années, mais ce résultat n'est pas attribuable au fait que le taux de croissance du capital par travailleur ait diminué pour tendre vers zéro. Ce qui est crucial, c'est que la croissance de la productivité de la main-d'oeuvre a tendance à dépasser le niveau que l'on peut expliquer par le taux de croissance du capital par travailleur; en d'autres termes, le taux de croissance résiduelle

$$\epsilon = \hat{y} - \beta\kappa \quad (2)$$

est positif; dans cette équation,

\hat{y} est le taux de croissance de la production par travailleur;

κ est le taux de croissance du capital par travailleur;

β est l'élasticité de la production par rapport au capital (qui se situe habituellement autour d'un tiers); et

ϵ est le taux de croissance résiduelle, désigné parfois sous l'appellation de «résidu de Solow»; il représente le taux de croissance de la productivité totale des facteurs (PTF).

Le graphique 2 illustre le cheminement chronologique de la PTF au Canada depuis 1961. Son évolution a été semblable à celle du revenu réel par habitant et de la productivité de la main-d'oeuvre. Plus précisément, la croissance tendancielle de la PTF a été positive, mais elle a ralenti et elle est devenue plus irrégulière après 1973. La PTF a crû à un rythme moyen de 2 p. 100 par

¹ Voir, par exemple, Rebelo (1991).

² Dans ces circonstances, le taux de croissance du revenu réel par habitant convergerait vers un point déterminé par l'écart entre le niveau inférieur du produit marginal du capital et le taux d'actualisation subjectif.

année entre 1961 et 1973, mais de seulement 0,3 p. 100 par année entre 1974 et 1993. La baisse du taux de croissance tendancielle de la PTF (c'est-à-dire, la diminution de ϵ) d'une période à l'autre est exactement du même ordre que le déclin du taux de croissance tendancielle de la production par travailleur qui figure au tableau 3. Il s'ensuit qu'entre 1961-1973 et 1974-1993, le taux de croissance tendancielle du capital par travailleur n'a pas changé de façon appréciable; il est demeuré stable aux environs de 3 p. 100 par année. Donc, le ralentissement de la croissance de la productivité de la main-d'oeuvre au Canada n'est pas attribuable à une baisse tendancielle du taux d'accumulation du capital, mais à d'autres tendances qui ont entraîné une baisse du taux de croissance de la productivité totale des facteurs.

Ce phénomène n'est pas propre au Canada car on a aussi pu l'observer dans les autres pays du G-7. En fait, il ressort du tableau 6 que le taux de croissance tendancielle de la PTF a été positif partout entre 1961 et 1993 et qu'entre 1961-1973 et 1974-1993, il a diminué d'un ordre de grandeur approximativement égal à celui du taux de croissance tendancielle de la productivité de la main-d'oeuvre.

Le progrès technologique exogène

Nous avons conclu qu'un taux de croissance positif du capital par travailleur était un trait commun des pays industrialisés et qu'il contribue à alimenter la croissance tendancielle de la production par travailleur. Mais nous avons aussi pu constater que le taux de croissance observé de la production par travailleur dépasse la valeur que l'on peut attribuer au taux de croissance du capital par travailleur et que cet écart varie en importance d'une décennie à l'autre et d'un pays à l'autre. Ces observations donnent à penser que le niveau d'efficacité des travailleurs, du capital et de la technologie n'est pas le même dans tous les pays et qu'il varie au cours des années. Nous passons donc à l'analyse des sources de variation possibles de l'efficacité.

Le progrès technologique a pour effet de modifier la prédiction pessimiste du modèle de croissance néoclassique, car le progrès technologique est considéré comme un élément qui permet de faire augmenter régulièrement l'efficacité des facteurs de production disponibles.

Envisageons le cas d'une amélioration technologique ayant pour conséquence de rendre la main-d'oeuvre plus productive, c'est-à-dire que l'efficacité d'une unité de main-d'oeuvre augmente à un rythme constant g_A par unité de temps par suite de gains attribuables à de meilleures techniques d'organisation et de fabrication, dans une situation où la main-d'oeuvre est constante. Dans ce cas, il faut remplacer l'équation (1) par l'expression suivante :

$$f'(\kappa) = \rho + g_A \quad (3)$$

dans laquelle

κ est maintenant le rapport entre capital et la taille *effective* de la main-d'oeuvre, et la taille effective de la main-d'oeuvre se mesure en termes d'unités d'efficacité.

Puisque κ est constant dans cette situation d'équilibre à long terme, il s'ensuit que le stock de capital augmente au même rythme que le progrès technologique g_A ; par conséquent, la production augmente aussi au même rythme. La production par habitant s'accroît donc aussi au taux g_A .

Nous avons démontré que la présence d'améliorations technologiques qui entraînent une augmentation de la productivité de la main-d'oeuvre à taux constant a pour effet d'assurer une croissance à long terme de la production par habitant. Pendant l'étape de transition vers la réalisation d'un équilibre à long terme, le revenu par habitant de cette économie augmentera à un rythme plus rapide que le de taux de progrès technologique puisque, pendant la transition, le rapport entre le capital et la taille effective de la main-d'oeuvre est plus faible que le ratio à long terme; par conséquent, le taux d'accumulation de capital dépasse alors le taux du progrès technologique. Néanmoins, le taux de croissance du revenu par habitant ralentit au cours des années.

Il importe de souligner que, même si le progrès technologique et l'accumulation de capital contribuent à la croissance de la production, il n'y aurait dans cette économie aucune accumulation de capital à long terme en l'absence du progrès technologique. Le progrès technologique a pour effet d'augmenter la productivité marginale du capital et donc de rendre profitables des immobilisations en capital. Par conséquent, le progrès technologique a un effet direct sur la croissance de la production, en plus d'un effet indirect par le biais de son incitation à l'accumulation de capital. Cet effet secondaire peut être très appréciable.

Le capital humain

Comme nous l'avons vu, l'accumulation de capital et le progrès technologique ne sont pas les seuls éléments qui contribuent à améliorer la productivité de la main-d'oeuvre. D'autres mesures directes, telles que l'enseignement et la formation, ont pour conséquence d'améliorer la productivité des travailleurs. Une jeune personne passe plusieurs années de sa vie à l'école, afin d'acquérir des compétences de base qui permettent d'améliorer sa capacité productive. Par la suite, elle devra prendre une décision sur la quantité d'enseignement structuré supplémentaire à acquérir. Les gains sacrifiés pendant la période de fréquentation scolaire constituent une partie des coûts de l'enseignement. La décision d'investir dans l'éducation repose sur une comparaison entre les coûts de l'enseignement (revenus sacrifiés, frais de scolarité, etc.) et les avantages futurs d'une scolarité plus poussée. Par conséquent, on peut considérer la scolarité comme une décision d'investir qui a pour effet d'augmenter le capital humain d'une personne.

Le même raisonnement s'applique aux divers programmes de formation, y compris la formation en cours d'emploi. Les entreprises investissent de façon directe et indirecte dans leurs ressources en main-d'oeuvre. En grande partie, ce genre d'investissement vise à offrir aux travailleurs les compétences qui sont particulièrement utiles à l'entreprise, mais certaines de ces compétences peuvent aussi être utiles à d'autres employeurs. De plus, la productivité d'un travailleur augmente souvent en fonction de son expérience acquise, même en l'absence de

participation à des programmes de formation structurés.

Comme le capital humain fait partie intégrante de la personne, il améliore la productivité dans la mesure où la personne est employée. Il s'ensuit que, étant donné la durée de vie limitée des personnes, le capital humain ne peut en soi augmenter la productivité des travailleurs au-delà d'une certaine limite (la limite supérieure qui s'applique à la scolarité et à la formation étant la durée de vie de la personne). Plus précisément, l'accumulation de capital humain ne peut avoir pour conséquence de faire augmenter indéfiniment la productivité des travailleurs à un taux constant g_A , à moins que l'acquisition de capital humain ne génère des avantages économiques qui dépassent l'amélioration de la capacité productive du travailleur qui a investi dans l'acquisition du capital humain. Il s'ensuit que, sans ces effets supplémentaires, l'accumulation de capital humain ne peut pas soutenir une croissance indéfinie du revenu par habitant.

On a soutenu que la scolarité et la formation apportent des avantages à la société qui vont au-delà des gains obtenus par les personnes. Entre autres, on a fait valoir tout spécialement le fait que le stock de capital d'une *société* exerce une incidence sur la facilité avec laquelle une personne individuelle acquiert des compétences, l'argument étant qu'un niveau plus élevé de capital humain par habitant a pour conséquence d'augmenter la productivité du *système* d'accumulation de capital³.

Nous pouvons démontrer le fonctionnement de ce mécanisme à l'aide d'un exemple simple. Posons l'hypothèse que les gens vivent indéfiniment (une hypothèse simplificatrice non essentielle) et qu'ils consacrent une fraction s de leur temps à la poursuite d'études ou à l'acquisition d'une formation à l'extérieur de leur milieu de travail. La population est constante et on y dénombre L travailleurs. L'accumulation de capital humain par une personne individuelle peut s'exprimer de la façon suivante :

$$h = \phi(\bar{h}) s, \quad (4)$$

où

h est le stock de capital humain d'une personne;
 \bar{h} est le stock de capital humain par habitant; et
 la fonction croissante $\phi(\bar{h})$ décrit la productivité du temps consacré aux études; en d'autres termes, plus le niveau de capital humain par habitant est élevé, plus une personne tire avantage d'une heure consacrée aux études.

Puisque toutes les personnes sont semblables, la taille effective de la population active est égale à

$$h(1 - s)L \text{ et } \bar{h} = h \quad (5)$$

³ Voir, par exemple, Lucas (1988) et Bénabou (1993).

Il s'ensuit que la main-d'oeuvre effective augmente au taux de $s\phi(h)/h$ par unité de temps. Si le ratio $\phi(h)/h$ tend vers zéro à mesure que h augmente, le taux de croissance à long terme de la main-d'oeuvre effective tendra alors vers zéro.

Dans ce cas, le revenu par habitant n'augmente pas à long terme [puisque l'équation (1) tient toujours]. Si, par ailleurs, ce ratio tend à se rapprocher d'une constante positive b à mesure que h augmente, la main-d'oeuvre augmente alors à long terme à un taux constant $g_A = sb$. Dans ce cas, l'économie tend à se rapprocher d'un cheminement régulier qui est conforme à $f'I(\kappa) = \rho + g_A$, en vertu duquel la production et le capital augmentent au taux g_A .

Dans cette situation d'équilibre à long terme, la production par habitant augmente aussi au taux g_A . Plus la fraction du temps consacrée aux études est élevée, plus le taux de croissance est élevé⁴. Pendant la période de transition vers la réalisation d'un équilibre à long terme, l'accumulation de capital augmentera à un rythme plus rapide que g_A , la production par habitant s'accroîtra à un taux plus rapide que g_A et le taux de croissance de la production par habitant diminuera au fil du temps. On obtient des résultats semblables dans le cas d'une innovation technologique qui a pour effet de rendre la main-d'oeuvre plus productive.

Le message qui se dégage de cet exemple est clair : même dans une situation de durée de vie indéfinie, l'accumulation de capital humain ne permet pas d'assurer une croissance à long terme du revenu par habitant, à moins qu'il n'y ait des retombées positives du capital humain par rapport à son coût d'acquisition. Toutefois, lorsqu'il y a des externalités de cette nature et que l'investissement personnel dans le capital humain est fonction des perspectives de revenu, le niveau d'investissement dans le capital sera inférieur à celui nécessaire pour satisfaire aux critères de l'efficacité. Par conséquent, des politiques publiques visant à encourager l'investissement dans le capital humain peuvent améliorer l'efficacité et accélérer le taux de croissance de l'économie. L'aspect difficile de la question consiste à déterminer la structure souhaitable de telles politiques. Par exemple, quels sont les mérites relatifs de l'enseignement primaire par rapport à l'enseignement secondaire? De l'enseignement secondaire général par rapport à la formation professionnelle? De l'enseignement supérieur par rapport à formation en cours d'emploi? Pour apporter des réponses à ces questions, il faudra entreprendre des études poussées, en tenant compte des particularités de chacun des pays. Dans le cas du Canada, par exemple, ces travaux devraient aussi prendre en considération la facilité avec laquelle les Canadiens peuvent se trouver des emplois aux États-Unis.

⁴ Évidemment, plus le temps consacré aux études par le travailleur est élevé, moins le niveau initial de production sera élevé. L'arbitrage est donc entre, d'une part, un niveau de production plus faible au départ et un niveau de production plus élevé et en croissance plus rapide par la suite et, d'autre part, un niveau de production plus élevé au départ et une croissance plus lente par après.

L'apprentissage par la pratique

Dans le cadre de l'analyse présentée ci-dessus, nous avons supposé que le taux de progrès technologique était exogène. Mais cette hypothèse est plutôt insatisfaisante parce qu'elle s'écarte tout simplement de ce que révèlent les données empiriques; de plus, le caractère endogène du progrès technologique comporte d'importantes ramifications. Le reste de l'analyse présentée dans cette étude sera en bonne partie consacré au progrès technologique alimenté précisément par des investissements visant à développer des technologies nouvelles. Dans la présente section, toutefois, nous examinons brièvement la question de l'apprentissage par la pratique.

On doit à Arrow (1962) l'intégration de la notion d'apprentissage par la pratique à la théorie de la croissance. Il a souligné qu'en plus de faire augmenter le stock de capital, l'investissement pouvait aussi améliorer l'efficacité technologique. Par la suite, il devint plus usuel de considérer la production comme l'indice pertinent de l'apprentissage par la pratique. On peut donner un exemple simple de cette approche en utilisant la fonction de production

$$X = AL \quad (6)$$

dans laquelle

X représente la production;

A est une mesure de l'efficacité de la main-d'oeuvre; et

L est le facteur main-d'oeuvre; l'efficacité de la main-d'oeuvre augmente à un taux proportionnel au niveau de la production, c'est-à-dire que $\dot{A} = aX$.

Dans ce cas, la productivité de la main-d'oeuvre s'accroît au taux AL . Par conséquent, un niveau d'emploi constant s'accompagne d'un taux constant de croissance de la production par travailleur. Il s'agit d'un cas d'apprentissage par la pratique qui a pour effet de soutenir la croissance à long terme⁵.

Notre exemple repose sur la notion que l'apprentissage par la pratique a un caractère illimité. Toutefois, on a pu observer que des gains d'efficacité technologique attribuables à l'expérience cumulative acquise au niveau de la fabrication d'un produit précis finissent par devenir nuls au fil des années. Par conséquent, on ne peut acquérir qu'un niveau limité d'apprentissage par la pratique⁶. Faut-il en déduire que l'apprentissage par la pratique ne peut pas être une source importante de croissance à long terme? À cette question, on répond : pas nécessairement. Il en est ainsi parce que, même si les fruits de l'apprentissage par la pratique se concentrent surtout à l'intérieur de l'établissement manufacturier, des retombées importantes peuvent se transmettre à

⁵ Le fait que la croissance est soutenue à long terme est fonction en partie de la forme fonctionnelle que nous avons choisie. Par exemple, en se fondant sur une fonction de production selon laquelle $\dot{A} = Ax^y$ et $0 < y < 1$, la croissance de la productivité de la main-d'oeuvre tend vers zéro à long terme.

⁶ Voir Young (1991) pour une analyse des données empiriques dans ce domaine.

d'autres établissements, d'autres entreprises ou même d'autres industries⁷.

Dans ce contexte, la question des retombées entre les diverses générations du même produit et les externalités positives qui en découlent suscite un intérêt particulier. Considérons le cas d'un produit dont la toute nouvelle version est d'une utilisation plus efficace que ne l'était la version antérieure. Et posons l'hypothèse que l'expérience cumulative au niveau de la fabrication d'une génération précise du produit a pour conséquence d'augmenter sa productivité par le biais de l'apprentissage par la pratique. Supposons de plus que l'expérience acquise dans le cadre de la fabrication d'une génération de produit améliore aussi la productivité au niveau de la fabrication de la génération suivante du produit. Dans ce cas, même si le processus d'apprentissage propre à une génération précise du produit est l'objet de rendements à l'échelle décroissants, la réalisation de gains de productivité peut être maintenue de façon indéfinie si les producteurs commencent à fabriquer une nouvelle génération du produit lorsque la comparaison entre le prix et les coûts le justifie. Ce résultat ressort des travaux réalisés par Young⁸.

Lorsque le fabricant s'approprie entièrement les fruits de l'apprentissage, il n'est pas nécessaire de mettre en place des mesures de politique; l'entreprise choisira un sentier de production qui tient compte non seulement de l'effet de la production courante sur les bénéfices courants mais aussi de ses effets sur la productivité et les bénéfices futurs. Ce calcul est efficient sur le plan social.

Des éléments d'inefficience entrent en jeu toutefois lorsque l'apprentissage par la pratique génère des retombées entre entreprises, ce qui peut se produire lorsqu'un fabricant découvre des moyens d'économiser des ressources non seulement en se fondant sur sa propre expérience mais aussi sur celle d'autres fabricants. Dans une situation d'externalité positive de ce genre, les politiques publiques devraient viser à encourager les activités qui ont pour effet de générer de telles retombées. L'adoption de politiques devrait toutefois être fonction de la disponibilité de données empiriques fiables qui démontrent l'existence de ces retombées.

L'innovation

Les inventions et les innovations ont été une source majeure de percées technologiques et de gains de productivité. Elles peuvent revêtir une grande diversité de formes :

- des transformations majeures au niveau des technologies d'usage général, telles la machine à vapeur, l'électricité ou le transistor;
- des innovations qui contribuent à la mise en oeuvre de nouvelles technologies d'usage général, qu'il s'agisse de machines et d'outillage qui vont de pair avec celles-ci ou de techniques organisationnelles qui facilitent leur mise en oeuvre;
- la mise au point de nouveaux produits, tels que l'automobile, le téléphone ou la

⁷ Voir, par exemple, Irwin et Klenow (1993) pour une analyse des retombées dans l'industrie des semi-conducteurs.

⁸ Voir aussi Grossman et Helpman (1994b, section 2) pour un exposé simple de cette notion.

- télévision; et
- de petites améliorations précises au niveau des techniques de production existantes.

On a souvent soutenu dans le passé que la science était l'élément moteur de la technologie. Cette perception s'est toutefois modifiée. Les travaux d'historiens économiques, tels que ceux de Rosenberg (1963) portant sur les machines-outils, ou des études portant sur des périodes plus récentes, comme celles de Freeman (1982) sur les produits chimiques, ont permis de démontrer que les entreprises investissent dans des technologies nouvelles dans le but d'augmenter leurs bénéfices⁹. Cette conclusion est corroborée par le fait que, dans les pays de l'OCDE, les investissements des entreprises dans la R-D ont augmenté à un rythme plus rapide que celui de la production pendant les 25 dernières années. Et la plupart des activités de R-D de ces pays sont financées par le secteur privé.

Ces observations donnent à penser que nous devons examiner sérieusement le rôle de la R-D dans le processus de croissance. Selon des théories récentes, on peut répartir l'utilisation des ressources dans un pays selon qu'elles sont employées dans le secteur de la R-D ou dans celui de la fabrication. Dans un modèle simple, où la main-d'oeuvre est le seul facteur de production, la contrainte au niveau des ressources peut être exprimée de la façon suivante :

$$L_R + L_M = L, \quad (7)$$

où

L_R représente l'emploi dans le secteur de la R-D; et
 L_M représente l'emploi dans la fabrication.

Pour un niveau donné de productivité de l'économie, le niveau d'emploi dans l'industrie de la fabrication détermine la production réelle de biens et de services. (Pour l'instant, nous supposons qu'aucun capital n'est utilisé dans le secteur manufacturier.) En conséquence, la croissance de la production peut résulter soit d'une hausse de l'emploi dans la fabrication ou de gains de productivité. La taille de la population active impose une limite à la production par travailleur en raison de l'emploi dans le secteur manufacturier. Par conséquent, une économie de ce type ne peut maintenir une croissance positive à long terme que si elle est en mesure de réaliser des gains de productivité de façon indéfinie; ce résultat peut être atteint par le biais d'investissement dans la R-D.

Par exemple, supposons que la production de biens et de services est égale à AL_M , A étant un indice de productivité de la main-d'oeuvre. Et supposons que les gains de productivité sont fonction de l'emploi dans le secteur de la R-D, c'est-à-dire que :

⁹ Voir aussi Schmookler (1966) et Landes (1969).

$$\dot{A} = \phi(\cdot)L_R \quad (8)$$

où

$\phi(\cdot)$ est une fonction qui détermine la productivité de la main-d'oeuvre dans la R-D.

Il est maintenant manifeste que, si $\phi(\cdot)$ est une constante, l'augmentation de la productivité de la main-d'oeuvre \dot{A} est assujettie à une limite supérieure déterminée par la disponibilité de main-d'oeuvre [voir l'équation (7) ci-dessus]. Par conséquent, le taux de croissance de la productivité (c'est-à-dire, \dot{A}/A) ne peut demeurer positif indéfiniment. Dans ce cas, la croissance connaîtra une interruption à long terme.

On peut toutefois soutenir que les activités d'innovation contribuent à la connaissance qui sera utile aux innovateurs de demain. Donc, l'invention d'une substance conçue pour répondre à un besoin précis pourrait s'avérer utile aussi pour satisfaire à des besoins entièrement différents; de même, un procédé chimique mis au point pour solutionner un problème précis pourrait aussi se révéler extrêmement utile pour résoudre d'autres problèmes. Par exemple, l'étude de la machine à vapeur a permis de développer la thermodynamique, tandis que l'invention du transistor a contribué au développement de la physique des semi-conducteurs. Voilà des exemples de retombées de projets de recherche précis qui ont eu pour résultat d'augmenter le stock de connaissances et de contribuer par la suite à de nouvelles activités innovatrices. Ce sont manifestement des exemples de cas extrêmes. Par ailleurs, même s'il est exact que, dans le cours normal des choses, l'apport des activités individuelles de R-D au stock de connaissances générales peut être limité, ces contributions se cumulent et peuvent ensemble avoir des effets appréciables¹⁰.

On peut concevoir A comme étant le résultat de tous les efforts d'innovation déployés dans le passé et le stock de connaissances comme étant une fonction de A . Dans ce cas, il est normal de penser que $\phi(\cdot)$ est une fonction de A , c'est-à-dire, $\phi(A)$. Dans ce contexte, un niveau positif d'emploi dans la R-D entraîne des réductions de coût, étant donné que le facteur travail par unité de R-D diminue au fil des années par suite de l'augmentation du stock des connaissances.

Il s'agit d'une situation semblable à celle de l'apprentissage par la pratique que nous avons analysée précédemment. La seule différence découle du fait que, dans le cas précédent, l'apprentissage se faisait dans le secteur manufacturier alors que, dans ce cas-ci, il prend place dans le secteur de la R-D. Cette différence est toutefois importante car, si l'on estime que l'apprentissage par la pratique dans le secteur de la fabrication est assujetti à des rendements décroissants (comme les données empiriques le montrent), on peut quand même soutenir que l'investissement dans la R-D n'est pas l'objet de rendements décroissants. Entre autres, Schumpeter (1942) était d'avis que le progrès technologique n'est pas forcément assujetti à des

¹⁰ Voir aussi Romer (1993) à ce sujet, ainsi que les observations présentées dans la section suivante.

rendements décroissants¹¹. Dans notre modèle simple, un niveau constant d'emploi dans la R-D entraîne une croissance de la productivité ininterrompue dans la mesure où le ratio $\phi(A)/A$ demeure positif puisque A augmente de façon indéfinie.

Dans des écrits plus récents, les auteurs ont posé l'hypothèse que $\phi(\cdot)$ était proportionnel à A . Par conséquent, un niveau d'emploi constant dans la R-D s'accompagne d'un taux de croissance de la productivité constant¹².

Nous avons analysé jusqu'à maintenant les propriétés de technologies de R-D qui permettent de réaliser une croissance de la productivité à long terme dans le contexte d'un niveau d'emploi limité dans le domaine des inventions et des innovations. Mais nous avons laissé de côté une question fondamentale : Que faut-il faire pour inciter les entreprises commerciales à consacrer des ressources aux activités innovatrices?

Nous nous penchons sur cette question dans le chapitre suivant. Avant de le faire, toutefois, nous voulons souligner que l'aptitude d'une économie à réaliser des gains de productivité de façon indéfinie ne fait pas partie intégrante de ces théories. Nous avons insisté sur cette particularité pour des raisons de commodité. Toutefois, les *mécanismes* que nous avons décrits sont importants et ils contribuent à nous faire comprendre la croissance des temps modernes. Ces mécanismes demeurent importants même s'ils ne permettent de soutenir la croissance de la productivité que pour une période de temps limitée.

¹¹ Il a mis en opposition le progrès technologique et la culture de nouvelles parcelles de terres agricoles et il a soutenu que, même si l'agriculture était assujettie à des rendements décroissants,

on ne pouvait appliquer le même raisonnement aux possibilités futures du progrès technologique. Même si certaines innovations ont été exploitées avant d'autres, on ne peut conclure que les premières étaient plus productives que les plus récentes. Et celles qui sont encore entre les mains des dieux peuvent être plus ou moins productives que celles qu'on a pu découvrir jusqu'ici (p. 118).

¹² Ce raisonnement s'applique aux modèles de croissance endogène qui tiennent compte d'une diversité croissante de produits de même qu'à ceux qui sont fondés sur une qualité croissante des produits. Voir Romer (1990) et Grossman et Helpman (1991a, chapitre 3) pour des exemples du premier ensemble de modèles et Grossman et Helpman (1991b) et Aghion et Howitt (1992) pour des exemples du deuxième ensemble de modèles.

CHAPITRE 3 L'INNOVATION ENDOGÈNE

Au chapitre 2, nous avons souligné que les auteurs qui se sont intéressés récemment à la théorie de la croissance endogène étaient d'avis que les entreprises commerciales investissent dans la R-D afin d'augmenter leurs bénéfices. Il ne s'agit manifestement pas d'une nouvelle notion et certains auteurs ont même considéré ce genre d'investissement à la lumière de la théorie néoclassique.

Posons l'hypothèse qu'une entreprise a pour raison d'être de posséder les connaissances nécessaires pour fabriquer un produit homogène et que ces connaissances se résument sous la forme d'une fonction de production concave¹³. Dans ce scénario, la valeur de l'entreprise est fonction de la valeur actualisée de ses bénéfices futurs. Aussi longtemps que l'entreprise exerce un contrôle sur ces connaissances technologiques et organisationnelles, sa valeur peut être positive.

Notre entreprise type peut choisir d'investir des ressources dans l'amélioration de sa technologie dans le but d'augmenter la valeur actualisée de ses bénéfices futurs. La décision d'investir de l'entreprise dans ce type d'innovation technologique repose sur des considérations bien connues, qui s'expliquent par la théorie de l'investissement dans les biens d'équipement. Un élément crucial de cette analogie est l'hypothèse selon laquelle l'entreprise possède la technologie de fabrication et qu'elle peut s'approprier les fruits des perfectionnements de la technologie. Toutefois, si d'autres entreprises peuvent librement utiliser la même fonction de production, l'arrivée de concurrents aurait pour conséquence de réduire la valeur de l'entreprise à zéro et celle-ci n'aurait aucune incitation à investir en vue de perfectionner la technologie. Donc, pour que le secteur privé accepte de financer des investissements en R-D, il est essentiel de créer un contexte technologique en vertu duquel les droits de propriété sont protégés de sorte que les entreprises pourront profiter des fruits de leurs travaux de R-D.

Il importe de souligner que la présence d'une fonction de production concave qui n'est pas caractérisée par des rendements à l'échelle constants n'est pas suffisante pour assurer la validité de l'argument décrit ci-dessus au sujet de la possibilité d'investir dans la R-D afin de réduire les coûts. Un argument classique au sujet de la reproduction suppose que des rendements à l'échelle constants doivent se produire dans ces circonstances, à moins qu'il n'y ait des limites à la divisibilité¹⁴. Par ailleurs, des éléments d'indivisibilité ont pour effet d'introduire des rendements à

¹³ On peut aussi inclure le capital propre de l'entreprise dans cette définition, mais ce n'est pas essentiel.

¹⁴ Posons l'hypothèse qu'une entreprise possède une fonction de production $F(u)$ qui n'est pas caractérisée par des rendements à l'échelle constants et dans laquelle u est un vecteur des facteurs de production (intrants). L'entreprise peut évidemment reproduire cette fonction de production autant de fois qu'elle le désire. Par conséquent, pour tout vecteur d'emploi u , l'entreprise peut choisir de répartir sa production dans N «usines» distinctes, en utilisant dans chacune le

l'échelle croissants. Il semble donc qu'une certaine forme de rendements croissants et une absence de concurrence parfaite sont nécessaires pour que des investissements en R-D soient avantageux.

Les auteurs d'études récentes ont mis l'accent sur deux voies par l'intermédiaire desquelles des entreprises peuvent profiter d'investissements dans la R-D.

Premièrement, lorsqu'une entreprise réussit à réduire ses coûts unitaires de production ou à améliorer la qualité d'un produit qui possède un substitut parfait sur le marché, elle obtient un pouvoir de monopole dans l'échelle de prix située au-dessous du coût unitaire effectif le plus bas de ses compétiteurs. Par conséquent, elle peut demander tout prix qui ne dépasse pas le coût unitaire effectif le plus bas de ses compétiteurs et vendre à ce prix la totalité de la quantité demandée¹⁵.

Deuxièmement, des entreprises mettent souvent au point des produits qui n'ont pas de substituts parfaits sur le marché. C'est souvent le cas dans les secteurs qui se prêtent à une différenciation des produits, comme les machines-outils spécialisées, les produits de consommation durable ou même les produits alimentaires. Dans ces circonstances, l'entreprise innovatrice fait face à une courbe de demande inclinée vers le bas sur un large segment de l'éventail de prix¹⁶. Dans ces deux cas, il est avantageux d'investir dans la R-D afin de pouvoir s'approprier des bénéfices *monopolistiques*. Et, dans chacun de ces cas, la perception de la prime qui se rattache à la R-D nécessite la présence d'un système de droits de propriété qui protège les bénéfices monopolistiques. Parfois, cette protection vient de soi, comme dans les cas où des secrets commerciaux peuvent être préservés (du moins pour une période de temps limitée). Parfois aussi cette protection des bénéfices monopolistiques est offerte par le système légal par l'intermédiaire de marques de commerce et de brevets.

Afin de démontrer comment une économie qui accorde une protection aux bénéfices monopolistiques peut croître et comment cette croissance se rattache à la productivité de la main-d'oeuvre dans la R-D du type décrit dans la section précédente, considérons une économie à l'intérieur de laquelle chaque produit peut être amélioré par l'intermédiaire de travaux de R-D conçus précisément à cette fin. La présence d'une main-d'oeuvre plus abondante dans le secteur de la R-D qui a pour mission de tenter d'améliorer un produit a pour conséquence d'augmenter les chances de succès, et une réussite permet d'améliorer l'utilité du produit selon un facteur fixe $\lambda > 1$. Le produit amélioré est en mesure d'offrir des services équivalents à ceux obtenus de λ unités

vecteur des intrants u/N . Il en résultera un niveau de production total $NF(u/N)$, qui augmentera en fonction du nombre d'usines. Il est manifestement avantageux dans ce cas-ci d'augmenter le nombre d'usines indéfiniment, ce qui conduit, à la limite, aux rendements à l'échelle constants.

¹⁵ Voir par exemple, Grossman et Helpman (1991b) et Aghion et Howitt (1992).

¹⁶ Voir, par exemple, Judd (1985), Grossman et Helpman (1989) et Romer (1990).

du produit non amélioré¹⁷. Dans ce cas, l'entreprise qui réussit à innover et dont les coûts unitaires de fabrication sont égaux aux coûts de fabrication du produit non amélioré pourra vendre la totalité de la quantité demandée à des prix qui ne dépassent pas λ fois les coûts unitaires de fabrication communs. Les bénéfices que l'entreprise innovatrice peut réaliser en demandant un prix supérieur à ses coûts unitaires mais inférieur de λ fois aux coûts unitaires communs équivalent dans ce cas à la prime imputable à l'investissement qui a permis d'améliorer le produit.

Si la mesure des produits disponibles est normalisée en une seule et que L_R unités de main-d'oeuvre sont employées pour chercher à améliorer chacun de ces produits, rendant donc la probabilité instantanée d'une amélioration réussie égale à L_R pour chacun d'eux, une fraction L_R des produits sera alors améliorée par unité de temps. En se servant de la contrainte au niveau des ressources précisée dans l'équation (7), cette particularité signifie que la production de ces produits corrigée en fonction de la qualité est égale à AL_M , où $\dot{A} = AL_R \log \lambda$.

En conséquence, la productivité de l'économie augmente à un rythme qui est proportionnel à l'emploi dans la R-D, le facteur de proportionnalité étant égal à $\log \lambda$. Donc, la croissance s'accélère à mesure que les ressources affectées à la R-D augmentent et que les améliorations apportées par les innovations réussies sont importantes. L'évaluation des bénéfices des entreprises qui investissent dans l'amélioration des produits détermine la répartition d'équilibre de l'emploi entre la R-D et la fabrication¹⁸.

Des modèles simples fondés sur une diversité croissante de produits constituent une solution de rechange à cette croissance alimentée par des gains de qualité. D'après ces modèles, l'emploi dans la R-D est proportionnel à l'apparition de nouvelles marques de produits. Si cet élément de proportionnalité est constant, la croissance à long terme ne peut pas être maintenue parce que les coûts de l'innovation demeurent constants en termes réels, tandis que les avantages de l'innovation diminuent à mesure qu'un nombre plus élevé de produits est lancé sur le marché.

Mais, comme nous l'avons soutenu, on peut s'attendre que les besoins unitaires de main-d'oeuvre par produit inventé diminuent à mesure que l'expérience en matière de R-D augmente. En conséquence, les coûts en R-D devraient diminuer au fil du temps. Si leur baisse est suffisamment rapide par rapport à la diminution de la prime qui se rattache à l'invention de nouveaux produits, il en résultera une incitation soutenue à investir dans la R-D et de là, une croissance soutenue à long terme.

Selon la terminologie utilisée dans la section précédente, nous avons

$$\dot{A} = \phi(A) L_R \quad (9)$$

¹⁷ Pour simplifier, nous supposons que λ est constant. Voir, toutefois, Grossman et Helpman (1991a, chapitre 4) pour une extension qui rend endogène cette variable.

¹⁸ Voir Grossman et Helpman (1991a, chapitre 4) pour plus de précisions.

où

A est égal au nombre de marques disponibles sur le marché, ce qui constitue aussi une mesure de l'expérience cumulative en matière de R-D.

Donc, tant que $\phi(A)/A$ ne devient pas égal à zéro pendant que A augmente de façon indéfinie, la productivité continuera de s'accroître à long terme. Et, encore une fois, la répartition de l'emploi entre la R-D et la fabrication est fonction de l'évaluation des bénéfices des entreprises commerciales¹⁹.

Nous avons décrit deux mécanismes qui relient la R-D à une croissance soutenue de la productivité. Le fonctionnement de ces mécanismes a été illustré à la lumière de modèles économiques très simples. Il importe donc de signaler que le même type de mécanismes est à l'oeuvre dans des milieux plus rapprochés de la réalité économique, comportant plusieurs secteurs, de multiples facteurs de production (y compris l'accumulation de capital) et un certain nombre de pays qui participent à des échanges internationaux et à des investissements directs à l'étranger. Les répercussions principales du fonctionnement de ces mécanismes sont les suivantes :

- La R-D entraîne une croissance de la productivité.
- Des incitations pour le secteur privé à investir dans la R-D nécessitent la présence d'un cadre pertinent de droits de propriété intellectuelle qui permette aux entreprises commerciales de s'approprier au moins une partie des fruits des efforts qu'elles consacrent à la R-D.
- La façon dont les entreprises s'approprient les avantages de leurs investissements en R-D met souvent en cause l'exercice d'un pouvoir de monopole.

Par conséquent, il y a deux types de distorsion qui se manifestent dans un système dans le cadre duquel la R-D est financée par le secteur privé : une distorsion au niveau de la détermination des prix attribuable à l'exercice d'un pouvoir de monopole et une externalité qui résulte des investissements en R-D. Ceci nous amène à soulever trois questions connexes :

- Des bénéfices économiques se rattachent-ils à ce type de croissance fondée sur la R-D?
- Le taux de croissance qui en résulte est-il optimal?
- Si l'on répond à ces questions par la négative (comme c'est effectivement le cas), quelles sont les politiques qui peuvent en améliorer le résultat?

Le bien-être

¹⁹ Voir Grossman et Helpman (1991a, chapitre 3).

La première observation à faire est qu'un système de marché ne comportant pas de soutien à la R-D et n'apportant pas de protection aux droits de propriété intellectuelle (comme l'absence de protection accordée par les brevets et les marques de commerce) empêche les entreprises commerciales d'obtenir un rendement sur leurs investissements en R-D. Elles n'investiront donc pas dans la R-D et l'innovation ne sera alors pas une source de croissance de la productivité. On aboutit aux mêmes résultats lorsque les droits de propriété sont protégés mais que des organismes gouvernementaux, par le biais de politiques antitrust, ont recours à des pratiques en matière de prix qui ont pour effet d'éliminer les marges bénéficiaires; dans ce cas aussi, les innovateurs ne pourront toucher les bénéfices qui leur permettraient de récupérer leurs coûts en R-D. On peut donc conclure qu'aucun investissement en R-D ne sera effectué et qu'aucune croissance de la productivité fondée sur la R-D ne se produira dans l'un ou l'autre de ces cas.

Ces arguments semblent indiquer que la protection des droits de propriété et la possibilité d'appliquer une tarification selon le coût moyen sont nécessaires pour assurer une croissance de la productivité fondée sur la R-D dans une économie de marché, mais ces conditions ne sont en aucune façon suffisantes. Elles doivent être accompagnées de taux d'intérêt suffisamment bas (et une préférence temporelle relativement peu élevée) et des coûts en R-D suffisamment faibles pour assurer une rentabilité des investissements en R-D et un processus d'innovation dynamique en situation d'équilibre.

Considérons maintenant une économie qui possède un système pertinent de droits de propriété intellectuelle et de tarification fondée sur le coût moyen et qui effectue des investissements dans la R-D. La croissance subséquente de la productivité sera-t-elle optimale? On a établi que des économies de ce type font face à quatre formes de distorsion.

Premièrement, la tarification fondée sur le coût moyen a ordinairement pour conséquence de mener à une mauvaise affectation statique des ressources en faveur de secteurs possédant les marges les plus faibles et de secteurs concurrentiels en particulier. Cette mauvaise affectation des ressources n'influera pas nécessairement sur le taux de croissance de la productivité, bien que ce soit tout à fait probable qu'il en sera ainsi, car elle a une incidence sur la rémunération relative des facteurs et sur les coûts relatifs des diverses activités économiques. Par conséquent, elle exerce une influence sur les coûts relatifs des innovations, et cette situation a un impact direct sur le taux d'investissement dans la R-D. L'importance de ce courant d'influence n'a pas reçu beaucoup d'attention dans les études déjà publiées.

Deuxièmement, les innovations peuvent avoir un effet direct sur le surplus du consommateur ou de l'utilisateur. Cette observation s'applique particulièrement bien aux économies caractérisées par une différenciation de produits au sein desquelles on attache de l'importance en soi à la diversité des produits. En raison de cette influence, le taux d'investissement dans la R-D est trop faible.

Troisièmement, une entreprise qui investit dans la R-D considère l'augmentation de ses propres bénéfices comme une rémunération pour son activité inventive, mais elle n'envisage pas

comme une perte la diminution des bénéfices de ses rivales. Pour l'ensemble de l'économie, l'élément qui importe, c'est la variation des bénéfices nets du secteur des entreprises. Par conséquent, le taux d'investissement dans la R-D est trop élevé à cause de cet effet de contraction des bénéfices.

Enfin, comme nous l'avons signalé plus tôt, l'investissement dans la R-D s'accompagne d'externalités positives parce qu'il génère des connaissances non exclusives que d'autres innovateurs peuvent utiliser sans frais par la suite. Il en résulte un niveau d'investissement dans la R-D qui est trop faible²⁰.

Le débat public sur les politiques met en bonne partie l'accent sur les effets externes positifs de l'investissement dans la R-D (impact sur le surplus du consommateur et de l'utilisateur et sur les innovateurs futurs). Ce point de vue mène inévitablement à la conclusion que le marché génère un niveau insuffisant d'investissement en R-D et que les gouvernements devraient subventionner les activités de R-D. Par ailleurs, des modèles théoriques récents font état de l'existence d'un important biais à la hausse dans le niveau de la R-D généré par le marché qui est attribuable à l'effet de contraction des bénéfices.

Dans les modèles fondés sur une diversité croissante de produits, l'importance de l'effet de contraction des bénéfices est égale à celle de l'effet du surplus du consommateur et de l'utilisateur. Donc, dans ces types de milieux, l'externalité positive des investissements en R-D est un élément dominant et le taux d'innovation subséquent tend à être trop peu élevé²¹. Par ailleurs, dans les modèles fondés sur une qualité croissante des produits, l'effet de contraction des bénéfices est plus élevé que celui du surplus du consommateur et de l'utilisateur. Par conséquent, le taux d'équilibre de l'innovation ne devient trop faible que si l'effet externe de la R-D est suffisamment important, et trop élevé lorsque l'effet externe de la R-D est faible. On peut observer chacun de ces cas dans la mesure où l'on utilise des combinaisons pertinentes de paramètres²².

Ces analyses donnent à penser qu'en théorie, le marché peut générer un taux d'innovation qui est soit trop élevé, soit trop faible. À des fins d'élaboration de politiques, il faut donc soulever la question suivante : Quel est le cas pertinent sur le plan empirique?

On ne dispose pas d'études empiriques qui suivent ce cheminement théorique visant à mettre au point des estimations de la structure du biais au niveau du taux d'innovation d'équilibre en fonction des quatre sources décrites ci-dessus. Par ailleurs, les auteurs de nombreuses études empiriques se sont intéressés à l'évaluation des avantages économiques de la R-D et nous pouvons nous appuyer sur leurs conclusions afin de déterminer si le taux d'investissement est trop faible ou

²⁰ Pour une analyse de ces effets, voir Romer (1990), Grossman et Helpman (1991a, chapitres 3 et 4), Aghion et Howitt (1992), Helpman (1992) et Stokey (1992).

²¹ Voir Romer (1990) et Grossman et Helpman (1991a, chapitre 3).

²² Voir Grossman et Helpman (1991a, chapitre 4) et Aghion et Howitt (1992).

trop élevé. Les conclusions suivantes sont particulièrement pertinentes à notre analyse²³.

- Le taux de rendement de la R-D à l'échelle de l'entreprise est élevé. Il dépasse d'un facteur de deux ou plus le taux de rendement sur les dépenses en biens d'équipement.
- Des retombées importantes de la R-D se produisent entre les entreprises et les industries. Par conséquent, le taux de rendement social de la R-D est plus élevé que le taux de rendement privé selon un facteur qui fluctue entre deux et cinq.
- Le taux de rendement estimatif de la R-D augmente en fonction de l'unité d'observation et il est particulièrement élevé lorsque les avantages sont mesurés à l'échelle du pays. De plus, des retombées considérables des avantages de la R-D se produisent entre les pays²⁴.
- Les taux de rendement sur la recherche fondamentale sont considérablement plus élevés que les taux de rendement sur la recherche appliquée, sauf pour le Japon où c'est l'inverse qui s'applique.

Selon ces observations fondées sur des données provenant des pays industrialisés, il appert que l'investissement dans la R-D est trop peu élevé et que le Canada ne fait pas exception à cette règle. De plus, l'investissement dans la R-D en proportion du PIB est moins élevé au Canada que dans les autres pays du G-7, ce qui renforce l'argument à l'effet que le Canada n'investit pas suffisamment dans la R-D²⁵. Il en est ainsi même si le Canada subventionne des programmes de R-D. Aussi généreux que ces programmes puissent être, le résultat général est aussi fonction d'un ensemble d'autres politiques et de la disponibilité de facteurs intermédiaires pertinents.

À l'instar des autres cas d'externalités positives, les auteurs d'études sur la croissance concluent qu'une subvention est justifiée lorsque les avantages sociaux de la R-D dépasse les coûts sociaux. Ce type de subvention a pour effet d'augmenter les activités de R-D et de stimuler le taux de croissance de la productivité. Dans chaque cas, il faut calculer des estimations pertinentes de l'écart entre les coûts et les avantages sociaux et privés afin de déterminer le niveau optimal du subventionnement.

Il importe de souligner, toutefois, que la croissance alimentée par l'investissement est coûteuse pour l'économie en terme des ressources sacrifiées qui sont consacrées au processus

²³ Voir Mohnen (1992a), Griliches (1994) et Lach (1994) pour une revue des résultats empiriques disponibles.

²⁴ Voir Coe et Helpman (1995), Coe, Helpman et Hoffmaister (1994) et Mohnen (1992b) pour des données sur les retombées entre les pays.

²⁵ Selon les Principaux indicateurs de la science et de la technologie de l'OCDE, le Canada a investi 1,5 p. 100 de son PIB dans la R-D en 1992 tandis que, pour les autres pays du G-7, les chiffres étaient les suivants : 2,68 p. 100 aux États-Unis, 2,8 p. 100 au Japon, 2,2 p. 100 au Royaume-Uni, 2,36 p. 100 en France, 2,53 p. 100 en Allemagne et 1,38 p. 100 en Italie.

d'investissement, et l'investissement dans le R-D n'échappe pas à cette règle. Par conséquent, il n'est pas toujours souhaitable d'atteindre une croissance accélérée et il faut comparer les avantages de la croissance à ses coûts. Il s'ensuit qu'il faut déterminer avec soin le montant de la subvention à la R-D, puisque ces subventions peuvent être trop élevées ou trop faibles.

On fait souvent état de la nécessité pour un pays de subventionner diverses activités dans les secteurs de la haute technologie. Nous tenons à souligner que des mesures de ce genre ne sont pas nécessairement un bon substitut pour des subventions directes à la R-D. En d'autres termes, des subventions à la R-D sont souhaitables, mais d'autres types de subventions en faveur de secteurs qui investissent dans la R-D peuvent avoir des effets néfastes.

Des subventions à la production en sont un exemple. Grossman et Helpman (1991a, chapitre 10) ont démontré que le versement d'une subvention à la production d'un secteur de haute technologie peut avoir pour conséquence de réduire l'investissement dans la R-D et donc diminuer le taux de croissance de la productivité. Ils donnent l'exemple d'une économie qui possède un secteur de haute technologie et un secteur traditionnel. Dans chacun de ces secteurs, la fabrication nécessite l'emploi de travailleurs spécialisés et non spécialisés, la R-D étant une activité où la concentration de main-d'oeuvre spécialisée est la plus forte et la fabrication traditionnelle étant un secteur où l'intensité de main-d'oeuvre spécialisée est la plus faible.

Dans ce contexte, une subvention à la fabrication de produits de haute technicité a pour effet d'entraîner une expansion du secteur manufacturier de pointe. Mais étant donné que la fabrication de pointe utilise une intensité de facteur de niveau intermédiaire, son expansion se traduit par la contraction tant du secteur de la fabrication traditionnelle que de celui de la R-D. La réduction de la R-D entraîne une baisse du taux de croissance de la productivité. Il s'ensuit, dans cet exemple, qu'une subvention à la fabrication de produits de haute technologie a un effet sur l'investissement dans la R-D et la croissance de la productivité, qui est à l'opposé de celui d'une subvention à la R-D.

Les effets d'équilibre général

L'exemple d'une subvention à la production décrit ci-dessus montre l'importance des effets d'équilibre général. Il donne à penser qu'une bonne compréhension des mécanismes de croissance de la productivité doit prendre en considération les rapports entre les divers secteurs de l'économie et leur interdépendance réciproque. En général, le taux d'investissement dans la R-D est fonction, d'une manière complexe, de la structure sectorielle d'une économie, des ressources disponibles et des coûts relatifs qui en découlent; il en est ainsi parce que, dans une économie de marché, la R-D et la croissance de la productivité sont la résultante d'un processus complexe d'affectation des ressources.

Pour un pays comme le Canada, qui possède des richesses naturelles abondantes, la structure des facteurs de production (intrants) disponibles est un élément majeur dont il faut tenir compte. Pour en saisir la raison, considérons une économie avec deux types d'intrants : une main-

d'oeuvre spécialisée et non spécialisée. Si nous supposons que la R-D est à fort coefficient de main-d'oeuvre spécialisée, que la fabrication traditionnelle est à forte concentration de main-d'oeuvre non spécialisée et que la fabrication de pointe a une main-d'oeuvre d'un niveau de spécialisation intermédiaire, l'investissement dans la R-D et la croissance de la productivité augmenteront à mesure que plus de ressources en main-d'oeuvre spécialisée deviendront disponibles. Dans une économie de ce type, la présence d'un large réservoir de travailleurs spécialisés aura pour conséquence de stimuler l'investissement dans la R-D et d'accélérer la croissance de la productivité.

Ces effets se manifestent par l'intermédiaire de deux canaux. Premièrement, la présence d'un plus large réservoir de main-d'oeuvre spécialisée indique que l'économie est de taille plus importante, laquelle a tendance à soutenir des niveaux d'activités plus élevés dans tous les secteurs économiques, y compris celui de la R-D. Deuxièmement, la disponibilité de ressources plus nombreuses en main-d'oeuvre spécialisée a pour effet de réduire les coûts relatifs des activités qui font appel à des coefficients plus élevés de main-d'oeuvre spécialisée. Par conséquent, les activités de R-D se multiplient.

Par ailleurs, un réservoir plus vaste de main-d'oeuvre non spécialisée a un effet équivoque sur la R-D. En effet, la présence d'un nombre plus considérable de travailleurs non spécialisés est l'indice d'une économie de taille plus importante, laquelle tend à afficher un niveau d'activités plus élevé dans tous les secteurs, y compris celui de la R-D. Dans ce cas-ci, toutefois, la présence d'un grand nombre de travailleurs non spécialisés a pour effet d'augmenter les coûts relatifs des activités à forte intensité de main-d'oeuvre spécialisée. Cette situation a un effet défavorable sur la R-D. Le résultat net de ces deux tendances opposées est que l'addition de travailleurs non spécialisés peut résulter en un accroissement ou une baisse du niveau des activités innovatrices et de la croissance de la productivité, en fonction des élasticités de substitution de la production. Si ces élasticités sont élevées, les activités de R-D augmenteront et la croissance de la productivité s'accélérera. Si les élasticités sont faibles, les activités de R-D diminueront et la croissance de la productivité ralentira²⁶.

Si nous remplaçons maintenant la main-d'oeuvre non spécialisée par des richesses naturelles dans la description de notre économie, nous parvenons à la conclusion suivante. Une économie possédant des ressources naturelles abondantes qui s'avèrent un mauvais substitut pour une main-d'oeuvre qualifiée se spécialisera dans des secteurs à forte concentration de ressources. Cette observation s'applique particulièrement à une petite économie ouverte comme celle du Canada. Il est probable que le niveau d'activités de R-D soit plutôt restreint dans une économie de ce genre. La tendance à se spécialiser dans des secteurs à forte concentration de ressources, dont le potentiel de croissance de la productivité est faible, a pour effet de restreindre les possibilités de croissance globale de l'économie.

Nous avons soutenu que, compte tenu des estimations disponibles des taux de rendement

²⁶ Voir Grossman et Helpman (1991a, chapitre 5).

de l'investissement dans la R-D, il pourrait être avantageux pour un pays possédant une telle structure économique de subventionner la R-D et donc d'accélérer, dans le contexte de gains en bien-être, la croissance de sa productivité. Une augmentation plus rapide de la productivité a pour effet direct d'accroître le taux d'expansion du revenu par habitant. Il se produit aussi un effet indirect sur la croissance par l'intermédiaire de l'incitation à une accélération de l'accumulation de capital. En effet, il y a une corrélation positive entre la croissance de la productivité totale des facteurs et le taux d'investissement²⁷. De plus, des données empiriques font état d'un lien de causalité qui relie la R-D à l'accumulation de capital et non l'inverse, et d'une croissance du revenu par habitant qui précède l'investissement en biens d'équipement et non l'inverse²⁸.

Le chômage

Notre analyse n'a pas tenu compte jusqu'à maintenant de la présence de frictions sur le marché du travail qui peuvent avoir pour incidence de ralentir le processus de réaffectation de la main-d'oeuvre déclenché par le progrès technologique. Même si de nouvelles occasions d'emploi surgissent souvent dans des économies où l'activité d'innovation est élevée, l'adoption de technologies nouvelles a souvent pour effet de faire disparaître des emplois existants. Si la main-d'oeuvre n'est pas en mesure de passer instantanément des anciens aux nouveaux emplois, la période de transition se caractérisera nécessairement par l'apparition d'un chômage frictionnel. Cette possibilité nous incite à soulever la question suivante : La croissance de la productivité alimentée par des activités innovatrices a-t-elle pour effet d'augmenter ou de réduire le niveau de chômage à long terme? On n'a accordé jusqu'à maintenant que peu d'attention à cette question

L'étude récente réalisée par Aghion et Howitt (1994) fournit un éclairage utile sur cette question²⁹. Les auteurs ont considéré une économie à l'intérieur de laquelle il faut jumeler les travailleurs et les emplois. Le taux de placement est une fonction croissante des postes vacants, tandis que le taux de recrutement est une fonction décroissante des postes vacants. Cette friction crée du chômage puisque certains travailleurs doivent quitter leurs postes devenus excédentaires par suite de l'adoption de technologies nouvelles et qu'ils demeurent en chômage jusqu'à ce qu'ils se trouvent un emploi dans l'un des nouveaux postes vacants créés par l'adoption d'une nouvelle technologie.

²⁷ Voir Baumol et coll. (1989) ainsi que Grossman et Helpman (1994b).

²⁸ Voir Lach et Schankerman (1989) pour des données à l'échelle des entreprises au sujet de premier lien de causalité et Blomström pour des données à l'échelle des pays concernant le deuxième lien de causalité. De Long et Summers (1991) ont trouvé une corrélation positive entre la croissance et l'investissement en biens d'équipement. Mais leurs données ne permettent d'établir un rapport de cause à effet. Leur conclusion est donc conforme à l'opinion voulant que la R-D ait pour effet d'augmenter la productivité totale des facteurs, ce qui entraîne par la suite des taux d'investissement plus élevés et une croissance accélérée de la production.

²⁹ Le niveau de chômage à long terme que nous analysons dans la présente section a un caractère structurel et se distingue des variations du chômage qui se manifestent au cours du cycle économique. Nous n'examinons pas ici ce dernier type de chômage, bien que des liens puissent exister au niveau des variations à court et à long termes du chômage.

Selon le modèle Aghion-Howitt, le rapport entre le taux de croissance de la productivité et le taux subséquent de chômage à long terme augmente au départ (lorsque le taux de croissance de la productivité est faible) et diminue par la suite (lorsque le taux de croissance de la productivité est élevé). Si le taux de croissance de la productivité résulte d'une combinaison du rythme d'adoption de technologies nouvelles et du degré selon lequel ces innovations améliorent la productivité de la main-d'oeuvre, l'incidence d'un taux de croissance plus rapide de la productivité sera alors fonction de la mesure dans laquelle il découle d'un taux plus rapide d'adoption d'innovations ou de l'adoption d'innovations plus importantes.

À partir des études disponibles, il est difficile d'évaluer les répercussions du point de vue des politiques de cette théorie du chômage. Par exemple, il appert que l'adoption de politiques qui auraient pour effet d'accélérer la transition des travailleurs de leur ancien emploi vers de nouveaux emplois serait souhaitable. Mais des données empiriques indiquent aussi que les entreprises innovatrices investissent relativement plus dans leurs ressources humaines³⁰. Dans ce cas, un taux d'innovation plus rapide qui a pour effet d'accélérer le roulement des travailleurs diminue l'incitation des entreprises à investir dans la formation de leurs ressources humaines. Il est donc possible qu'un roulement rapide des travailleurs, attribuable au progrès technologique, comporte des coûts élevés pour l'économie; il pourrait donc être préférable d'avoir un taux d'innovation moins élevé, accompagné d'une durée de vie plus longue des emplois (de façon à tirer avantage du capital humain que les travailleurs acquièrent en cours d'emploi), et d'abaisser ainsi le taux de chômage à long terme. Il faudrait étudier davantage ces relations d'arbitrage.

Ces observations nous amènent à soulever d'autres questions. Quel est le type de scolarité souhaitable dans une économie qui fait face à un rythme de progrès technologique rapide? Les établissements d'enseignements devraient-ils mettre l'accent sur la formation générale plutôt que sur le développement de compétences précises? Voilà autant de questions qui nécessitent des travaux de recherche plus poussés.

³⁰ Voir Baldwin et Johnson (1994).

CHAPITRE 4 L'INTERDÉPENDANCE INTERNATIONALE

Le schéma de croissance d'un pays dépend d'une foule de facteurs. Le moment est maintenu venu de tenir compte d'un ensemble de considérations supplémentaires qui ont une incidence majeure sur la configuration des attributs économiques d'un pays – ses relations économiques internationales. Les échanges internationaux, l'investissement étranger direct et les mouvements internationaux de capitaux ont augmenté considérablement pendant la période de l'après-guerre et ces tendances ont eu des effets importants sur un grand nombre d'économies. Dans le contexte du développement de l'économie mondiale, un pays peut se spécialiser dans une gamme limitée de produits, tout en demeurant en mesure de consommer et d'intégrer à sa production un éventail beaucoup plus large de produits qu'il peut se procurer dans d'autres régions de la planète. Certes, certains produits et services ne font pas l'objet d'échanges importants à l'échelle internationale. Ils sont ordinairement produits à l'intérieur de chaque pays ou région géographique à des fins de consommation locale.

Le volume des échanges internationaux de biens et de services s'est accru considérablement depuis les 40 dernières années et la structure des mouvements internationaux de biens et de services s'est modifiée de façon appréciable. Les auteurs de recherches récentes ont proposé de nouvelles façons d'expliquer l'apparition de ces tendances et ils se sont interrogés sur les liens importants qui existent entre les transactions internationales et la croissance économique.

Les chercheurs ont déterminé un certain nombre de voies par l'intermédiaire desquelles les transactions économiques internationales influent sur le taux de croissance des pays³¹. L'intégration à l'économie mondiale permet à un pays d'avoir accès à de précieux renseignements (par exemple, à caractère technologique ou organisationnel) qui lui permettent d'élargir sa base de connaissances. Il peut alors mieux utiliser ses ressources et améliorer sa productivité. Ces gains peuvent en bonne partie être réalisés sous forme d'un effet unique. Mais si les connaissances acquises ont pour effet de réduire les coûts d'innovation d'un pays, il peut en résulter une croissance plus rapide et plus soutenue de la productivité.

On a beaucoup insisté sur ce dernier aspect de la question. Cela donne à penser que les pays peuvent profiter grandement du maintien de canaux de communications leur permettant de se tenir au fait de l'évolution des valeurs économiques dans d'autres parties du monde. On peut atteindre cet objectif, entre autres, en encourageant des institutions locales dont l'objectif est d'acquérir et de préserver les connaissances, comme les universités et les organismes de recherche, à remplir ce rôle. Toutefois, il est souvent essentiel d'établir des rapports commerciaux pour y arriver car l'acquisition de connaissances implicites s'effectue en bonne partie par l'intermédiaire de

³¹ L'analyse qui suit est fondée sur les travaux de Grossman et Helpman (1991a, chapitre 9) et de Rivera-Batiz et Romer (1991).

transactions commerciales. Dans ce cas, le commerce extérieur peut jouer un rôle important et le maintien de rapports avec des multinationales étrangères peut donner des résultats particulièrement fructueux. En termes généraux, le commerce et l'investissement étranger direct produisent des retombées positives par l'intermédiaire des courants de connaissances qu'ils alimentent. Par conséquent, des politiques qui ont pour effet de décourager le commerce extérieur et l'investissement étranger nuisent directement à la croissance.

Nous avons soutenu que les activités innovatrices généreront probablement des externalités positives pour les entreprises du même secteur, pour divers autres secteurs et pour les générations futures d'innovateurs. Les effets externes sur les futurs innovateurs sont particulièrement importants pour la croissance car, étant donné qu'elles élargissent la base de connaissances, les activités inventives actuelles réduisent les coûts futurs de la R-D et accélèrent le rythme de croissance de la productivité. À un niveau global donné d'activités inventives, ces retombées sont d'autant plus élevées que les chevauchements entre les diverses activités de R-D sont plus restreints. Par conséquent, une entreprise qui investit des ressources dans le but de développer un nouveau produit qui est disponible dans une autre partie du monde ne contribuera probablement pas à l'augmentation du stock de connaissances puisque les données qu'elle produit sont déjà disponibles.

En l'absence de commerce international, chaque pays est économiquement isolé. Une entreprise qui procède à la mise au point d'un produit ne considère sa rentabilité que sous l'angle des ventes intérieures et elle n'a aucune incitation à éviter de doubler les efforts de R-D déployés ailleurs dans le monde. Dans ce cas, il y a lieu de s'attendre à ce qu'il y ait un certain doublement des efforts de recherche, ce qui constitue un gaspillage de ressources dans la perspective de l'économie mondiale.

Des projets de R-D redondants de ce genre ne sont pas entrepris dans une économie mondiale intégrée, car chaque producteur doit soutenir la concurrence à l'échelle mondiale. Nous constatons donc que le commerce international offre un avantage supplémentaire parce qu'il empêche le doublement des efforts; mais ces avantages sont partagés à l'échelle mondiale dans la mesure où les connaissances qui émanent des activités de R-D circulent entre les pays.

Un autre effet qu'exerce le commerce international sur l'innovation et la croissance tient à l'expansion de la taille des marchés qu'il permet. Dans une économie fermée, le marché intérieur détermine le niveau de la demande auquel un innovateur peut espérer avoir accès pour vendre un produit nouveau ou amélioré. Ce niveau de la demande influe sur le rentabilité des investissements dans la R-D. Lorsque la même entreprise peut vendre ses produits sur un marché mondial dont la taille est de plusieurs fois supérieure à celle du marché intérieur, elle a accès à un niveau de demande beaucoup plus élevé et elle peut espérer obtenir un rendement plus élevé sur ses activités innovatrices. Il s'ensuit que l'accès à des marchés plus étendus par le truchement du commerce international a pour effet d'augmenter la prime qui se rattache aux investissements dans la R-D et de favoriser la réalisation de niveaux d'investissement plus élevés. Il en résulte une croissance plus rapide de la productivité.

Les effets découlant du commerce international ne sont pas tous favorables à la croissance. Une exception importante est l'effet exercé par la concurrence. En l'absence d'échanges internationaux, un producteur national n'affronte que la concurrence de ses homologues sur le marché intérieur. S'il y a commerce extérieur, le producteur doit aussi soutenir la concurrence provenant des fabricants étrangers. La concurrence supplémentaire a pour effet de réduire l'incitation à investir dans la R-D et de ralentir la croissance de la productivité³².

Enfin, il y a les effets d'équilibre général. Le commerce international provoque des changements au niveau de la rentabilité relative des diverses activités économiques et entraîne par conséquent une nouvelle affectation des ressources. Ces effets sur l'affectation des ressources peuvent être favorables ou nuisibles à la R-D, selon les particularités d'un pays par rapport à celles de ses partenaires commerciaux. Nous avons montré que les ressources d'un pays avaient un impact sur la quantité de celles-ci qui sera employée dans le secteur de la R-D. Nous avons isolé des effets d'échelle et de structure. L'effet d'échelle laisse entendre qu'un pays possédant plus de ressources entreprendra probablement plus d'activités de R-D. L'effet de structure donne à penser qu'un pays possédant relativement plus de ressources, comme du capital humain, dans lesquelles l'intensité en R-D est élevée, entreprendra aussi plus d'activités de R-D.

Les mêmes observations s'appliquent à l'intégration d'une économie au système mondial. Par exemple, posons l'hypothèse que les connaissances générales circulent librement entre les frontières des pays, de sorte que les nouvelles connaissances disponibles dans un pays sont aussi accessibles dans tous les autres pays. Dans ce cas, les taux d'innovation auront tendance à converger entre les pays puisque le stock de connaissances qui a un impact majeur sur le niveau des coûts de l'innovation sera le même partout. Par conséquent, l'effet d'échelle découlant du commerce international sera favorable à la croissance de la productivité dans tous les pays. Mais l'effet de structure du commerce sera favorable à la croissance de la productivité dans les pays où la disponibilité relative de capital humain est inférieure à la moyenne et défavorable à la croissance de la productivité dans les pays où la disponibilité relative de capital humain est supérieure à la moyenne.

Ces considérations théoriques laissent entendre que des forces puissantes tendent à rendre les échanges internationaux favorables à la croissance de la productivité mais que d'autres forces peuvent aussi contribuer à nuire à la croissance de la productivité. Quel en est le résultat net? Si nous devons répondre à cette question en faisant appel uniquement à la théorie, nous serions portés à conclure au meilleur de notre connaissance que, dans l'ensemble, les échanges internationaux sont favorables à l'augmentation de la productivité aussi longtemps que les frontières d'un pays demeurent ouvertes à la circulation des idées en provenance du reste du monde. Une fois que la libre circulation des idées est assurée, les effets nuisibles possibles du

³² On invoque aussi l'argument contraire fondé sur l'efficacité X [par exemple, Horn et coll. (1994)]. D'après cet argument, la concurrence étrangère a pour effet d'augmenter l'incitation des entreprises oligopolistiques sur le marché intérieur à devenir plus efficaces en éliminant le laxisme au niveau de la gestion. À notre avis, les arguments disponibles portent sur l'amélioration de l'efficacité, tandis que leur incidence sur la croissance de la productivité demeure indéterminée.

commerce sur la productivité ne semblent pas être tellement importants par rapport aux effets positifs. Du point de vue des politiques, nous dirions que la libre circulation des idées en provenance du reste du monde devrait obtenir la priorité la plus élevée.

Avant de passer à l'analyse des effets du commerce sur la croissance de la productivité et de la production, permettez-nous d'insister sur l'importance de la circulation des idées. Lorsque les idées qui contribuent au stock de connaissances générales circulent librement autour de la planète, les coûts de l'innovation sont fonction dans les différents pays de la structure des intrants et du nombre de produits dans lesquels un pays est un chef de file mondial. Ce sont les efforts consacrés dans le passé à la R-D qui contribuent à créer des chefs de file mondiaux. Au fil du temps, la fraction des produits à l'égard desquels un pays maintiendra sa suprématie convergera vers un niveau qui est compatible avec la structure de ses intrants, sans égard à la valeur initiale de la fraction³³.

Dans ces circonstances, l'évolution à long terme de l'avantage comparatif est donc indépendante des avantages à court terme détenus dans les divers marchés. À cet égard, il importe davantage de disposer des ressources, comme le capital humain, qui sont des intrants essentiels à la R-D que de gagner une course technologique précise dans le cadre de la mise au point d'un produit³⁴. Les pays bien pourvus en capital humain contrôleront une fraction démesurément large des secteurs à haute technologie, tandis que ceux qui possèdent une bonne dotation en main-d'oeuvre non qualifiée et en ressources naturelles se spécialiseront dans les secteurs à faible technicité.

Lorsque les connaissances ne circulent pas entre les pays, chaque pays est tenu de développer son propre stock de connaissances à partir de l'expérience cumulative provenant de ses activités de R-D. Selon ce scénario, les pays qui ont accumulé le plus d'expérience possèdent un avantage sur le plan des coûts à poursuivre des travaux de R-D par rapport à ceux qui en ont accumulé moins. Par conséquent, les pays qui possèdent au départ une plus grande expérience en matière de R-D en font davantage et ils consolident ainsi leur avantage sur le plan de l'expérience. De plus, ils sortent gagnants d'un nombre démesurément élevé de courses technologiques. Ce processus cumulatif mène à une structure de spécialisation à long terme qui est déterminée dans une large mesure par la répartition initiale entre les pays des niveaux d'expérience en R-D. Les pays qui, les premiers, deviennent avancés sur le plan technologique dominant dans les secteurs de pointe en longue période et ils affichent une croissance plus rapide de leur productivité³⁵.

³³ Cette notion et celle qui suit sont analysées de façon plus approfondie par Grossman et Helpman (1991a, chapitre 7).

³⁴ Cette observation ne s'applique qu'à des technologies dont l'incidence est limitée. On arriverait à une conclusion totalement différente s'il s'agissait de technologies possédant une incidence majeure, telles que des technologies d'usage général, sur lesquelles se penchent Helpman et Trajtenberg (1994) dans leur analyse. Les répercussions des courses à l'échelle internationale visant à mettre au point des technologies aussi importantes n'ont pas encore été évaluées.

³⁵ Pour des précisions techniques, voir Grossman et Helpman (1991a, chapitre 8).

Dans ce genre de contexte économique, la disponibilité de capital humain peut compenser l'absence au départ d'expérience dans le secteur de la haute technologie. De plus, un soutien temporaire en faveur de telles industries, jusqu'à ce que des stocks de connaissances soient constitués, peut contribuer à surmonter les désavantages initiaux. Le problème que soulèvent des politiques de ce genre découle du fait que, étant donné le caractère cumulatif du processus, les erreurs sur le plan des politiques ont aussi des effets cumulatifs. De plus, les répercussions de telles politiques du point de vue du bien-être ne sont pas nécessairement favorables, même lorsqu'elles ont un certain succès³⁶.

Nous passons maintenant à l'examen de données empiriques. Le commerce international a-t-il pour effet d'accélérer la croissance? Plusieurs études antérieures ont permis d'isoler une corrélation positive entre le commerce international et la croissance de la production³⁷. Des estimations récentes fondées sur des comparaisons entre pays font aussi état d'une corrélation positive³⁸. Toutefois, peu d'études se sont intéressées directement aux effets du commerce sur la productivité. Récemment, Coe et Helpman (1995) ont évalué les effets du stock de capital de R-D étranger et national sur la productivité totale des facteurs de 22 pays industrialisés, le stock de capital de R-D étant une variable approximative pour le stock des connaissances. Les auteurs ont calculé un stock de capital de R-D étranger pour les divers pays à partir d'une moyenne pondérée des stocks de capital de R-D intérieur de leurs partenaires commerciaux, en utilisant comme facteurs de pondération les parts relatives des importations. Les estimations tenaient aussi compte des effets de l'exposition totale d'un pays au commerce international, que l'on a mesurée à partir de la part totale des importations par rapport au PIB. Ils ont conclu qu'il y avait des effets importants sur les stocks de capital en R-D et sur la mesure de l'exposition au commerce international qui étaient corrélés avec le capital étranger en R-D. Ces résultats laissent entendre que plus un pays commerce avec l'étranger, plus il tire avantage de la R-D de ses partenaires commerciaux et plus ses échanges sont orientés vers les pays qui investissent intensément dans la R-D³⁹. Les données empiriques semblent soutenir la notion que le commerce international exerce un effet favorable sur la productivité.

Nous avons isolé trois domaines à l'intérieur desquels les politiques jouent un rôle important en exerçant une incidence sur la croissance de la productivité et de la production :

- l'enseignement et la formation
- la recherche et le développement

³⁶ Pour une analyse des difficultés que soulève une amélioration du bien-être, voir Grossman et Helpman (1991a, chapitre 8).

³⁷ Par exemple, voir Michaely (1977) et Feder (1982).

³⁸ Voir Barro (1991).

³⁹ Des résultats semblables furent obtenus à partir d'un échantillon de 77 pays industrialisés; voir Coe, Helpman et Hoffmaister (1994).

- les relations internationales.

Des politiques qui favorisent l'accumulation d'un niveau pertinent de capital humain, qui soutiennent directement la R-D et qui assurent l'accès aux connaissances et aux marchés internationaux, contribuent à la croissance. En guise de conclusion, il importe de souligner que, dans les économies comme celles que nous avons analysées, une croissance accélérée de la productivité et de la production ne se traduit pas nécessairement par un niveau plus élevé de bien-être. Par conséquent, on ne devrait pas chercher à améliorer la productivité et à augmenter la production à tout prix. Bien que cette notion soit bien comprise, il arrive fréquemment que l'on n'en tienne pas compte dans le cadre des débats portant sur la formulation de politiques. Les politiques orientées vers la croissance doivent tenir compte tant des coûts que des avantages.

BIBLIOGRAPHIE

- Aghion, Philippe et Peter Howitt, «A Model of Growth Through Creative Destruction», *Econometrica*, vol. 60, p. 323-351, 1992.
- Aghion, Philippe et Peter Howitt, «Growth and Unemployment», *Review of Economic Studies*, vol. 61, p. 477-494, 1994.
- Arrow, Kenneth J., «The Economic Implications of Learning by Doing», *Review of Economic Studies*, vol. 29, p. 155-173, 1962.
- Baldwin, John R. et Joanne Johnson, «Human Capital Development and Innovation: The Case of Training in Small and Medium-Sized Enterprises», Statistique Canada, document reprographié, 1994.
- Barro, Robert J., «Economic Growth in a Cross Section of Countries», *Quarterly Journal of Economics*, vol. 106f, p. 407-444, 1991.
- Baumol, William J., Sue Anne Batey Blackman et Edward J. Wolff, *Productivity and American Leadership: The Long View*, The MIT Press, Cambridge (Mass.), 1989.
- Bénabou, Roland, «Workings of a City: Location, Education, and Production», *Quarterly Journal of Economics*, vol. 108, p. 619-652, 1993.
- Bloomström, Magnus, Robert E. Lipsey et Mario Zejan, «Is Fixed Investment the Key to Economic Growth», National Bureau of Economic Research, Working Paper No. 4436, 1993.
- Coe, David T. et Elhanan Helpman, «International R&D Spillovers», *European Economic Review*, (à paraître) 1995.
- Coe, David T., Elhanan Helpman et Alex Hoffmaister, «North-South R&D Spillovers», The Foerder Institute for Economic Research, Working Paper No. 32-94, 1994.
- De Long, J. et Larry Summers, «Equipment Investment and Economic Growth», *Quarterly Journal of Economics*, vol. 106, p. 445-502, 1991.
- Feder, Gershon, «On Exports and Economic Growth», *Journal of Development Economics*, vol. 12, p. 59-73, 1982.

- Freeman, Christopher, *The Economics of Industrial Innovation*, deuxième édition, Francis Pinter, Londres, 1982.
- Griliches, Zvi, «Productivity, R&D and the Data Constraint», *American Economic Review*, vol. 84, p. 1-23, 1994.
- Grossman, Gene M. et Elhanan Helpman, «Product Development and International Trade», *Journal of Political Economy*, vol. 97, p. 1261-1283, 1989.
- Grossman, Gene M. et Elhanan Helpman, *Innovation and Growth in the Global Economy*, The MIT Press, Cambridge (Mass.), 1991a.
- Grossman, Gene M. et Elhanan Helpman, «Quality Ladders in the Theory of Growth», *Review of Economic Studies*, vol. 58, p. 43-61, 1991b.
- Grossman, Gene M. et Elhanan Helpman, «Technology and Trade», dans l'ouvrage préparé sous la direction de Gene M. Grossman et Kenneth Rogoff, *Handbook of International Economics*, vol. 3, (à paraître) 1994a.
- Grossman, Gene M. et Elhanan Helpman, «Endogenous Innovation in the Theory of Growth», *Journal of Economic Perspectives*, vol. 8, p. 23-44, 1994b.
- Helpman, Elhanan, «Endogenous Macroeconomic Growth Theory», *European Economic Review*, vol. 36 (Papers and Proceedings), p. 237-267, 1992.
- Helpman, Elhanan et Manuel Trajtenberg, «A Time to Sow and a Time to Reap: Growth Based on General Purpose Technologies», The Foerder Institute for Economic Research, Working Paper No. 23-94, 1994.
- Horn, Henrik, Harold Lang et Stefan Lundgren, «Competition, Long Run Contracts and Internal Inefficiencies in Firms», *European Economic Review*, vol. 38, p. 213-233, 1994.
- Irwin, Douglas A. et Peter J. Klenow, «Learning-By-Doing Spillovers in the Semiconductor Industry», *Journal of Political Economy* (à paraître), 1993.
- Judd, Kenneth L., «On the Performance of Patents», *Econometrica*, vol. 53, p. 567-586, 1985.
- Lach, Saul, «R&D and Productivity: A Survey», document reprographié, The Hebrew University, 1994.
- Lach, Saul et Mark Schankerman, «Dynamics of R&D and Investment in the Scientific Sector», *Journal of Political Economy*, vol. 97, p. 880-904, 1989.

- Landes, David, *The Unbound Prometheus*, Cambridge University Press, Cambridge, 1969.
- Lucas, Robert E., Jr., «On the Mechanics of Economic Development», *Journal of Monetary Economics*, vol. 22, p. 3-42, 1988.
- Michaely, Michael, «Exports and Growth: An Empirical Investigation», *Journal of Development Economics*, vol. 40, p. 49-53, 1977.
- Mohnen, Pierre, *Le rapport entre la R-D et la croissance de la productivité au Canada et dans d'autres grands pays industrialisés*, Groupe Communication Canada, Ottawa, 1992a.
- Mohnen, Pierre, «International R&D Spillovers in Selected OECD Countries», document reprographié, UQAM, 1992b.
- Rebelo, Sergio, «Long Run Policy Analysis and Long Run Growth», *Journal of Political Economy*, vol. 99, p. 500-521, 1991.
- Rivera-Batiz, Luis A. et Paul M. Romer, «Economic Integration and Endogenous Growth», *Quarterly Journal of Economics*, vol. 106, p. 531-556, 1991.
- Romer, Paul M., «Endogenous Technological Change», *Journal of Political Economy*, vol. 98, p. S71-S108, 1990.
- Romer, Paul M., «Idea Gaps and Object Gaps in Economic Development», *Journal of Monetary Economics*, 1993.
- Rosenberg, Nathan, «Technological Change in the Machine Tool Industry: 1840-1910», *Journal of Economic History*, vol. 23, p. 414-446, 1963.
- Schmookler, Jacob, *Invention and Economic Growth*, Harvard University Press, Cambridge (Mass.), 1966.
- Schumpeter, Joseph, *Capitalism, Socialism and Democracy*, Harper, New York, 1942.
- Stokey, Nancy, «R&D and Economic Growth», document reprographié, Université de Chicago, 1992.
- Young, Alwyn, «Learning by Doing and the Dynamic Effects of International Trade», *Quarterly Journal of Economics*, vol. 105, p. 369-405, 1991.

Tableau 1
Niveau du produit intérieur brut réel par habitant, 1991

Rang	Pays	PIB réel par habitant (\$ US)
1	États-Unis	22 204
2	Luxembourg	20 904
3	Suisse	21 832
4	Allemagne	19 687
5	Canada	19 281
6	Japon	18 957
7	France	18 152
8	Danemark	17 603
9	Islande	17 442
10	Autriche	17 329
11	Belgique	17 145
12	Suède	16 877
13	Italie	16 866
14	Norvège	16 804
15	Pays-Bas	16 453
16	Australie	16 195
17	Royaume-Uni	15 608
18	Finlande	15 480
19	Nouvelle-Zélande	13 675
20	Espagne	12 714
21	Irlande	11 480
22	Portugal	9 180
23	Grèce	7 729
24	Turquie	3 486

Nota : Les données du PIB sont converties en dollars US par l'OCDE en se fondant sur les valeurs estimatives de la parité des pouvoirs d'achat.

Source : OCDE.

Tableau 2
Répartition du taux de croissance annuel moyen
du revenu national réel par habitant
selon six facteurs, Canada, 1961-1973 et 1974-1993
(en pourcentage par année)

Facteur	Période		Variation
	1961-1973	1974-1993	
Ratio revenu-production	0,0	-0,1	-0,1
Termes de l'échange	0,1	0,2	+0,1
Productivité de la main-d'oeuvre	2,4	1,1	-1,3
Taux d'emploi	-0,1	-0,3	-0,2
Taux de participation à la population active	0,7	0,6	-0,1
Ratio de la population d'âge actif	1,1	0,4	-0,7
Taux de croissance totale	4,2	1,9	-2,3

Nota : La ventilation du revenu national réel par habitant en six ratios est exacte. Les taux de croissance annuels moyens de chaque ratio, pour les deux sous-périodes, ont été calculés à l'aide d'une régression des moindres carrés ordinaires du logarithme du ratio sur une constante et sur deux tendances chronologiques, l'une débutant en 1961 et l'autre en 1974.

Source : Calculs des auteurs fondés sur des données de Statistique Canada (voir le texte).

Tableau 3
Taux de croissance annuel moyen
de la productivité de la main-d'oeuvre,
pays du G-7 et moyenne de l'OCDE,
1960-1973 et 1974-1993
(en pourcentage par année)

Pays	Période		Variation
	1960-1973	1974-1993	
États-Unis	2,0	0,7	-1,3
Japon	8,2	2,7	-5,6
Allemagne	4,2	2,0	-2,2
France	4,8	2,0	-2,8
Italie	5,8	1,7	-4,1
Royaume-Uni	2,8	1,6	-1,2
Canada	2,5	1,0	-1,6
Moyenne du G-7	4,3	1,7	-2,6
Moyenne de l'OCDE	4,2	1,9	-2,3

Nota : La productivité de la main-d'oeuvre est égale au PIB réel par personne employée. Les taux de croissance annuels moyens de la productivité sont calculés à l'aide d'une simple comparaison actuarielle des niveaux de productivité du début et de la fin de la période. Cette méthode donne des résultats légèrement différents de ceux fondés sur la technique de régression utilisée pour le Canada au tableau 2. Les moyennes de l'OCDE sont des moyennes simples non pondérées des taux de croissance des pays membres.

Source : Calculs des auteurs fondés sur des données de l'OCDE.

Table 4
Moyenne et écart type des taux de croissance annuels de la
productivité de la main-d'oeuvre
pour divers regroupements de pays industrialisés,
1960-1973 et 1974-1993
(en pourcentage par année)

Regroupement de pays	Moyenne		Écart type	
	1960-1973	1974-1993	1960-1973	1974-1993
Groupe des sept (G-7)	4,3	1,7	2,2	0,7
Groupe des dix-neuf	3,9	1,6	1,6	0,6
Groupe des vingt-quatre	4,2	1,9	1,8	1,1

Nota : Le Groupe des sept comprend les États-Unis, le Japon, l'Allemagne, la France, l'Italie, le Royaume-Uni et le Canada. Le Groupe des dix-neuf comprend aussi l'Australie, l'Autriche, la Belgique, le Danemark, la Finlande, l'Irlande, les Pays-Bas, la Nouvelle-Zélande, la Norvège, l'Espagne, la Suède et la Suisse. Enfin, le Groupe des vingt-quatre est formé de l'addition des deux plus petits pays de l'OCDE (l'Islande et le Luxembourg) et des trois pays moins industrialisés (Grèce, Portugal et Turquie). Les moyennes des groupes et les écarts types sont fondés sur des moyennes simples non pondérées des pays membres.

Source : Calculs des auteurs fondés sur des données de l'OCDE.

Tableau 5
Écart type du PIB réel par habitant
pour divers regroupements de pays industrialisés, 1960 et 1991
(en pourcentage)

Regroupement de pays	Écart type	
	1960	1991
Groupe des sept (G-7)	37	14
Groupe des dix-neuf	34	17
Groupe des vingt-quatre	50	36

Nota : Les regroupements de pays sont définis dans la note du tableau 4. Les données présentées ci-dessus sont l'écart type du logarithme du PIB réel par habitant. Il s'agit de l'écart moyen en pourcentage par rapport à la moyenne.

Tableau 6
Taux de croissance annuels moyens
de la productivité totale des facteurs,
pays du G-7, 1960-1973 et 1974-1993
(en pourcentage par année)

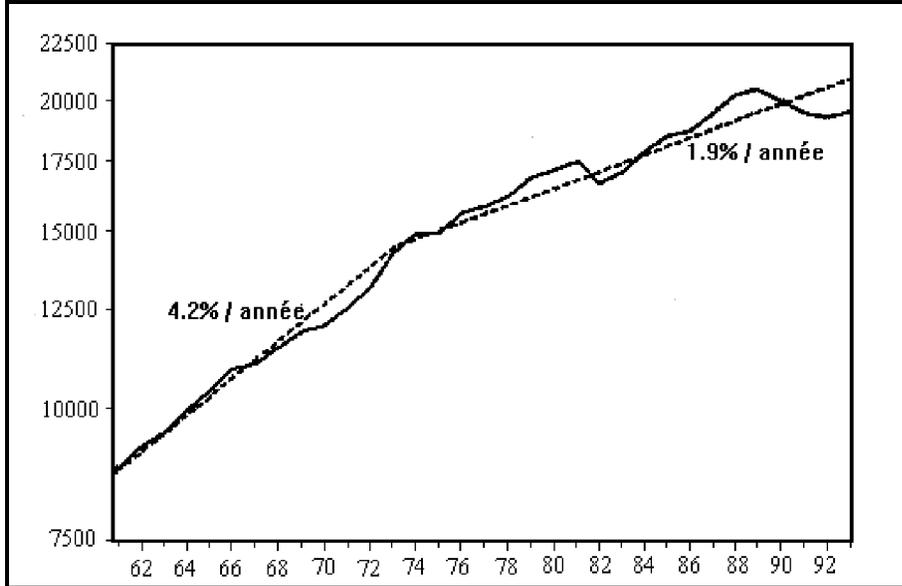
Pays	Période		Variation
	1960-1973	1974-1993	
États-Unis	1,6	0,1	-1,5
Japon	5,6	1,4	-4,1
Allemagne	2,6	0,5	-2,1
France	4,0	1,4	-2,6
Italie	4,4	1,4	-3,0
Royaume-Uni	2,5	1,2	-1,3
Canada	2,0	0,3	-1,8
Moyenne du G-7	3,2	0,9	-2,3

Nota : Le taux de croissance de la productivité totale des facteurs (PTF) est calculé pour le secteur commercial à partir de l'équation (2) du texte. Les taux de croissance annuels moyens de la PTF sont calculés à l'aide d'une simple comparaison actuarielle des niveaux de PTF du début et de la fin de la période. Les séries de données débutent en 1960 pour les États-Unis, l'Allemagne et l'Italie, en 1962 pour le Japon, en 1963 pour la France et le Royaume-Uni et en 1966 pour le Canada. Les moyennes du G-7 sont des moyennes non pondérées.

Source : Calculs des auteurs fondés sur des données de l'OCDE.

Graphique 1 Niveau de vie

Revenu national (PNB) réel par habitant,
Canada, 1961-1993 (\$ can. de 1986)



Graphique 2

Productivité totale des facteurs

Estimation de la productivité totale des facteurs
Canada, 1961-1993 (1961=100)

