

DIRECTEUR GÉNÉRAL DE LA PUBLICATION : PETER HOWITT

La croissance fondée sur le savoir et son incidence sur les politiques microéconomiques



**La croissance fondée sur le savoir et son
incidence sur les politiques
microéconomiques**

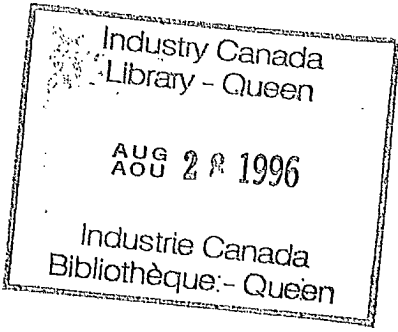
LES ÉTUDES QUI COMPOSENT le présent ouvrage sont principalement l'oeuvre de chercheurs universitaires. La conception et la gestion du projet demeurent la réalisation du personnel d'Industrie Canada qui n'a cessé d'encourager les auteurs par ses commentaires objectifs, tout au long de l'exercice. Quoi qu'il en soit, les idées exprimées dans les articles n'engagent que leurs auteurs et ne reflètent pas nécessairement les politiques ni le point de vue d'Industrie Canada ou du gouvernement canadien.

Queen
HC
120
ISS
I4614
1995
c.2

DIRECTEUR GÉNÉRAL DE LA PUBLICATION : PETER HOWITT

La croissance fondée sur le savoir et son incidence sur les politiques microéconomiques

Documents de recherche d'Industrie Canada



University of Calgary Press

© Ministère des Approvisionnements et Services Canada 1996

ISBN 1-895176-79-4

ISSN 1188-0996

University of Calgary Press

2500 University Dr. N.W.

Calgary, Alberta, Canada T2N 1N4

Données de catalogage avant publication (Canada)

Vedette principale au titre:

La croissance fondée sur le savoir et son incidence sur les politiques
microéconomiques

(Les Documents de recherche d'Industrie Canada, ISSN 1188-0996; VI)

Publié aussi en anglais sous le titre : The Implications of Knowledge-Based Growth
for Micro-Economic Policies.

Conférence tenue à Ottawa les 30 et 31 mars 1995.

Comprend les références bibliographiques.

ISBN 1-895176-79-4

N° de cat. Id53-11/6-1996F

1. Développement économique — Congrès.
2. Canada — Politique économique — Congrès.
3. Technologie de l'information — Canada — Congrès.
4. Théorie de l'information en économique — Congrès.
5. Canada — Conditions économiques — 1991- — Congrès.
6. Microéconomie — Congrès.
 - I. Howitt, Peter, 1946- .
 - II. Canada. Industrie Canada.
 - III. Collection.

HC79.I5515614 1996

338.9'26

C95-980253-3

Tous droits réservés. On ne peut reproduire aucune partie du présent ouvrage, sous quelque forme ou par quelque procédé que ce soit (graphique, électronique ou mécanique) sans autorisation préalable de l'éditeur. Toute demande de photocopie, d'enregistrement sur support magnétique ou autre ou de reproduction dans des systèmes de stockage et d'extraction d'informations relativement à une partie quelconque du présent ouvrage doit être fait par écrit auprès de la Canadian Reprography Collective, 379, rue Adelaïde ouest, pièce M1, Toronto (Ontario) M5V 1S5.

La University of Calgary Press remercie l'Alberta Foundation for the Arts (bénéficiaire de l'Alberta Lotteries) pour le soutien accordé à son programme d'aide à l'édition pour 1996.

COORDONNATEUR DE LA PUBLICATION ET TRADUCTION FRANÇAISE : Excelcom Translex Ltée.

MAQUETTE COUVERTURE ET INTÉRIEUR : Brant Cowie/ArtPlus Limited

Imprimé et relié au Canada

∞ Cet ouvrage est imprimé sur papier désacidifié.



Table des matières

PRÉFACE xiii

INTRODUCTION 1

PETER HOWITT

- Les sources du savoir : concepts et mesures* 2
- Le savoir dans l'examen des problèmes soulevés par les politiques cadres* 3
- Faciliter la croissance fondée sur le savoir* 4
- Le Canada et la révolution des télécommunications dans le monde* 5
- Conclusion* 6

PARTIE I LES SOURCES DU SAVOIR : CONCEPTS ET MESURES

1. CROISSANCE ET SAVOIR : PROBLÈMES DE QUANTIFICATION 11

PETER HOWITT

- Introduction* 11
- Le savoir en tant que bien de production* 13
- Quantification de la production, de la productivité et du savoir* 19
- Modèle formel* 24
- Conclusion* 30

COMMENTAIRES 35

THOMAS K. RYMES

- Introduction* 35
- Quantification* 37
- Conclusion* 41

2. ÉVALUATION QUANTITATIVE DES INDUSTRIES À FORTE
CONCENTRATION DE SAVOIR PAR RAPPORT AUX
INDUSTRIES À FAIBLE CONCENTRATION DE SAVOIR

FRANK C. LEE ET HANDAN HAS

Résumé	45
Introduction	45
Classification des industries à forte, moyenne et faible concentration de savoir	46
Autres indicateurs	57
Comportement économique	61
Conclusion	66
Annexe A : Indicateurs de savoir	69
Annexe B : Comportement économique des industries	76

COMMENTAIRES 88

DONALD G. McFETRIDGE

3. VALORISATION DES RESSOURCES HUMAINES ET
INNOVATION : ANALYSE SECTORIELLE 93

JOHN R. BALDWIN ET JOANNE JOHNSON

Résumé	93
Introduction	95
La formation dans le plan stratégique de l'entreprise	96
L'enquête sur les petites et moyennes entreprises en croissance	98
Quantification de la formation	99
Les facteurs déterminants de la formation	99
Analyse sectorielle	109
Conclusion	118
Annexe A	120

COMMENTAIRES 126

LEWIS ALEXANDER

PARTIE II LE SAVOIR DANS L'EXAMEN DES
PROBLÈMES SOULEVÉS PAR LES
POLITIQUES CADRES

4. PREUVE EMPIRIQUE ET DÉBAT SUR L'INTÉGRATION
ÉCONOMIQUE ET LA CROISSANCE ÉCONOMIQUE

RICHARD HARRIS

<i>Introduction</i>	135
<i>Contexte : rudiments théoriques</i>	137
<i>Échanges commerciaux, croissance et intégration économique :</i> <i>quelques preuves empiriques</i>	141
<i>Modélisation des effets dynamiques de l'intégration économique</i>	154
<i>Conclusion</i>	171

COMMENTAIRES 178

JAMES A. BRANDER

<i>Introduction</i>	178
<i>Sources de croissance économique</i>	178
<i>Activité</i>	180
<i>Dilution des ressources naturelles</i>	180
<i>Éducation et capital humain</i>	181
<i>Convergence et transfert de technologie</i>	182
<i>Ouverture internationale</i>	183
<i>Dernières remarques</i>	184

5. BARRIÈRES INTERPROVINCIALES AU COMMERCE ET
CONSIDÉRATIONS SUR LA CROISSANCE ENDOGÈNE

JOHN WHALLEY

<i>Introduction</i>	187
<i>Les barrières interrégionales et leurs effets</i>	188
<i>Multipliateurs, majoration et amplification</i>	194
<i>Évolution depuis 1983</i>	197
<i>Considérations sur la croissance endogène</i> <i>et obstacles interprovinciaux</i>	200
<i>Conclusion</i>	203

COMMENTAIRES 206

ROBIN BOADWAY

<i>Introduction</i>	206
<i>Résumé de l'argument de John Whalley</i>	206
<i>Autres observations sur les effets de la croissance endogène</i>	209
<i>Élargissons l'horizon</i>	211

6. PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE ET CROISSANCE ENDOGÈNE

A.L. KEITH ACHESON ET DONALD G. MCFETRIDGE

<i>Introduction</i>	217
<i>Nature de la propriété intellectuelle</i>	218
<i>Importance des modèles de croissance endogène</i>	239
<i>Analyse économique de la propriété intellectuelle</i>	246
<i>Contrats passés entre l'inventeur initial et ses continuateurs</i>	256
<i>Conclusions</i>	267

COMMENTAIRES 274

JOCK LANGFORD

<i>Les droits de propriété intellectuelle dans une économie globale fondée sur le savoir</i>	278
--	-----

PARTIE III DÎNER-CAUSERIE

7. LES INCIDENCES ÉCONOMIQUES ET SOCIALES D'UNE SOCIÉTÉ À FORTE INTENSITÉ DE QUALIFICATIONS 287

LUC SOETE

PARTIE IV FACILITER LA CROISSANCE FONDÉE SUR LE SAVOIR

8. LA POLITIQUE D'INNOVATION, POINT DE VUE DU STRUCTURALISTE

RICHARD G. LIPSEY ET KEN CARLAW

<i>Introduction</i>	297
<i>La théorie du structuraliste, quelques rudiments</i>	298
<i>Politiques encourageant l'innovation</i>	312
<i>Exemples de cas : données et leçons</i>	315
<i>Exercices de politique</i>	319
<i>Annexe A : Études de cas – politiques spécifiques et politiques générales</i>	350

COMMENTAIRES 391

GILLES PAQUET

<i>L'approche du structuraliste, technologie et innovation</i>	391
<i>Politiques qui favorisent l'innovation</i>	392
<i>Un avertissement</i>	393
<i>Leçons de politique</i>	394

9. SYSTÈMES LOCAUX D'INNOVATION VERS UNE STRATÉGIE D'HABILITATION 397

ZOLTAN ACS, JOHN DE LA MOTHE ET GILLES PAQUET

<i>Introduction</i>	397
<i>Les paradoxes de la mondialisation</i>	398
<i>Mésosystèmes d'innovation</i>	401
<i>Dynamiques de réseau et mentalité centraliste</i>	403
<i>Preuves indirectes : quelques ouvrages comparatifs</i>	407
<i>Conséquences au plan de l'action</i>	413
<i>Conclusion</i>	415

COMMENTAIRES 420

JOHN BURBIDGE

PARTIE V LE CANADA ET LA RÉVOLUTION DES
TÉLÉCOMMUNICATIONS
DANS LE MONDE

10. LES RÉPERCUSSIONS DE L'INFRASTRUCTURE DES
TÉLÉCOMMUNICATIONS SUR LE DÉVELOPPEMENT
ÉCONOMIQUE 425

LARS-HENDRIK RÖLLER ET LEONARD WAVERMAN

<i>Introduction</i>	425
<i>Les télécommunications et la croissance : analyses antérieures</i>	429
<i>Les investissements dans les télécommunications et la croissance : données et corrélations</i>	436
<i>Investissement dans les télécommunications et croissance : un modèle endogène</i>	445

COMMENTAIRES 453

DAVID ALAN ASCHAUER

11. L'INDUSTRIE CANADIENNE DU MATÉRIEL DE
TÉLÉCOMMUNICATION, SES RETOMBÉES SCIENTIFIQUES
ET SA CONTRIBUTION À LA CROISSANCE DE LA
PRODUCTIVITÉ

JEFFREY I. BERNSTEIN

Introduction 457
Production, capital scientifique et croissance de la productivité 459
Élasticité des retombées 462
Croissance de la productivité et taux de rendement social 469
Conclusion 472
Annexe : Modèle d'estimation 475

COMMENTAIRES 483

MICHAEL DENNY

Introduction 483
L'article en question 483
Mécanisme de transmission dans l'histoire de la croissance endogène 484
Problèmes 484
Estimations actuelles 485
Conséquences pour la politique 486

12. L'AUTOROUTE DE L'INFORMATION ET L'ÉCONOMIE

STEVEN GLOBERMAN

Introduction 487
Description de la technologie 488
Conséquences économiques possibles 493
Évaluation des conséquences économiques 502
Questions de politique 515
Sommaire et conclusions 520

COMMENTAIRES 527

ROGER MILLER

La thèse des progrès contenus à cause de la technologie de l'information 529
Remise en question du cadre institutionnel 530
Action publique sur l'autoroute de l'information 531
Déréglementer et laisser les entrepreneurs construire le marché 531
Créer un partenariat entre les secteurs public et privé 532
Indicateurs de l'incidence réelle de la technologie de l'information 532
Conclusion 533

COMMENTAIRES DU RAPPORTEUR 535

13. RAPPORT DE CONFÉRENCE 537

JOHN F. HELLIWELL

- Première séance : *Vers une définition opérationnelle de la croissance fondée sur les connaissances* 538
- Deuxième séance : *Évaluation quantitative des industries à forte intensité de travailleurs du savoir par opposition aux industries à faible intensité de travailleurs du savoir* 540
- Troisième séance : *Développement du capital humain et innovation : analyse sectorielle* 541
- Quatrième séance : *Preuve empirique et débat sur l'intégration et la croissance économiques* 542
- Cinquième séance : *Barrières interprovinciales au commerce et considérations en matière de croissance endogène* 544
- Sixième séance : *La propriété intellectuelle et la croissance endogène* 546
- Septième séance : *Les incidences économiques et sociales d'une société à forte intensité de connaissances* 547
- Huitième séance : *Perspective structuraliste d'une politique d'innovation* 548
- Neuvième séance : *Systèmes locaux d'innovation : vers une stratégie d'habilitation* 551
- Dixième séance : *Les répercussions de l'infrastructure des télécommunications sur le développement économique* 552
- Onzième séance : *L'industrie canadienne du matériel de télécommunication : source de retombées pour la R-D et la productivité du secteur de la fabrication* 554
- Douzième séance : *L'inforoute et l'économie* 555
- Treizième séance : *Résumé et tour d'horizon* 557
- Quatre grandes questions et quelques autres plus secondaires 557
- Les télécommunications : étude de cas 559
- Débat de la dernière séance 562
- Conséquences générales pour les politiques et la recherche à venir 563

LES AUTEURS 567



Préface

CONCEVOIR DES POLITIQUES EFFICACES en mesure d'accroître le nombre d'emplois et de relever le niveau de vie suppose une solide connaissance et une bonne compréhension des déterminants de la croissance économique. Bien que les économistes et les auteurs de politique divergent d'opinion sur certains aspects du mécanisme à l'origine de la croissance de l'économie, tous s'entendent au sujet du rôle fondamental joué par le processus d'innovation résultant de l'accroissement des connaissances. À une époque où les industries canadiennes sont contraintes de se restructurer considérablement pour relever les défis posés par la concurrence sur un marché en voie de mondialisation, une des clés du succès du Canada réside dans le développement d'une économie sous le signe de l'innovation et de l'exploitation du savoir.

La Direction générale de l'analyse de la politique microéconomique d'Industrie Canada a commandé onze études qui pourraient nous aider à élargir et à approfondir nos connaissances sur les grandes questions qui entourent les effets d'un accroissement des connaissances sur l'économie canadienne et ce que pareils effets signifient au niveau des politiques. Les aspects examinés peuvent être répartis en trois groupes : les sources de savoir (principes et méthodes de quantification), la conception et l'évaluation des politiques d'innovation, et l'impact de la révolution mondiale des télécommunications sur l'économie canadienne.

Les constatations des études ont été présentées et débattues lors du colloque qui s'est déroulé à Ottawa en mars 1995 et qui avait pour thème la croissance articulée sur le savoir et son incidence sur les politiques microéconomiques. Les documents ont subséquemment été révisés à la lumière des remarques formulées par les spécialistes participants des universités, du gouvernement et du secteur privé. La version définitive des articles assortie des commentaires pertinents forment cet ouvrage de la série des Documents de recherche d'Industrie Canada.

Les résultats des études présentés ici concourent à l'élaboration des politiques gouvernementales en nous aidant à comprendre un peu mieux comment les politiques influent sur la productivité et la croissance de l'économie canadienne. Dans un contexte plus général, j'espère que la diffusion des résultats de telles recherches alimentera le débat politique sur les grands problèmes de microéconomique auxquels se heurte le Canada et permettra à la population de se faire une meilleure idée des difficultés que soulève l'économie.

Je saisis l'occasion pour remercier les auteurs, mais plus particulièrement le professeur Peter Howitt qui, en plus de sa contribution à l'ouvrage, en a assuré la direction générale. Je suis persuadé que ce nouveau volume suscitera un vif intérêt chez ceux qui doivent élaborer des politiques ou qui se penchent sur les problèmes économiques du Canada et d'ailleurs.

JOHN MANLEY
MINISTRE DE L'INDUSTRIE



Peter Howitt
Département d'économie
Université Western Ontario
et Institut canadien des recherches avancées

Introduction

AU DÉPART, LA RENAISSANCE de la théorie de la croissance inaugurée par Romer et Lucas reposait sur des modèles globaux rudimentaires ayant d'importantes implications macroéconomiques à certains égards comme une croissance soutenue à long terme et les déterminants économiques généraux d'une telle croissance. Malheureusement, ces modèles laissaient beaucoup trop de détails de côté pour être vraiment utiles à l'élaboration des politiques. Par exemple, les modèles laissaient clairement entrevoir que les investissements en recherche et développement (R-D) seraient insuffisants sans programme de subvention. Cependant, implanter un tel programme signifie qu'on devrait composer avec bon nombre d'éléments atypiques qui échappent aux modèles globaux, entre autres comment choisir les activités pouvant être subventionnées, comment structurer efficacement les subventions et s'il faudrait viser une industrie précise plutôt qu'une région, ou l'inverse. Il est impossible de répondre à ces questions sans donner un contenu structurel aux théories de départ.

Les techniques de l'information et des communications qui révolutionnent actuellement l'économie mondiale aggravent de plus en plus cette lacune de la théorie de la croissance endogène. Or, on a besoin d'une théorie de ce genre comme guide pour adapter les nombreux aspects de la politique économique en fonction de cette révolution, car il s'agit de la seule théorie à faire ressortir les causes et les conséquences du changement technologique à la grandeur de l'économie. Néanmoins, on s'est vite rendu compte que les modèles globaux se prêtent mal à l'analyse des changements structurels similaires à ceux qui bouleversent maintenant le monde.

Le présent ouvrage aborde le problème par une analyse de certains aspects structurels du processus de croissance. Réunis, les articles qui suivent nous aident à mieux comprendre de quelle manière la politique économique pourrait s'adapter aux profonds changements technologiques qui ne cessent de transformer l'économie canadienne.

LES SOURCES DU SAVOIR : CONCEPTS ET MESURES

LES ARTICLES SONT DIVISÉS EN QUATRE GROUPES. Le premier aborde un problème d'une importance et d'une complexité grandissantes : une politique économique qui mise sur le changement technologique et la croissance doit exercer une incidence sur la somme de savoir nationale. Or, c'est sur ce plan que la majeure partie de l'information économique à la disposition des auteurs de politiques, information souvent présentée sous forme sommaire, laisse le plus à désirer. Nous ne possédons pas de tableau précis et détaillé des différents éléments du problème. Bien qu'ils ne proposent pas de solution aux problèmes de mesure fondamentaux sous-jacents, les auteurs qui ont contribué au présent ouvrage facilitent l'identification des domaines de recherche les plus importants pour l'avenir et brossent un tableau plus clair de quelques particularités des sources du savoir.

Le premier article, par Howitt, parle des problèmes que soulèvent la construction et l'interprétation des comptes nationaux. Mesurer la croissance attribuable au savoir par les méthodes de comptabilité classiques des comptes nationaux présente plusieurs difficultés que cerne l'auteur. Ce dernier soutient qu'au cours des périodes marquées par une évolution fondamentale et rapide de la technologie comme celle que nous traversons actuellement, pareilles difficultés peuvent entraîner une sous-estimation de la hausse de la production et du rendement.

Ensuite, Lee et Has analysent les données sur 55 industries canadiennes afin d'identifier les écarts de rendement en fonction de la somme de savoir utilisée. Leur article démontre l'existence d'une grande hétérogénéité au sein de chaque grande catégorie. Leurs constatations nous indiquent également qu'il faut se méfier des tentatives grossières où la technologie de pointe est subventionnée aux dépens des industries peu technologiques. Plus exactement, on constate que si les secteurs avides de connaissances enregistrent de meilleurs résultats que les secteurs à moyenne ou à faible concentration de savoir pour ce qui est de la production et de l'emploi, les secteurs à faible concentration de savoir font meilleure figure que les deux autres sur le plan de la productivité de la main-d'oeuvre et de la hausse des salaires.

Dans leur article, Baldwin et Johnson décrivent les relations qui peuvent exister entre différentes sources de savoir. En règle générale, les activités qui engendrent les connaissances supposent soit l'innovation, soit l'accumulation du capital humain. Le second cas s'observe en partie à l'école et en partie au lieu de travail. Pour que la politique gouvernementale encourage les activités de l'une ou de l'autre sorte, ou les deux, il est important de comprendre comment elles sont liées entre elles. L'article illustre bien comment les données d'enquête peuvent résoudre ce genre de problème structurel. Il y est question d'une enquête sur les petites et moyennes entreprises en expansion. On remarque une corrélation positive étonnamment solide entre l'innovation et le développement du capital humain dans ces entreprises. Les auteurs ont aussi noté l'existence d'une grande

hétérogénéité d'un secteur à l'autre pour ces activités, ce qui nous donne encore d'autres raisons pour chercher au-delà des simples théories de la croissance cumulative, qui oublient les variations sectorielles en ce qui concerne la création du savoir.

LE SAVOIR DANS L'EXAMEN DES PROBLÈMES SOULEVÉS PAR LES POLITIQUES CADRES

LA DEUXIÈME SÉRIE D'ARTICLES s'efforce d'appliquer certaines idées de la théorie de la croissance endogène à l'analyse des difficultés que posent les politiques cadres, difficultés qui, pourrait-on croire, devraient être exacerbées par les particularités de la croissance endogène. En d'autres termes, la modification d'un paramètre susceptible d'avoir un effet de grandeur permanent dans le modèle néoclassique de la croissance a-t-il un effet analogue sur le taux de croissance dans le modèle de la croissance endogène? Les politiques qu'entraînerait un gain permanent au niveau du rendement selon le modèle néoclassique pourraient donc parfois donner lieu à une amélioration soutenue du taux de croissance. Même si ce n'est pas le cas, l'intérêt composé fait en sorte que l'effet sur la valeur courante prévue du produit national brut (PNB) devient un multiple de l'effet de niveau. La multiplication devrait sans doute être encore plus importante puisqu'en réalité, on modifie le taux d'intérêt net (le taux d'intérêt moins le taux de croissance) auquel est capitalisé le niveau courant. De simples exercices d'arithmétique révèlent qu'un tel effet peut changer considérablement les résultats du calcul des coûts et des avantages, même si le taux de croissance ne varie que d'une fraction d'un pour cent par année.

Richard Harris ouvre le bal avec un survol de la documentation de plus en plus abondante traitant des répercussions de la libéralisation et de l'intégration des échanges sur la croissance économique. L'auteur se montre sceptique. Bien qu'il existe des analyses intéressantes et, selon lui, de solides données empiriques montrant que la libéralisation du commerce favorise la croissance économique, les preuves sont loin d'être concluantes. On doit une partie du problème au fait que les modèles issus de la théorie de la croissance endogène sont encore trop rudimentaires, ne sont pas assez détaillés pour qu'on isole et vérifie les filières les plus importantes de transmission du savoir. Une autre raison est qu'on possède relativement peu de preuves fiables sur l'importance relative du capital humain, des investissements et de la R-D poursuivie à l'échelon national pour la croissance économique. En outre, nos connaissances sont encore plus fragmentaires en ce qui concerne l'influence de tels facteurs sur le flux des échanges internationaux.

John Whalley s'intéresse au coût des barrières au commerce interprovincial. Sa propre analyse antérieure donne à penser que ces barrières tiennent plus de la proverbiale tempête dans un verre d'eau. À savoir, seules quelques industries isolées, relativement de petite envergure, en paient le prix, la plus manifeste étant l'industrie brassicole. Whalley estime que les perspectives de croissance endogène et l'examen de données plus récentes sur les échanges interprovinciaux n'infirmement

guère ses observations, principalement parce qu'on ignore l'ampleur et le signe des effets sociaux de la technologie endogène dans un monde multi-régional. Il est difficile d'identifier les filières particulières par lesquelles les petits effets de rendement statiques pourraient déboucher de façon convaincante sur des effets significatifs du point de vue empirique, plus difficile même que dans l'étude des échanges internationaux de Harris.

Le dernier article de cette partie est celui d'Acheson et McFetridge. Les auteurs examinent une fois de plus la question des régimes de propriété intellectuelle à la lumière de la théorie de la croissance endogène. L'article donne une vue d'ensemble de la manière dont on protège la propriété intellectuelle au Canada, et des externalités que pourrait modifier pareille protection. Les auteurs soutiennent que sous sa forme actuelle, la structure des coûts de transaction de la théorie de la croissance endogène est trop complexe pour que la protection de la propriété intellectuelle joue un rôle important dans le problème. Quoiqu'il en soit, la théorie met en relief deux aspects importants du régime de la propriété intellectuelle sur lesquels on ne s'est pas encore assez penché : la relation entre les inventeurs et leurs successeurs, et les liens entre la recherche commerciale et la recherche libre. Les deux sont examinés de façon approfondie dans l'article.

FACILITER LA CROISSANCE FONDÉE SUR LE SAVOIR

LE TROISIÈME GROUPE D'ARTICLES se rapporte aux politiques qui ont pour but de promouvoir et de faciliter l'élaboration, la diffusion et l'adoption de nouvelles technologies. Dès les débuts de la théorie de la croissance endogène, on s'est vite rendu compte que la hausse des revenus, les externalités et la concurrence imparfaite qui caractérisent le processus d'innovation justifient une intervention de l'État. Pourtant, les partisans de cette théorie ont hésité à s'engager dans cette direction politique, dans une large mesure parce qu'ils étaient conscients de l'intervention de nombreux autres aspects outre ceux intégrés aux modèles. Par exemple, l'État doit déterminer qui recevra une subvention, quelles activités seront subventionnées et quelles dispositions prendre. Les modèles globaux qui ne tolèrent pas de variation au niveau de ces dimensions, ou très peu, se prêtent mal à l'examen d'une telle question. Il en va autant des modèles qui prédisent l'échec du marché sans laisser une place raisonnable à l'échec du gouvernement.

L'article de Lipsey et Carlaw détaille la structure de diverses politiques d'innovation et s'efforce d'établir ce qui rend une politique efficace ou non. Les auteurs ont rassemblé des données sur une trentaine de politiques d'innovation canadiennes et étrangères. L'article offre un aperçu de chaque cas avant de les classer d'après plusieurs critères conventionnels : réussite ou fiasco, saut important ou modification graduelle, tentative visant à faire reculer les frontières de la science ou simplement à rattraper d'autres pays. L'analyse reprend le point de vue structurel de la croissance de Lipsey et Bekar voulant que les effets d'un changement technologique dépendent avant tout de la mesure dans laquelle le changement en question est compatible avec la structure de l'économie. L'article

classe aussi les cas selon l'importance des modifications structurelles entraînées par les innovations. Partant de ces études de cas, les auteurs suggèrent qu'en général, une politique a plus de chance d'aboutir si elle vise un changement graduel au lieu d'un saut important, si les innovations n'exigent pas trop de modifications à la structure et si la politique est assez souple pour donner au secteur privé la chance de s'adapter aux incertitudes du processus d'innovation.

Les auteurs font figure de pionnier pour ce qui est des études comparatives des politiques; leur article sert de modèle sur la façon dont un jugement éclairé peut débrouiller un problème que la théorie de la croissance endogène soulève sans résoudre.

L'autre article de cette partie, celui de Acs, de la Mothe et Paquet, détermine si la politique d'innovation devrait avoir un effet neutre sur les secteurs d'activité ou devrait s'adresser à des groupes d'industries, de régions ou d'entreprises précis, partageant des liens entre elles et développant une synergie grâce aux retombées technologique et à d'autres externalités. Selon les auteurs, on devrait abandonner le concept d'un régime national d'innovation comme celui avancé par Nelson pour un autre, qui insistera davantage sur l'importance des réseaux locaux. L'article examine l'origine de ces réseaux, fournit les preuves de leur importance grandissante et révèle que les réseaux intègrent souvent les externalités du processus d'innovation. Les principales implications de cette analyse sur le plan de la politique sont qu'on devrait oublier la centralisation et épouser une approche partant du bas vers le haut, puis instaurer une infrastructure infra-nationale propre à soutenir les interactions locales. En préconisant cette approche, les auteurs font écho à Lipsey et à Carlaw qui soulignent la nécessité de laisser une marge de manoeuvre suffisante au secteur privé pour que celui-ci ne soit pas pris au dépourvu en cas d'imprévu.

LE CANADA ET LA RÉVOLUTION DES TÉLÉCOMMUNICATIONS DANS LE MONDE

LA DERNIÈRE SÉRIE D'ARTICLES porte sur un secteur de l'économie canadienne au coeur même de la croissance articulée sur le savoir – celui des télécommunications. Ce secteur absorbe une part appréciable des fonds injectés dans la R-D au Canada. Les innovations qui en résultent affectent l'économie dans son ensemble puisque la communication est indissociable d'une économie bien intégrée. Bien sûr, les externalités et les retombées caractéristiques au processus de croissance abondent dans les réseaux de télécommunication. Par ailleurs, ce secteur se trouve au centre de la révolution de l'information et des communications à l'origine d'une bonne partie du changement technologique.

L'article de Röller et Waverman décrit certains problèmes qui surgissent quand on s'efforce de jauger l'importance de l'infrastructure des télécommunications pour la croissance. Les auteurs soulignent qu'il existe une corrélation positive entre le PIB réel et le nombre de lignes de téléphone principales dans un pays ou un autre. Cependant, ils démontrent aussi que la relation causale va dans les deux sens. À

elle seule, cette corrélation ne permet donc pas de déterminer laquelle des hypothèses qui suivent est la bonne : soit que les lignes téléphoniques favorisent la croissance, soit que la croissance accroît la demande de lignes téléphoniques, ou que le nombre de lignes est corrélé avec des déterminants plus fondamentaux de la croissance économique. Les constatations de cet article devraient montrer quelle direction les recherches empiriques devraient emprunter.

Dans son article, Bernstein étudie les retombées de la R-D dans l'industrie du matériel de télécommunications. Il estime les effets de la R-D poursuivie dans le secteur manufacturier canadien, de la R-D entreprise aux États-Unis et de celle du secteur du matériel de télécommunications sur le secteur manufacturier canadien. L'auteur constate que les retombées les plus importantes viennent de la R-D entreprise aux États-Unis, mais qu'on ne peut négliger pour autant les retombées du secteur du matériel de télécommunications puisqu'une hausse de 1 % des investissements de ce secteur au titre de la R-D réduit le coût variable unitaire de 0,011 %. L'article fixe également le taux de rendement social des investissements dans la R-D à 55 % pour le secteur du matériel de télécommunications, ce qui est plus élevé que le taux de rendement privé. Dans l'ensemble, les constatations de l'auteur justifient l'adoption de politiques gouvernementales qui encourageront la R-D dans ce secteur capital.

Enfin, l'article de Globerman étudie les répercussions économiques de l'autoroute de l'information. On trouvera dans cet article une description fort intéressante des effets de l'autoroute de l'information. L'auteur souligne que les retombées économiques dépendront non pas de la productivité moyenne de cette innovation, mais de sa productivité marginale. Globerman se dit sceptique et soutient que les usages actuels de l'autoroute de l'information ne font que reproduire des installations existantes, à un coût beaucoup plus élevé. Par ailleurs, l'auteur montre qu'il y a lieu de se méfier de l'argument des externalités en ce qui concerne une intervention du gouvernement en la matière. Bien sûr, l'issue d'un changement technologique est par définition incertaine et Globerman convient que les visionnaires pourraient être dans le vrai, même sans preuves objectives concluantes pour étayer leurs allégations. Quoi qu'il en soit, son analyse donne à penser qu'on devrait faire preuve de prudence avant de trop investir dans une énorme infrastructure, et qu'on devrait être prêt à laisser agir les forces concurrentielles du marché aussi bien dans ce secteur que dans les autres.

CONCLUSION

COMME LE SUGGÈRE CETTE BRÈVE INTRODUCTION, les articles qui composent ce volume aboutissent à peu de conclusions catégoriques. Ils donnent plutôt quelques leçons générales et bon nombre de suggestions pour des recherches subséquentes. On se rappellera que la théorie de la croissance endogène a à peine dix ans. Personne ne sera donc surpris qu'une si jeune théorie exige d'être

perfectionnée. Par ailleurs, rien dans cette série d'articles n'indique que la théorie de la croissance endogène nous engage dans la mauvaise direction quant à l'étude des problèmes qui nous intéressent. Elle montre simplement qu'on a besoin d'un surcroît de détails sur le plan structurel. Néanmoins, grâce aux innombrables suggestions qu'il renferme sur le genre de précisions souhaitées et la façon de les obtenir, le présent ouvrage devrait s'avérer fort utile à ceux qui se pencheront ultérieurement sur les questions de politique se rapportant à la croissance de l'économie canadienne.



Partie I Les sources du savoir :
Concepts et mesures

THE UNIVERSITY OF CHICAGO
LIBRARY



Peter Howitt
Université Western Ontario et ICRA

1

Croissance et savoir : problèmes de quantification

INTRODUCTION

PAR SON THÈME, la présente conférence semble sous-entendre qu'une croissance articulée sur les connaissances ou le savoir est quelque chose de nouveau, tout comme la remarque, si fréquemment entendue de nos jours, que nous vivons à une époque où, pour une raison quelconque, les connaissances ont plus d'importance que dans le passé. Il s'agit d'une erreur. Les économistes qui se sont penchés sur le problème s'entendent depuis longtemps pour dire qu'une croissance à long terme repose toujours sur une expansion des capacités techniques et organisationnelles. Pareillement, chaque période de l'histoire marquée par une croissance rapide et soutenue a vu les progrès intellectuels transformer la vie des gens. La révolution de l'information actuelle accroît radicalement la valeur des connaissances et des aptitudes dans certains domaines, tout en plongeant d'autres secteurs dans l'obsolescence. La même chose s'est produite vers la fin du XVIII^e et au début du XIX^e siècles avec la mécanisation de l'industrie des textiles, voire durant la première moitié du XX^e siècle avec l'avènement du machinisme agricole, pour ne citer que ces deux exemples.

Pour l'économiste, notre époque présente néanmoins quelque chose de nouveau. En effet, nous commençons maintenant à intégrer le savoir dans nos analyses, non pas sous forme d'influence externe mais en tant qu'une des grandes inconnues dont on tente d'expliquer l'évolution en fonction du jeu des forces économiques. Bien que bon nombre des idées relatives à la théorie de la croissance endogène remontent à des auteurs comme Schumpeter, voire John Rae (1834), et bien que les historiens économiques et les spécialistes de la technologie aient analysé les origines de la croissance du savoir et de la productivité de nombreuses années avant que soit formulée la théorie de la croissance endogène, ce n'est qu'avec les travaux de Romer (1986), de Lucas (1988) et de leurs disciples que ces concepts ont été convertis en modèles simples, dynamiques et stochastiques de l'équilibre général.

Dans le modèle le plus simple illustrant la croissance globale, le savoir est dans une large mesure considéré comme un bien ordinaire. On peut l'accumuler à l'instar de n'importe quel autre bien de production et le rassembler avec la même

précision (ou imprécision). La production est égale à AK , où A correspond aux connaissances et K au capital. Des technologies analogues mais distinctes permettent de faire croître A et K , technologies qui prennent dans chaque cas les valeurs existantes de A et de K comme point de départ. La majorité des théoriciens de la croissance, même ceux du courant néoclassique, maintiennent pourtant que le savoir n'est pas un produit, donc qu'on ne peut le modéliser comme tel. Le principal progrès qu'a permis la théorie de la croissance endogène a été de montrer comment les modèles néoclassiques habituels de l'équilibre général, initialement conçus pour mesurer la fabrication, les échanges et l'utilisation des produits, peuvent être modifiés afin de permettre une analyse de la production, des échanges et de l'utilisation des connaissances sans pour autant négliger certaines des différences essentielles entre les deux éléments.

Si la modélisation théorique du savoir a réalisé des progrès, on ne peut en dire autant de la modélisation empirique. En effet, si le savoir diffère véritablement des autres biens, la conclusion logique est qu'on doit le mesurer d'une autre façon et que ses liens avec le régime de prix doivent différer des liens des autres biens. Les principes théoriques sur lesquels repose le système de comptabilité nationale supposent malheureusement que les connaissances sont fixes et communes et que quantifier les prix et le volume des produits est amplement suffisant. De même, aucune mesure empirique couramment admise ne s'applique à de grands concepts comme le stock des connaissances techniques, le capital humain, le coût des ressources utilisées pour étendre les connaissances, le taux d'innovation ou le taux d'obsolescence du savoir existant.

Dans une certaine mesure, nous nous trouvons à un point où la théorie précède la quantification, pour paraphraser un des pères de la théorie du cycle économique (Prescott, 1986). Jeter le blâme sur les économistes empiriques ou les organismes qui recueillent les données serait néanmoins déloyal. Plus exactement, disons que la théorie formelle précède la clarté conceptuelle. Comme on avait tendance à le souligner à Cambridge (Royaume-Uni) au sujet de la controverse sur le capital, il ne s'agit pas vraiment d'un problème de quantification mais de signification. Quand les théoriciens auront établi des catégories conceptuelles claires, alors seulement pourra-t-on les mesurer avec précision.

Le présent article porte sur quelques-uns de ces problèmes conceptuels; l'auteur suggère des façons de les éclaircir et explique les difficultés qu'ils soulèvent lorsqu'on s'efforce de comprendre le virage technologique et la croissance de l'économie. Il insiste sur le point capital qu'en raison de notre inaptitude à quantifier correctement les intrants et les extrants de la création et de l'exploitation du savoir, les méthodes ordinaires servant à calculer le produit national brut (PNB) et la productivité ne brossent pas un tableau exact de la situation. Plus précisément, on néglige une part importante de la production annuelle parce qu'on est incapable de créer un compte d'investissement distinct pour le savoir, comme on le fait pour les biens matériels.

Ces problèmes de quantification ont d'importantes conséquences lorsqu'on s'efforce d'évaluer la croissance en période stable, mais ils faussent considérablement les résultats dans les périodes de transition, comme celle que nous traversons présentement et durant laquelle la révolution de l'information a considérablement accru les possibilités d'accumulation des connaissances. Une de ces conséquences notamment est que le PNB et la productivité semblent baisser alors qu'en réalité leur croissance accélère. La discussion qui suit clarifiera la nature du problème de quantification lors des périodes de transition et des périodes de croissance stable.

LE SAVOIR EN TANT QUE BIEN DE PRODUCTION

PAR «SAVOIR» OU «CONNAISSANCES», on entend un comportement qu'on peut observer, par exemple l'aptitude d'une personne ou d'un groupe à lancer des processus qui aboutiront à une transformation prévisible d'objets, à apprendre ces processus à d'autres ou à les inciter à y recourir¹. Le savoir peut être codifié; c'est le cas lorsqu'on le transmet au moyen de théorèmes mathématiques ou de logiciels en mesure d'être reproduits grâce à des procédures connues. Il peut aussi être tacite, par exemple quand les connaissances n'existent que dans l'esprit de certaines personnes ou font partie intégrante des procédés courants d'une organisation et ne peuvent être transmises ou reproduites de façon mécanique.

La définition qui précède restreint le savoir aux capacités de l'être humain et des organisations, mais les connaissances pourraient aussi être incorporées aux biens, un peu comme on enregistre un logiciel dans un fichier ou sur une disquette. Je préfère considérer une disquette comme un produit unique utilisable aux fins de consommation ou de fabrication, mais dont la création repose sur les connaissances détenues par une personne ou groupe d'individus. Il n'y a sans doute rien de très fondamental là-dessous. On pourrait très bien considérer une disquette portant un programme de la même manière qu'un étudiant diplômé qui a acquis le bagage de connaissances voulu. L'important à cette étape est d'être aussi clair que possible.

La définition qui précède écarte également la notion abstraite de savoir. Livres, devis et logiciels sont des instruments dont on se sert pour reproduire des connaissances, et non des instruments permettant l'exploitation des connaissances existantes. Pareille interprétation modifie la distinction que l'on fait habituellement entre la genèse et la dissémination du savoir, car elle suppose que le lecteur devient une source de connaissances au même titre que l'auteur. La différence réside dans la manière dont les connaissances voient le jour et dans la mesure où ces dernières remplacent les connaissances antérieures. L'écrivain a sans doute consacré plus de temps et d'efforts à son travail et le savoir créé lors de la rédaction de l'ouvrage valait considérablement moins à ce moment que les connaissances générées par le millionième lecteur. Une des raisons pour définir le savoir de cette façon est que ce qu'on croit couramment n'être qu'un exercice d'imitation, n'engendrant aucun coût, s'avère en réalité un processus onéreux qui

ressemble à maints égards au processus d'innovation. Chaque fois qu'une personne s'efforce d'apprendre quelque chose, elle le fait en partie en observant ce que d'autres ont fait avant elle et en partie en innovant.

Le savoir peut donc être défini comme un bien de production. On peut le produire, l'échanger et s'en servir pour fabriquer d'autres produits, ou le reproduire. On peut aussi le stocker, avec des risques de dépréciation, ce qui se produit quand une personne oublie ce qu'elle sait ou voit ses compétences se détériorer. Le savoir peut devenir obsolète, par exemple être remplacé par de nouvelles connaissances. Dans chaque cas néanmoins, il existe d'importantes distinctions entre le savoir et les biens de production proprement dits.

Production

Dans une certaine mesure, la production de connaissances est le sous-produit d'autres activités. Elle a lieu, par exemple, quand on tire des enseignements de la consommation ou de la consommation d'un produit, ou lorsque les connaissances se transmettent de bouche à oreille. Néanmoins, le savoir naît plus généralement pour une raison analogue à celle qui entraîne la production d'un bien quelconque. Une entreprise exploitera des ressources (recherche et développement, formation, études de marché, assistance à des conférences, etc.) dans le but avoué de créer de nouvelles connaissances. Un couple fera lui aussi des sacrifices pour augmenter son savoir en recourant à l'enseignement. Même l'apprentissage sur le tas n'est pas autant une question de chance que le laissent souvent entendre les théoriciens, car une entreprise peut faire et fait effectivement beaucoup pour expérimenter, recueillir de l'information de sa clientèle et ses effectifs, et tirer parti de l'expérience acquise.

Une distinction appréciable entre la production de biens et la production de connaissances est que la seconde comporte typiquement une plus grande part d'incertitude. L'incertitude ne joue pas encore un rôle majeur dans la théorie de la croissance endogène, bien que les partisans du courant évolutionniste y voient une des principales caractéristiques du savoir. La pensée, courante dans les modèles de croissance endogène, que les personnes ont des attentes rationnelles au sujet des retombées de l'innovation est presque une contradiction en soi, puisque innover revient à faire ce que personne n'a jamais osé faire auparavant. Bien sûr, quand les nouvelles connaissances consistent à fabriquer de nouveaux produits, l'investissement dans ces derniers sera teinté de la même incertitude, mais l'investissement matériel se résumant dans une large mesure à la reproduction des structures existantes dans des situations familières, l'incertitude est moins grande que lorsque vient le temps d'engendrer de nouvelles connaissances.

Le produit résultant diffère également entre la production de biens et la production de connaissances. Dans la plupart des cas, le capital physique correspond à des biens matériels dont on peut aisément apprécier la valeur au moyen d'un seul agent de contrôle, quoique certains biens publics (les routes et les monuments par exemple) entraînent des coûts de transaction importants au moment de l'exploitation. Le savoir, par contre, est indissociable de l'être humain et des organisations. Dans le premier cas, il prend la forme du capital humain –

concept dont la difficulté de quantification est mondialement reconnue. Dans le second cas, cependant, sa forme a jusqu'à présent échappé à la théorie de la croissance endogène : il s'agit des procédés courants de l'organisation.

Il convient ici de faire une précision sur ces procédés organisationnels, si difficiles à intégrer à l'économie néoclassique. Quand une importante entreprise décide d'adopter de nouvelles méthodes de fabrication ou de restructurer ses services afin de mieux tirer parti de l'esprit d'initiative, une grande partie du savoir est dispersée entre les membres de l'organisation. Comme dans la célèbre vision d'une économie décentralisée de Hayek (1945), les procédés organisationnels peuvent déboucher sur une synthèse efficace des connaissances détenues par différents éléments, même si aucun de ces éléments n'a une perception détaillée de l'ensemble du travail accompli. À cet égard, on peut dire que l'organisation «possède» un savoir qui n'existe peut-être pas à l'échelon individuel. Si, comme semble le croire Hayek, une grande partie des connaissances personnelles exploitées par l'organisation sont tacites, il se pourrait qu'une personne soit incapable d'acquérir tout le savoir accumulé dans une vaste entreprise².

La principale distinction entre la production de biens et la production de connaissances dérive sans doute du fait que bon nombre de méthodes servant à générer le savoir utilisent comme intrant les connaissances d'autres personnes ou entreprises. Bref, chacun peut observer la nature ou autrui, ou les conséquences des gestes d'une autre personne. Surveiller ce que les autres observent s'avérant difficile sur le plan pratique, on en conclut qu'il existe là un aspect social qu'on ne retrouve pas nécessairement dans d'autres types de production. Cet aspect social complique et, dans de nombreux cas, interdit une évaluation précise des bienfaits sociaux qui ressortent de la création du savoir. Les brevets qui, pourtant, établissent un monopole que l'on peut codifier sur certaines connaissances auront eux-mêmes des retombées inquantifiables. Ainsi, la facilité avec laquelle d'autres personnes reproduiront le savoir dont je suis l'auteur, après en avoir entendu parler ou avoir effectué certaines déductions, leur permettront d'acquérir d'autres connaissances, un peu comme une idée en amène une autre.

L'externalité positive des activités qui engendrent le savoir que suppose ce qui précède est au coeur même de presque toutes les théories de croissance endogène. On la retrouve aussi dans la production du capital physique (comme l'indiquent les premières études sur la construction navale et aéronautique), mais uniquement dans la mesure où la production de connaissances et celle de biens s'effectuent concurremment. Ce sont souvent les connaissances résultant d'une telle activité qui sont difficiles à saisir. Ainsi, on peut vendre un avion et affecter les bénéfices qui en découlent comme n'importe quelle autre marchandise, mais le fabricant ne sera pas indemnisé pour les nouvelles connaissances qui auront été acquises sur la manière d'améliorer la construction de l'avion en question.

La principale implication des points qui précèdent est qu'on ne peut mesurer exactement la plupart des activités qui engendrent le savoir. Nous avons bien une idée des travaux de recherche et de développement poursuivis par les entreprises et

les organismes gouvernementaux grâce aux enquêtes (lire Dosi, 1988, pour une comparaison des résultats globaux à l'échelon international). Nous connaissons aussi, bien sûr, l'importance des intrants dans le secteur de l'éducation. Cependant, on admet couramment que d'autres activités (formation informelle, apprentissage, observation, expérimentation) surviennent couramment au sein de l'entreprise ou de la famille et que ces activités ne sont absolument pas quantifiées. Plus précisément, quoique la comptabilité nationale inscrive le salaire et les autres revenus pour les éléments concernés, on considère qu'il s'agit de paiements pour les intrants servant à la production de biens et de services alors qu'en réalité, il s'agit de paiements pour les intrants servant à la création du savoir.

Échange

Au sens strict, la définition qui précède suppose que le savoir ne s'échange pas entre individus de la manière dont l'envisagent habituellement les théoriciens néoclassiques des prix. En d'autres termes, je peux faire part de mes idées à quelqu'un en lui parlant ou en lui écrivant, de telle sorte que chacun de nous acquiert certaines connaissances de l'autre. L'un de nous pourrait même payer le second pour un tel échange, ce qui se produit effectivement lorsqu'il y a consultation. Cependant, cet «échange» n'exige pas l'abandon des connaissances. Ainsi que Romer (1990) le soulignait, les connaissances, à l'instar de nombreux biens publics, ne sont pas des biens «antagonistes»; bref, beaucoup de personnes peuvent s'en servir sans que la somme de connaissances de chacune d'elles s'amenuise pour autant. Néanmoins, pour être conséquents, puisque nous définissons le savoir comme une capacité plutôt qu'un concept théorique, nous sommes contraints de voir dans un tel «échange» d'information une façon de produire de nouvelles connaissances. Un échange pur en soi est impossible.

Bon nombre d'économistes trouveront sans doute cette interprétation bizarre, c'est-à-dire associer une connotation de création analogue à la notion de production à l'échange de connaissances, même si elle devrait être plus courante en économique. La parabole d'une économie totalement articulée sur le troc, c'est-à-dire une économie où la population pourrait échanger des biens d'une manière quelconque sur une grande échelle sans passer par des entreprises coûteuses chargées de créer, d'exploiter et de préserver les marchés et de les améliorer continuellement, ne correspond pas du tout à la réalité quotidienne, dans l'économie contemporaine. Il est difficile de trouver des activités nécessitant une transaction dans laquelle n'interviennent pas des organismes spécialement créés pour faciliter les opérations de ce genre – il s'agit habituellement d'entreprises privées, mais souvent aussi d'organismes gouvernementaux ou de sociétés sans but lucratif. Wallis et North (1986) estiment qu'on consacre plus de ressources aux États-Unis pour faciliter les transactions que pour transformer la matière. Comme le soutenaient Clower et Howitt (1995), un échange typique est celui où deux parties – dont une entreprise spécialisée – exploitent des ressources

de telle sorte que la première touche une somme d'argent et la seconde reçoit un ou plusieurs articles. Lorsque l'objet de l'échange est le savoir, le coût des ressources utilisées par le vendeur n'inclut pas nécessairement le sacrifice des connaissances transmises.

On fait cependant une autre grande différence entre l'échange d'information et l'échange de marchandises, différence qui se rapporte à l'asymétrie de l'information. Un thème cher à la théorie contemporaine de l'économie est qu'une personne qui souhaite acheter un article quelconque à une autre personne qui en sait davantage sur cet article pourrait subir le contrecoup du risque moral et d'un mauvais choix, si bien que l'anticipation de difficultés ultérieures pourrait faire avorter la transaction. Pareilles difficultés sont inévitables lorsqu'il y a échange de connaissances, car l'asymétrie de l'information qui pourrait faire échouer la transaction quand il s'agit d'un bien est une condition préalable à la réalisation d'un gain quand la transaction concerne les connaissances. Le problème est insoluble avec le savoir tacite. En effet, étant impossibles à codifier et devant être inculquées d'une façon plus personnelle, les connaissances tacites ne peuvent faire l'objet d'un contrat, selon la théorie moderne des contrats. L'incapacité du vendeur de fournir ce qui a été convenu ne peut être réglée facilement en tribunal – point que met en relief Stigler (1973) dans sa satire sur la «vérité dans l'enseignement».

L'asymétrie de l'information et la difficulté de voir ce que les autres font de l'information ont pour conséquence que la recherche et le développement s'effectuent surtout à l'interne (Dosi, 1988). Une entreprise ne pourra résoudre toutes les difficultés qu'une telle asymétrie implique³, mais elle les intégrera sans doute mieux qu'un marché impersonnel. Bien qu'on «vende» une part considérable de la recherche et du développement aux organismes gouvernementaux, les achats dans le secteur privé demeurent relativement rares⁴. Bref, les marchés sur lesquels s'échangent les nouvelles connaissances industrielles sont relativement peu nombreux, si bien qu'on a une très faible idée du cours du marché (plutôt que du prix de cession interne à la fiabilité si douteuse) qui permettrait d'établir ne serait-ce que la valeur de la recherche et du développement dans le secteur privé. En outre, les difficultés d'affectation impliquent que même les prix existants ne reflètent pas exactement les valeurs sociales.

Utilisation, dépréciation et obsolescence

Les connaissances peuvent servir aux mêmes fins générales que les marchandises. Ainsi, elles peuvent être considérées comme un bien de consommation, par exemple lorsqu'on lit ou effectue des recherches par curiosité pure. Le savoir peut aussi aller à la production d'autres biens, à la création de débouchés commerciaux ou à la genèse de nouvelles connaissances. Les économistes ne disent pas grand-chose de l'activité strictement privée de consommation des connaissances, qui place ces dernières à l'écart des autres biens, mais on peut identifier certains aspects du savoir qui rendent l'usage de ce dernier légèrement différent de l'usage des biens de production.

Le premier aspect fait corps avec la théorie de la croissance endogène, soit que les revenus tirés de l'exploitation des connaissances augmentent nécessairement avec l'échelle de production. Prenons par exemple une entreprise qui s'efforce de créer une nouvelle ligne de produits. Si elle réussit, le coût des travaux de recherche et de développement qui lui ont permis de parvenir à ses fins fera partie des coûts irrécupérables des activités subséquentes de la société. Chaque fois qu'elle fabriquera les nouveaux produits, cette dernière dépensera plus en capital et en main-d'oeuvre, mais ne payera pas d'autres connaissances en reprenant les travaux de recherche et de développement effectués antérieurement.

Le problème du rendement croissant est que celui-ci est incompatible avec le cadre habituel de l'équilibre général, dans une situation de concurrence idéale. Pour que la concurrence crée un équilibre, les entreprises doivent être trop petites pour avoir la mainmise sur le marché et doivent se contenter de bénéfices ordinaires. Cet équilibre disparaît dès qu'une entreprise grandit au point d'influer sur le marché en vue d'accroître son rendement, donc ses profits. Si on modélise un équilibre général dans une telle économie, la concurrence est imparfaite ou les économies d'échelle doivent être extérieures à l'entreprise. Dans le second cas, aucune entreprise n'estimerait pouvoir réaliser des économies d'échelle par une expansion de ses activités, car ces économies dépendraient de la taille de l'industrie ou de l'économie dans son entièreté, et non des activités de l'entreprise.

L'autre aspect qui rend l'usage des connaissances pour la production si différent de l'utilisation des biens est que le savoir entraîne automatiquement l'obsolescence d'autres connaissances et d'autres biens. Au début du XIX^e siècle, l'invention du métier mécanique a eu des conséquences désastreuses sur les tisserands, dont le capital humain avait une très grande valeur. Ces artisans ont vite été remplacés par des machines. Pareillement, les connaissances qui ont débouché sur la fabrication et l'utilisation des micro-ordinateurs et des appareils de traitement de texte ont fait tomber en désuétude les machines à écrire, les usines qui les fabriquaient et les connaissances spécialisées qu'exigeaient leur production et leur usage. Bref, la genèse de nouvelles connaissances semble toujours entraîner ce que Schumpeter appelle une destruction créative.

D'un côté, la destruction créative signifie que la production de connaissances est assortie d'externalités négatives. Comme l'ont montré Aghion et Howitt (1992) avec leur modèle de croissance schumpeterien, la création de connaissances suppose la recherche d'un profit, de telle sorte qu'avec une attitude de laisser faire, la société pourrait utiliser plus que la quantité optimale de ressources pour produire de nouvelles connaissances. Il existe cependant une implication plus profonde en vertu de laquelle un des principaux buts du savoir est d'aider les entreprises à se livrer concurrence. En effet, ainsi que le mentionnait Schumpeter, l'essence même de la concurrence dans une économie libre n'a pas grand-chose à voir au fait que les entreprises prennent ou non les prix comme des paramètres, comme le suppose la théorie sur les prix. La concurrence vient plutôt du recours au processus d'innovation à l'origine de la destruction créative. Les

entreprises qui réussissent à survivre ne réagissent pas aux difficultés en réaffectant des ressources et en manipulant les prix dans le contexte de paramètres techniques connus. Elles innovent en trouvant des façons inattendues pour réduire leurs coûts et ouvrir de nouveaux débouchés, ou fabriquer des produits qui trouveront acquéreur même quand les temps sont difficiles.

Le dernier aspect qui rend l'utilisation du savoir différente de l'utilisation des biens est que dans une large mesure, les connaissances ne servent pas à fabriquer plus de produits à un coût plus bas (comme c'est le cas avec un processus d'innovation idéal) mais à inventer des produits qui n'existaient pas auparavant. Parallèlement, on peut recourir aux connaissances pour élever la qualité des produits à un niveau qui n'avait pas été atteint auparavant. Bien sûr, on sait pertinemment que les améliorations de la qualité sont très difficiles à juger, difficulté qui entrave depuis longtemps la conception d'indices de prix et de méthodes fiables qui permettraient de mesurer le rendement réel d'un secteur ou de l'économie en général.

QUANTIFICATION DE LA PRODUCTION, DE LA PRODUCTIVITÉ ET DU SAVOIR

DE LA DISCUSSION QUI PRÉCÈDE sur la théorie de la croissance endogène il ressort ce qui suit : les particularités qui distinguent les connaissances des biens posent quatre grands problèmes de quantification. Le premier a trait à «l'apport des connaissances». Les méthodes habituelles utilisées pour déterminer l'importance des travaux de recherche et de développement, des ressources exploitées par le secteur de l'éducation (qui ne tiennent pas compte des nombreuses activités informelles poursuivies couramment par les entreprises et les particuliers) et du coût privé de l'éducation absorbé par les particuliers sous-estiment sans aucun doute l'importance des ressources consacrées à la création du savoir. Beaucoup de travailleurs, qu'on suppose engagés dans la production, la gestion ou d'autres activités sans rapport avec la recherche, consacrent en réalité une part considérable de leur temps et de leur énergie à trouver de meilleures façons pour fabriquer et vendre le produit de l'entreprise qui les emploie. Leur participation devrait être considérée, en partie du moins, comme un élément du coût de production des connaissances.

Le deuxième problème a trait à «l'investissement dans les connaissances». En effet, le savoir engendré par les activités officielles et informelles de recherche et de développement ne sont pas quantifiées, car elles ne débouchent pas immédiatement sur un produit dont on peut établir le cours du marché. Haig et Simmons pensent que la genèse du savoir est équivalente à la production de biens car, dans un cas comme dans l'autre, on se sert de ressources qui auraient pu accroître la consommation pour améliorer les possibilités de consommation dans l'avenir. Pourtant, les comptes nationaux ne comportent aucun poste de dépense qui permettrait de saisir une part importante de la progression annuelle du bagage de connaissances de la société, comme il en existe un tenant compte de l'augmentation

des réserves de capital – outre la production du secteur de l'éducation et les travaux de recherche et de développement poursuivis par le gouvernement ou vendus à celui-ci. Les nouvelles connaissances engendrées par les travaux de recherche et de développement que poursuivent les entreprises de leur propre chef (notamment une bonne partie de la recherche et du développement industriels) n'apportent aucune contribution positive directe au PNB ou à la valeur ajoutée du secteur, comme cela se produirait si les mêmes ressources servaient à produire de nouveaux biens.

Pour mieux l'illustrer, prenons une entreprise qui engage des chercheurs supplémentaires au coût de un million de dollars durant l'année. Cette dépense supplémentaire n'a d'autre résultat que l'obtention d'un brevet à la fin de l'année qui aidera l'entreprise à accroître ses futurs bénéfices, d'une somme prévue de deux millions de dollars. L'entreprise n'étant pas autorisée à capitaliser ses dépenses de recherche et de développement, les comptes nationaux ne révéleront aucune hausse de la production courante pour le secteur concerné. De même, bien qu'on ait noté une hausse de un million de dollars au titre des salaires (en supposant que les travailleurs viennent de la population active), la partie revenu des comptes montrera une baisse correspondante des profits, car les dépenses de l'entreprise n'ont généré aucun revenu. Or, si les mêmes travailleurs avaient fabriqué une machine de deux millions de dollars au lieu d'obtenir un brevet, le PNB se serait relevé de deux millions de dollars⁵.

Bien sûr, dans la mesure où ils débouchent sur la production d'autres marchandises ou améliorent les produits existants, les travaux de recherche et de développement finiront par modifier le PNB. Cependant, on devrait considérer les connaissances au même titre qu'un produit, au moment de leur création, ainsi qu'on le fait pour les investissements matériels et cela, même si elles agissent sur le PNB par la suite en relevant la capacité de production d'autres biens. Par ailleurs, bon nombre des effets que les travaux de recherche et de développement auront sur le PNB en améliorant la qualité des marchandises ne seront pas quantifiés à cause du troisième problème, celui de «l'amélioration de la qualité». Ainsi que bon nombre d'auteurs l'ont souligné, la difficulté d'intégrer les nouveaux produits et les améliorations de la qualité aux indices des prix signifie que bon nombre des avantages résultant des travaux de recherche et de développement passent inaperçus quand la création du savoir par les entreprises a justement pour but l'amélioration des produits et des services.

La quatrième difficulté a trait à «l'obsolescence». Si les méthodes de mesure ordinaires du PNB devraient inclure un compte distinct pour les investissements servant à engendrer des connaissances, le produit national net (PNN) et le revenu national devraient prévoir une déduction pour les connaissances qui tombent en désuétude ou perdent de la valeur consécutivement à de nouvelles découvertes ou innovations. La genèse de nouvelles connaissances a aussi un effet d'amortissement sur le capital physique. L'amortissement est un concept difficile à intégrer en soi. Le moment et l'ampleur des investissements de substitution sont des variables endogènes que le système de comptabilité nationale ne peut capturer

qu'approximativement avec des formules mécaniques simples. Le problème s'aggrave quand une vague d'innovations accélère le taux d'obsolescence des connaissances et du capital existants.

Dans une économie stable, le principal problème de quantification a trait à l'amélioration de la qualité. À long terme, la hausse du rendement et de la production résulte en grande partie des innovations qui engendrent de nouveaux produits ou améliorent les produits existants, deux aspects dont on saisit mal l'effet sur la production. Gordon (1990), par exemple, estime que le seul fait de corriger les biens de production d'après les améliorations de qualité doublerait au moins le taux d'accroissement des investissements globaux réels aux États-Unis pour la période de 1947 à 1983. Bon nombre des gains réalisés grâce à l'amélioration des produits finissent par apparaître dans le PNB, quand les produits améliorés amènent d'autres secteurs à accroître leur rendement. Néanmoins, le même problème fausse l'évaluation de la hausse de productivité dans les autres secteurs, comme cela se produit quand l'industrie aéronautique se voit attribuer le mérite d'un accroissement de productivité qui a en réalité pour origine l'industrie du fuselage et des moteurs d'avion. De plus, dans la mesure où de meilleurs produits permettent aux autres secteurs de créer ou d'améliorer leurs propres produits, il se peut que le gain de productivité dans ces secteurs passe inaperçu, ce qui est notamment le cas lorsque des ordinateurs plus puissants permettent aux banques de dispenser de meilleurs services⁶.

Au contraire, les difficultés que pose le savoir en tant qu'intrant et en tant qu'investissement ne fausseraient pas nécessairement l'évaluation de la croissance dans une économie stable. Puisque la hausse de production serait identique dans tous les secteurs et puisque l'apport de connaissances progresserait au même rythme que les intrants de production, ne pas tenir compte du secteur des connaissances au moment du calcul de la production ne fausserait pas le taux de croissance. L'effet sur le niveau de production pourrait cependant être passablement important. Ainsi, un pays qui investirait 2,5 p. 100 de ses intrants dans la recherche et le développement et 20 p. 100 dans le capital physique serait contraint de relever le poste «investissement» du PNB de 12,5 p. 100 pour corriger le problème associé à l'investissement dans les connaissances, si les deux formes d'investissement donnent le même taux de rendement. Si, comme beaucoup le soutiennent, la productivité sociale de l'investissement dans la recherche et le développement est considérablement plus élevée que celle de l'investissement dans le matériel et si l'apport de connaissances en général dépasse de beaucoup 2,5 p. 100 des ressources totales, la part non mesurée du rendement d'un tel investissement serait nettement supérieure à 12,5 p. 100 des investissements connus.

Pour les mêmes raisons, le problème de l'obsolescence n'entraînerait pas de sérieuses distorsions en soi en période stable, car la principale difficulté au niveau de la comptabilité nationale consisterait à appliquer le bon taux moyen d'amortissement à chaque catégorie d'investissement. La difficulté n'est pas mince, bien sûr, mais elle se présenterait de toute façon, même en l'absence de nouvelles connaissances.

Au cours d'une période où il faut s'adapter à une série d'innovations fondamentales, période similaire à celle que l'on traverse aujourd'hui, la combinaison des quatre problèmes mentionnés précédemment entraînerait sans doute une erreur à la baisse des relevés de la croissance du PNB et de la productivité. Examinons d'abord le problème associé à l'amélioration de la qualité. Puisque celui-ci camoufle en partie la croissance économique, même en période stable, il est essentiellement à l'origine de la croissance attribuable à l'existence de meilleurs ordinateurs et produits connexes, qu'on ne quantifie pas. On a résolu en partie la difficulté aux États-Unis et au Canada par l'introduction de mesures hédoniques de l'amélioration de la qualité dans le secteur de l'informatique. Cependant, les autres industries, notamment celle de l'électronique qui fabrique les puces, n'ont pas fait l'objet de mesures similaires.

Baily et Gordon (1988) soutiennent que le problème de l'amélioration de la qualité n'explique pas vraiment le ralentissement de la productivité observé à la fin des années 1960 et au début des années 1970, principalement parce que l'erreur d'évaluation est trop uniforme dans le temps. L'utilisation des indices de prix Paasche dans les comptes nationaux au lieu des indices Divisia entraîne un biais dans une autre direction, d'autant plus qu'aujourd'hui, la production du secteur de l'informatique a été corrigée pour mieux refléter les améliorations de la qualité. Bref, les articles dont on mesure l'amélioration de la qualité contribueront de façon excessive à la croissance économique mesurable, car leur production sera pondérée par les prix d'une période de base qui ne reflète pas le recul des prix réels attribuable aux progrès techniques.

Griliches (1994) croit néanmoins que certains secteurs ont fait un usage disproportionné des fruits de la révolution de l'information, secteurs où l'amélioration de la qualité est pratiquement impossible à quantifier. Plus des trois quarts de ce que produit l'industrie de l'informatique vont à des secteurs que cet auteur qualifie d'inquantifiables. En outre, la révolution de l'information concourt à une expansion de ces secteurs inquantifiables qui, toujours selon Griliches, s'accaparent maintenant 70 p. 100 du PNB aux États-Unis.

Passons maintenant au problème associé à l'apport de connaissances. Quand l'ordinateur a commencé à révolutionner les méthodes de travail partout dans l'économie, une longue période d'apprentissage a suivi⁷. Au début, les gens ont simplement cherché à savoir comment le nouvel appareil pourrait en remplacer d'autres plus anciens sans que les procédés d'exploitation changent de façon radicale. Bien que des gains aient été réalisés de cette façon, les services d'information coûtaient souvent beaucoup plus cher qu'ils ne rapportaient. Après une série d'essais et d'erreurs, les gens ont cependant commencé peu à peu à tirer parti de l'énorme potentiel de l'ordinateur, mais de nombreuses années durant, aucun gain de productivité visible n'a été associé à l'adoption des techniques d'information complexes.

Le problème dérive en partie du fait que le temps que les gens consacrent à apprendre à bien utiliser un ordinateur, et les coûts de formation et d'expérimentation connexes, constitue un apport de connaissances non

quantifiées. Quand l'implantation de nouvelles technologies de base favorise les activités propices à la création du savoir, les travailleurs passent moins de temps à produire et davantage à générer de nouvelles connaissances. La réduction du taux de croissance de la production reflète le plus faible apport au niveau de la production réelle. Cependant, puisque les intrants mesurables ne varient pas, c'est la productivité qui paraît croître plus lentement. Sous un angle plus général, le coût de la restructuration des entreprises et des réorientations sectorielles qu'exige l'apprentissage de nouvelles technologies fondamentales correspond donc davantage à un apport de connaissances non quantifiées ayant un effet similaire sur la croissance de la productivité mesurable.

Voyons maintenant le problème lié à l'investissement dans les connaissances. Pendant une période de transition, ce problème a en partie l'effet inverse du problème associé à l'apport de connaissances. L'apprentissage et la restructuration qui résultent de l'adaptation des travailleurs à une nouvelle technologie générale se traduit par une production non quantifiée sous la forme de connaissances acquises. Une erreur, même coûteuse, nous montrera ce qu'il ne faut pas faire. Si elle est correctement évaluée, cette production compenserait le recul de la production mesurable qui survient lorsque l'entreprise et sa main-d'oeuvre passent plus de temps à apprendre comment se servir des nouveaux outils.

Il y a plus cependant. En effet, quand de nouvelles possibilités se présentent, un plus grand nombre de travailleurs se tournent vers des activités qui engendrent des connaissances, car leur rendement dépasse celui des activités de production. Par conséquent, il se peut que l'investissement dans les connaissances qui n'a pas été quantifié soit encore plus important que la baisse de production connue. Même si on parvenait à mesurer correctement l'apport de savoir, le problème de l'investissement dans les connaissances signifie que la production et la hausse de rendement mesurables ne reflèteraient pas ce qui constitue en réalité une plus forte croissance générale. On ne compterait ni les intrants, ni les extrants d'un secteur dont le rendement et la production progressent plus rapidement que la moyenne.

Finalement, examinons le problème de l'obsolescence. Dans une certaine mesure, l'obsolescence atténue les distorsions résultant du problème associé à l'investissement dans les connaissances, car la hausse nette de capital et de savoir attribuable à la révolution de l'information serait surestimée sans l'obsolescence accélérée du capital et du savoir préexistants. Résoudre le problème de l'investissement dans les connaissances en négligeant celui de l'obsolescence déboucherait donc presque certainement sur une surestimation du relèvement du PNN et du revenu national pendant une période de transition technologique, quoique la même omission n'ait aucune incidence sur l'évaluation du PNB et de la productivité brute.

Outre cela, l'obsolescence est à l'origine d'une distorsion distincte qui ajoute à la sous-estimation des améliorations de rendement attribuables aux autres problèmes quand survient une vague d'innovations fondamentales. Dans la mesure

où l'obsolescence non quantifiée réduit le stock de capital utilisable, l'évaluation de la productivité totale des facteurs surestimera le volet «services» des intrants, donc sous-estimera le rendement de ces derniers.

MODÈLE FORMEL

POUR DONNER AUX IDÉES EXPOSÉES CI-DESSUS une forme plus concrète, voici un simple modèle théorique mettant en relief les quatre problèmes de quantification que nous venons de voir. Ce modèle néglige tous les aspects du capital humain pour se concentrer sur la genèse du savoir par les entreprises. Pour plus de facilité, on suppose que l'économie ne comprend que deux secteurs : un fabriquant des biens de production (secteur K), l'autre des biens de consommation (secteur C).

La production globale du secteur C est régie par la relation technologique suivante :

$$C = Q_c (A_c) F_c (A_c, L_c^p, K) \quad (1)$$

où A_c représente la somme moyenne de connaissances des entreprises du secteur C ; F_c correspond au nombre d'unités d'un bien de consommation uniforme produit; Q_c désigne la qualité moyenne du bien de consommation; L_c^p correspond à la main-d'oeuvre nécessaire à la production du secteur C ; et K représente le stock de capital. Le bagage de connaissances englobe les innovations au niveau des procédés et des produits. Les premières sont capturées par la fonction F_c et les secondes, par la fonction Q_c .

La production brute totale du secteur K est gouvernée par la relation technologique suivante :

$$I = Q_k (A_k) F_k (A_k, L_k^p) \quad (2)$$

de composition similaire à celle de la première équation. Pour nous faciliter la tâche et faire ressortir l'utilisation du capital informatique dans les autres secteurs, je suppose que le secteur C est le seul à se servir du capital.

Les relations qui suivent expriment le flux brut de nouvelles connaissances dans les deux secteurs :

$$IA_k = \lambda A_k G_k (L_k^j) \quad (3)$$

$$IA_c = H(A_c, A_k) G_c (L_c^j) \quad (4)$$

où G représente la technologie de la création du savoir; L^j correspond à la main-d'oeuvre servant à créer les connaissances dans les deux secteurs; et λ est un paramètre qui modifie le rendement de la création des connaissances dans le secteur K . Une série d'innovations fondamentales, similaires à celles qu'amène la

révolution actuelle de l'information, serait représentée par une hausse exogène du facteur λ . Je présume que l'accroissement des connaissances dans les deux secteurs n'est pas seulement affecté par l'apport de main-d'oeuvre, mais aussi par les connaissances antérieurement acquises. Les connaissances dans le secteur K agissent sur la progression du savoir dans le secteur C , car des biens de production plus complexes laissent entrevoir de nouvelles applications, un peu comme le font les ordinateurs en permettant aux banques d'inventer des dépôts d'un nouveau genre.

On suppose que le taux d'obsolescence du capital existant croit en fonction du taux d'investissement brut (car il faut investir pour que les biens de production existants deviennent obsolètes) et du rythme auquel les connaissances s'accumulent dans le secteur K . Par conséquent :

$$\dot{K} = \kappa(I, IA_k, K_i) \equiv I - \delta(I, IA_k)K \quad (5)$$

où la fonction d'investissement net κ augmente avec l'investissement brut I et diminue dans les deux autres arguments. La fonction de dépréciation δ intègre les effets de l'obsolescence et de l'usure physique, donc augmente dans les deux arguments.

On présume aussi que le taux d'obsolescence des connaissances existantes dans les deux cas augmente en fonction du taux de création des connaissances du même ordre. Par conséquent :

$$\dot{A}_i = \alpha_i(A_i, A_i) \equiv A_i - \delta_i^a(A_i)A_i ; i = c, k \quad (6)$$

La relation finale représente la condition en vertu de laquelle la main-d'oeuvre disponible sur le marché est utilisée :

$$L_c^p + L_k^p + L_c^r + L_k^r = L \quad (7)$$

L étant l'offre globale de main-d'oeuvre.

Pour étudier les problèmes de quantification déjà évoqués, la croissance doit être définie en fonction du PNB⁸. Idéalement, le PNB devrait inclure les trois sortes d'investissement (capital physique et deux types de connaissances) :

$$Y \equiv C + \mu l + \mu_c l A_c + \mu_k l A_k \quad (8)$$

où μ est le prix fictif représentant la valeur d'une hausse unitaire des stocks respectifs pour la société, en biens de consommation. Dans la théorie classique de la croissance où l'on ne tient pas compte du changement technologique, μ représenterait le prix fictif du capital et correspondrait au facteur q de Tobin. Le taux de croissance serait donc exprimé comme suit :

$$g = (C/\dot{C})(C/Y) + (\dot{l}/l + \dot{\mu}/\mu)(\mu l/Y) + g_A \quad (9)$$

où g_A correspond à la contribution directe de la hausse des investissements dans les connaissances :

$$g_A \equiv \frac{1}{Y} \frac{d}{dt} (\mu_c I A_c + \mu_k I A_k) \quad (10)$$

La croissance de la productivité totale des facteurs est donc égale à g moins la contribution d'un apport plus important de capital et de main-d'oeuvre, mesurée au prix des facteur sur le marché. Le coût de location du capital correspond au prix du capital μ multiplié par la somme $r+\delta$, où r représente le taux d'intérêt moyen à long terme et δ , le taux d'amortissement moyen à long terme du capital :

$$\tau = g - \frac{\mu (r+\delta) \dot{K} + w(\dot{L}_c^p + \dot{L}_k^p)}{Y} \quad (11)$$

La croissance de la PTF relative à la production des biens de consommation est la suivante :

$$\tau_c = \frac{\dot{C}}{C} - \frac{\mu(r+\delta) \dot{K} + w \dot{L}_c^p}{C} \quad (12)$$

On peut saisir le problème associé à l'apport de connaissances en supposant⁹ que la main-d'oeuvre utilisée pour la production dans chaque secteur inclut une fraction ϵ_i de travailleurs qui poursuivent des recherches :

$$L m_i^p = L_i^p + \epsilon_i L_i^r; \quad i = c, k \quad 0 < \epsilon_i < 1 \quad (13)$$

Le problème de l'amélioration de la qualité peut être résolu au moyen de l'hypothèse voulant que le taux d'amélioration de la qualité mesurable au cours d'une période donnée dans chaque secteur correspond à $1 - \epsilon_q$ du taux de croissance réel $d \ln(Q)/dt$. Supposons qu'il existe une année de base où la qualité réelle et la qualité mesurable sont égales. La consommation mesurable différera de la consommation réelle conformément à l'équation suivante :

$$C m = Q_c (A_c)^{1-\epsilon_q} F_c^p (A_c, L_c^p, K) = Q_c (A_c)^{-\epsilon_q} C \quad (14)$$

Pareillement, quand on applique la même hypothèse de normalisation à la qualité des biens de production :

$$Im = Q_k (A_k)^{1-\epsilon_1} F_k^b (A_k, L_c^b) = Q_k (A_k)^{-\epsilon_1} I \quad (15)$$

La qualité des biens de production et de consommation étant mal mesurée, il en va autant du volume total et du prix relatif μ de ces biens. Supposons cependant qu'on puisse établir la valeur monétaire totale de la consommation et des investissements chaque année. En divisant ces deux quantités, il est possible de se faire une idée de la valeur relative de la production annuelle des deux secteurs, $\mu I/C$. Le prix relatif mesurable respectera cet ordre de grandeur. Par conséquent :

$$\mu m = \mu (I/Im) / (C/Cm) = (Q_k (A_k)/Q_c (A_c)^{\epsilon_1}) \mu \quad (16)$$

L'équation (16) implique que si la qualité des biens de production s'améliore plus que celle des biens de consommation, on surestimera le prix relatif des premiers, comme le soulignait Gordon (1990).

Compte tenu des hypothèses qui précèdent, la production mesurable sera :

$$Ym = Cm + \mu m_0 Im \quad (17)$$

qui diffère de la production réelle Y indiquée en (8) de la manière suivante :

- elle n'inclut pas l'investissement courant dans les connaissances;
- la consommation et l'investissement sont représentés par des valeurs mesurables plutôt que des valeurs réelles;
- on se sert du prix relatif mesurable, qui est fixe, pour le capital et non du prix relatif réel et courant.

Notons qu'en dehors des problèmes que posent l'investissement dans les connaissances et les quantités de l'indice de Laspeyres, la seule difficulté soulevée par la quantification de la qualité susceptible de fausser le calcul du PNB a trait à l'évaluation de la qualité des biens de consommation. En effet, la sous-estimation de l'investissement matériel serait compensée par la surestimation du prix relatif du capital. Bref, si on remplace le prix mesurable de base μm_0 en (17) par le prix mesurable courant μm défini en (16), le PNB mesurable correspondrait à $Q_c(A_c)^{-\epsilon_1} (C + \mu I)$, qui ne diffère de Y que par l'absence des investissements dans les connaissances et une mesure erronée de la qualité des biens de consommation.

Le taux de croissance mesurable du PNB correspondant à (17) est :

$$gm = c \left(\frac{\dot{C}m}{Cm} + (1-c) \frac{\dot{I}m}{Im} \right) = \left(c \frac{\dot{C}}{C} + (1-c) \frac{\dot{I}}{I} \right) - \epsilon_1 \left(c \frac{\dot{Q}_c}{Q_c} + (1-c) \frac{\dot{Q}_k}{Q_k} \right) \quad (18)$$

où c correspond à la part mesurable de la consommation du PNB. Le taux gm mesurable diffère du taux de croissance réel g indiqué en (9) de quatre façons. Tout d'abord, c pourrait ne pas correspondre à la part réelle de la consommation. En deuxième lieu, gm exclut le facteur g_A , qui mesure la contribution de l'investissement dans le savoir. Ensuite, gm ne tient pas compte de la fluctuation du prix relatif des investissements. Aucune de ces différences n'aurait d'importance dans une situation stable caractérisée par une croissance équilibrée. Enfin, en quatrième lieu, le problème d'amélioration de la qualité a tendance à rendre $gm < g$, puisque $\varepsilon_q > 0$. Tel qu'indiqué précédemment, cette dernière difficulté se manifesterait même dans une période stable, avec une croissance équilibrée.

Pour ce qui est du problème de quantification de la productivité, j'examinerai d'abord le cas particulier d'une économie stable, caractérisée par un taux d'amortissement δ , connu et constant. Le capital mesurable sera :

$$Km(t) = \int_0^{\infty} e^{-\delta(t-\tau)} Im(\tau) d\tau + e^{-\delta t} Km(0) \tag{19}$$

Avec le temps et l'amointrissement de la valeur hypothétique initiale $Km(0)$, la sous-estimation de l'investissement aura pour conséquence une sous-estimation du capital. Les erreurs de mesure qui ont tendance à sous-estimer la croissance de la production seront donc partiellement compensées par une sous-estimation de la progression du capital.

Plus exactement, dans une situation stable où l'investissement augmente à un taux g proportionnel et constant et où la qualité des biens de production Q_k s'améliore au taux proportionnel ηg ($0 < \eta < 1$), on sous-estimera le capital proportionnellement moins que les investissements. À savoir :

$$\frac{Km(t)}{K(t)} = \frac{\int_0^{\infty} e^{-\delta s} I(t-s) Q_k(t-s)^{-\varepsilon q} ds}{\int_0^{\infty} e^{-\delta s} I(t-s) ds} = \frac{Im(t)}{I(t)} \frac{\int_0^{\infty} e^{-[\delta + g(1-\eta\varepsilon q)]s} ds}{\int_0^{\infty} e^{-(\delta+g)s} ds} > \frac{Im(t)}{I(t)} \tag{20}$$

La raison pour cela est que l'erreur de mesure proportionnelle des investissements augmente avec le temps et que le capital, qui n'est que la somme pondérée des investissements antérieurs, intègre une erreur de mesure proportionnelle, égale à la somme pondérée des erreurs de mesure proportionnelles antérieures.

Puisque l'erreur de mesure proportionnelle de l'amortissement est identique à celle du capital, il s'ensuit que, dans des conditions stables, l'erreur de mesure proportionnelle est plus élevée pour l'investissement net que l'investissement brut, car on ne sous-estimera pas autant l'amortissement de l'investissement brut :

$$\frac{\dot{Km}(t)}{\dot{K}(t)} < \frac{Im(t)}{I(t)} \tag{21}$$

La croissance mesurable de la PTF sera donc :

$$\pi_m = g_m - \frac{\mu_m(r+\delta)\dot{K}_m}{Y_m} - \frac{w(1-\epsilon_r)(\dot{L}_c^p + \dot{L}_k^p)}{Y_m} \quad (22)$$

En période stable, on sous-estimera la déduction relative à la croissance de l'apport de capital de l'équation (22). Selon l'équation (16), l'erreur de mesure proportionnelle pour cette déduction aurait été la même que pour la consommation si on s'était servi de l'investissement brut, mais puisqu'on a utilisé l'investissement net, l'erreur sera plus importante.

La sous-estimation du dénominateur compense cependant l'erreur du numérateur. Puisque l'usage d'un indice Paasche ne crée aucune distorsion dans des conditions stables où le prix relatif du capital est constant, l'analyse qui suit (17) implique que l'erreur de mesure proportionnelle du dénominateur est également supérieure à celle de la consommation. Quand la situation est stable, puisque le dernier terme de (22) disparaît, la croissance de la PTF sera sous-estimée à peu près autant que la croissance du PNB et les deux variations seront attribuées au problème de l'amélioration de la qualité. Durant une période de transition cependant, tel qu'indiqué précédemment, les quatre problèmes interagissent pour fausser la croissance mesurable de la PTF.

La croissance mesurable de la PTF du secteur C sera :

$$\pi_c = \frac{\dot{C}_m}{C_m} - \frac{\mu_m(r+\delta)\dot{K}_m}{C_m} - \frac{w(L_c^p + \epsilon_r \dot{L}_c^r)}{C_m} \quad (23)$$

En comparant les équations (12) et (23), on constate que, contrairement à ce qui se produit avec la croissance globale de la PTF, l'erreur de mesure de la croissance de la PTF dans le secteur C en période stable sera sans doute inférieure à celle de la croissance du PNB. En effet, dans ce cas, la sous-estimation du numérateur du facteur permettant de déduire la hausse de l'apport de capital n'est pas entièrement compensée par la sous-estimation du dénominateur. Bref, selon (16) et (21), on sous-estimera la valeur de l'investissement net par rapport à la consommation.

Évaluer la distorsion de la croissance de la productivité dans le secteur C s'avère plus complexe pendant une période de transition. Avec la révolution de l'information, l'amélioration de la qualité devrait poser un plus grand problème pour l'investissement net que pour la consommation, ce qui devrait entraîner une surestimation de la croissance de la PTF dans le secteur de la consommation. Ce problème sera cependant atténué par celui de l'obsolescence voulant que les méthodes de comptabilité classiques soient incapables de saisir l'amortissement plus rapide du capital. Le fait qu'on ne mesure pas la croissance de l'apport des

connaissances dans le secteur C en raison du changement radical observé au niveau de l'apport de capital entraînera aussi une sous-estimation de la croissance de la PTF dans ce secteur.

CONCLUSION

SI LA PARTIE ANALYTIQUE DU PRÉSENT ARTICLE occupe plus de place que la partie constructive, on le doit essentiellement au fait qu'il est vraisemblablement impossible de régler le problème à l'étude en apportant des modifications mineures aux méthodes de comptabilité nationale. En fait, les principes fondamentaux sur lesquels s'appuie le système de comptabilité nationale négligent le principal ressort de la croissance économique à long terme en présumant que le savoir n'évolue pas et que n'importe qui y a accès. Dans ce monde hypothétique, il suffit de connaître les prix et les volumes transigés sur le marché pour jauger l'activité économique. Dans un monde où la croissance dépend de la création, de l'acquisition et de l'application des connaissances cependant, d'autres facteurs entrent en ligne de compte et de nouveaux principes s'imposent si on veut savoir exactement quels facteurs examiner et comment procéder.

Le présent article indique dans quelle direction on pourrait se tourner pour trouver de meilleures mesures. Pour régler le problème que pose l'apport de connaissances, il conviendrait de se renseigner davantage sur les activités officielles et officieuses des entreprises à l'égard de la formation, des études de marché, des exercices de réflexion, de la prospection et d'autres aspects. L'article de Baldwin, Johnson et Pedersen, dans le même volume, illustre bien tout ce qu'on pourrait apprendre en posant les questions pertinentes aux entreprises. Par la suite, on pourrait au moins tenter d'élaborer une méthode de quantification plus générale de l'apport des connaissances, dont on pourrait se servir pour mieux apprécier la productivité de la création du savoir et soustraire le résultat des autres intrants afin d'obtenir le rendement d'activités de production plus circonscrites. Bien sûr, l'expérience canadienne du crédit d'impôt pour la recherche scientifique des années 1980 démontre le risque de pousser les choses trop loin, bref de considérer pratiquement n'importe quelle activité comme de la recherche ou du développement. La difficulté du problème ne signifie cependant pas qu'on ne doit rien tenter pour le résoudre.

Une meilleure quantification de l'apport de connaissances nous aiderait aussi à régler le problème soulevé par l'investissement dans le savoir. Une façon de le faire, quoique imparfaite, consisterait à attribuer aux ressources injectées dans la recherche une valeur d'investissement égale à la valeur de ces ressources. L'incertitude et les externalités qui caractérisent l'investissement dans les connaissances rendent toutefois l'exercice périlleux, car la valeur du savoir comporte un important facteur de hasard et sa valeur sociale prévue différera de la valeur privée prévue représentée par la valeur des ressources utilisées pour la recherche et le développement.

En ce qui concerne le problème de l'investissement dans les connaissances, on pourrait essayer de concevoir de meilleures méthodes pour mesurer les extrants et les intrants. Ainsi, les données sur les brevets et la cadence à laquelle de nouveaux produits¹⁰, de nouvelles entreprises et de nouveaux emplois voient le jour sont autant d'indices quant à l'importance de la création des connaissances. Pareilles mesures quantitatives suscitent des difficultés bien connues¹¹, la principale étant que connaître le nombre de nouveaux produits, brevets, etc. ne révèle rien de leur valeur sociale ou privée. Néanmoins, on devrait pouvoir attribuer une valeur à ces paramètres des nouvelles connaissances en recourant à des méthodes hédoniques similaires à celles utilisées depuis Griliches (1961) pour évaluer les caractéristiques des nouveaux produits et effectuer les corrections relatives à l'amélioration de la qualité. L'introduction de nouveaux comptes satellites par Statistique Canada, ainsi que le recommandait le *Système de comptabilité nationale de 1993*, devrait en grande partie régler le problème de l'investissement dans les connaissances et éventuellement permettre la capitalisation des dépenses effectuées au titre de la recherche et du développement dans la comptabilité nationale.

Le problème de l'amélioration de la qualité est sans doute celui qui se prête le mieux à l'analyse économique, ainsi que l'ont reconnu les économistes qui s'y attaquent depuis de nombreuses années. Les organismes qui s'occupent de statistique devraient cependant faire un usage plus méthodique des régressions hédoniques, comme on l'a fait pour les ordinateurs, afin de tenir compte de l'amélioration de la qualité dans les autres secteurs. L'emploi de mesures hédoniques soulève cependant lui-même des difficultés bien connues, entre autres celle que les mesures dépendent absolument de jugements différents, notamment l'incidence que le prix des nouveaux produits a sur le prix des produits existants dans un milieu où la concurrence est imparfaite, la façon dont l'introduction de nouveaux produits accélère l'amélioration de la qualité des produits existants¹² et surtout, en ce qui nous concerne, la manière dont les profonds changements structuraux que traverse présentement le monde altèrent les liens entre divers paramètres et la valeur sociale¹³.

Enfin, le problème d'obsolescence devrait être atténué par des études comme celle de Caballero et Jaffe (1993), qui nous a donné une estimation au moins préliminaire du taux d'obsolescence des idées brevetables. Il faudrait aussi estimer plus fréquemment le rythme auquel le capital existant tombe en désuétude, ce qui devrait s'avérer assez facile. Enfin, on a beaucoup plus investi dans de nouveaux ordinateurs ces dernières années, ordinateurs dont le taux d'obsolescence reste beaucoup plus élevé que celui des appareils de bureau ordinaires. Il s'ensuit une surestimation de l'investissement net qui pourrait et devrait être corrigée par un sondage auprès des entreprises visant à déterminer la fréquence à laquelle les appareils sont remplacés.

NOTES

- 1 Il s'agit d'une définition assez générale pour inclure les connaissances qu'utilisent les industries de services, où le matériel peut comprendre des articles aussi variés que des cheveux (services de coiffure) ou des électrons (nombreux services d'information). Quand les biens reçus se résument à des conseils, comme cela se produit pour de nombreuses industries spécialisées dans les services d'affaires par exemple, l'extrait est le savoir proprement dit.
- 2 Arrow (1994) fait une remarque analogue au sujet de l'exploitation des connaissances telle qu'interprétée par Hayek.
- 3 Aghion et Tirole (1994) analysent la manière dont ces problèmes pourraient affecter la structure de la recherche et du développement.
- 4 Par là, on ne veut pas nier la pratique des projets conjoints et de la sous-traitance en recherche et en développement. Après avoir mené une enquête auprès de 3 566 importantes entreprises poursuivant de la recherche et du développement, Rose (1995) a constaté que 328 des entreprises concernées recevaient des fonds d'une autre société pour effectuer des recherches en leur nom.
- 5 Le groupe de travail à qui on doit le Système de comptabilité nationale (OCDE, Paris, 1993) voulait recommander la capitalisation des dépenses de recherche et de développement précisément pour ces raisons. Les membres du groupe ont finalement décidé d'abandonner leur recommandation face aux problèmes que posaient la quantification et l'évaluation d'un investissement si abstrait. Ils ont néanmoins préconisé qu'on tente l'expérience de comptes satellites pour la recherche et le développement.
- 6 Griliches (1994) insiste fortement sur ce point dans le document qui résume toute une vie de recherche sur la quantification des gains de productivité attribuables à la recherche et au développement et leur affectation au secteur approprié.
- 7 David (1991) fait une analyse assez révolutionnaire du problème.
- 8 Lire Usher (1980) pour une analyse générale des autres mesures de la croissance économique, entre autres une discussion des retombées de différentes mesures sur le problème de l'investissement dans les connaissances.
- 9 Bien sûr, les organismes qui s'occupent de statistique ne peuvent retenir une telle hypothèse. Ils font néanmoins de leur mieux et on peut supposer, aux fins de simplicité, qu'une part constante des chercheurs est mal représentée en ce sens qu'on estime qu'ils s'occupent de production.
- 10 Lire Klenow (1994), par exemple.
- 11 Voir notamment Griliches (1979).
- 12 Il s'agit du fameux phénomène du «bateau à voile» auquel font allusion bon nombre d'historiens économiques.
- 13 Lire Jorgensen et Landau (1989) et Gordon (1990) pour une analyse récente de ces problèmes.

REMERCIEMENTS

L'AUTEUR REMERCIE John Baldwin, Mike Denny, Fred Gault, Kishori Lal, Antoine Rose, David Rose, T.K. Rymes et Michael Wolfson pour leurs commentaires et suggestions fort utiles. Leur aide ne devrait cependant pas être interprétée comme une sanction du présent document et de son contenu.

BIBLIOGRAPHIE

- Aghion, Philippe et Peter Howitt. «A Model of Growth through Creative Destruction.» *Econometrica*. 60, (mars 1992): 323-351.
- Aghion, Philippe et Jean Tirole. «On the Management of Innovation.» *Quarterly Journal of Economics*. 109, (novembre 1994): 1185-1209.
- Arrow, Kenneth J. «Methodological Individualism and Social Knowledge.» *American Economic Review*. 84, (mai 1994): 1-9.
- Baily, Martin Neil et Robert J. Gordon. «The Productivity Slowdown, Measurement Issues, and the Explosion of Computer Power.» *Brooking Papers on Economic Activity*. 2, (1988): 347-420.
- Caballero, Ricardo J. et Adam B. Jaffe. «How High are the Giants' Shoulders: An Empirical Assessment of Knowledge Spillovers and Creative Destruction in a Model of Economic Growth.» Dans *NBER Macroeconomics Annual, 1993*. Cambridge, MA: MIT Press, 1993. pp. 15-74.
- Clower, Robert W. et Peter Howitt. «Money, Markets and Coase.» Dans *Is Economics Becoming a Hard Science?* Sous la direction d'Antoine d'Autume et Jean Cartelier. (Actes de la conférence à Paris, octobre 1992). (À venir, 1995.)
- David, Paul. «Computer and Dynamo: The Modern Productivity Paradox in a Not-Too-Distant Mirror.» Dans *Technology and Productivity*. Paris: Organisation de coopération et de développement économiques, 1991, pp. 315-348.
- Dosi, Giovanni. «Sources, Procedures, and Microeconomic Effects of Innovation.» *Journal of Economic Literature*. 26, (septembre 1988): 1120-1171.
- Gordon, Robert J. *The Measurement of Durable Goods Prices*. Chicago: University of Chicago Press, 1990.
- Griliches, Zvi. «Hedonic Price Indexes for Automobiles: An Econometric Analysis of Quality Change.» Dans *The Price Statistics of the Federal Government*. Washington, DC : National Bureau of Economic Research, 1961, pp. 173-196.
- Griliches, Zvi. «Issues in Assessing the Contribution of Research and Development in Productivity Growth.» *Bell Journal of Economics*. 10, (1979): 92-116.
- Griliches, Zvi. «Productivity, R&D, and the Data Constraint.» *American Economic Review*. 84, (mars 1994): 1-23.
- Hayek, F. A. «The Use of Knowledge in Society.» *American Economic Review*. 35, (septembre 1945): 519-530.
- Jorgensen, Dale W. et Ralph Landau (sous la direction de). *Technology and Capital Formation*. Cambridge, Mass: MIT Press, 1989.

- Klenow, Peter J. «New Product Innovations.» Inédit, University of Chicago, janvier 1994.
- Lucas, Robert E. Jr. «On the Mechanics of Economic Development.» *Journal of Monetary Economics*. 22, (janvier 1988): 3-42.
- Prescott, Edward C. «Theory Ahead of Business Cycle Measurement.» Dans *Carnegie Rochester Conference Series on Public Policy*, vol. 25, 1986, pp. 11-66.
- Rae, J. *Statement of Some New Principles on the Subject of Political Economy*. Boston: Hilliard, Gray and Co., 1834.
- Romer, Paul M. «Increasing Returns and Long-Run Growth.» *Journal of Political Economy*. 94, (octobre 1986) : 1002-1037.
- Romer, Paul M. «Endogenous Technological Change.» *Journal of Political Economy*. 98, (octobre 1990) : S71-S102.
- Rose, Antoine. «Alliances stratégiques de R et D.» *Indicateurs des services - 4^e trimestre 1994*. Ottawa: Statistique Canada, n° 63-016 au catalogue, vol.1, n° 3, 1995.
- Stigler, George. «A Sketch of the History of Truth in Teaching.» *Journal of Political Economy*. 81, (mars-avril 1973): 491-495.
- Usher, Dan. *The Measurement of Economic Growth*. New York: Columbia University Press, 1980.
- Wallis, John J. et Douglass C. North. «Measuring the Transaction Sector in the American Economy, 1870-1970.» Dans *Long-Term Factors in American Economic Growth*. Sous la direction de Stanley Engerman et Robert Gallman. Chicago: University of Chicago Press, 1986.

Commentaires

*Thomas K. Rymes
Département d'économique
Université Carleton*

...la théorie formelle précède la clarté conceptuelle. Comme on avait tendance à le souligner à Cambridge (Royaume-Uni) au sujet de la controverse sur le capital, il ne s'agit pas vraiment d'un problème de quantification mais de signification. (Howitt)

INTRODUCTION

C'est toujours un plaisir de lire un article de Peter Howitt et, bien que ce soit un plaisir plus grand encore de pouvoir en commenter un, c'est avec une certaine nervosité que je le fais, car je suis en désaccord avec lui sur plusieurs points.

L'article porte essentiellement sur des problèmes de quantification qui, selon le professeur Howitt, produisent des mesures continues du taux de croissance économique nettement inférieures à la réalité (ce qui amène à dire, en termes nominaux, que les mesures globales du taux d'inflation seront nettement supérieures à la réalité). Plus important, M. Howitt affirme que les problèmes de quantification, appliqués à une séquence d'équilibres temporaires, lorsque le système s'adapte d'un taux de croissance faible à un taux de croissance élevé, seront tels que non seulement l'évaluation de la production sera inférieure à la réalité, mais qu'en plus, les taux de croissance de la production et du capital en période d'équilibres temporaires seront sous-évalués. «Le PNB et la productivité peuvent sembler ralentir, alors qu'en fait, ils augmentent.» (Howitt) (Dans ces équilibres temporaires de la croissance, il se peut que l'on enregistre le taux général d'évolution des prix comme augmentant, alors qu'en fait, il est en train de baisser.)

Si ces erreurs d'évaluation, qui découlent de la documentation sur la croissance des connaissances endogènes, se retrouvent, en fait, dans nos évaluations actuelles de la production et de la croissance de la productivité totale des facteurs (PTF), nous devrions nous interroger sérieusement sur la validité de celles-ci et sur notre compréhension des processus régissant la croissance économique. (Elles nous amèneraient aussi à nous interroger sur la position anti-inflationniste de nos autorités monétaires et sur les coûts sociaux des inflations persistantes ou naissantes des périodes d'équilibres temporaires au sujet desquelles le professeur Howitt a fait des contributions tellement importantes¹.)

Le professeur Howitt analyse les quatre problèmes de quantification suivants : le problème de «l'apport de connaissances», le problème de «l'investissement dans les connaissances», le problème de «l'amélioration de la qualité» et le problème de «l'obsolescence». Une bonne partie de ce que le professeur considère comme

problématique tient à sa théorie de la croissance endogène et à son point de vue, à savoir que «le problème sous-jacent est que les fondements conceptuels de la comptabilité du revenu national écartent d'emblée les ressorts principaux de la croissance économique à long terme en partant du principe que le savoir est immuable et à la portée de tous». (Howitt)

Dans la comptabilité nationale, *on ne part pas du principe* que le savoir est immuable, et ni la somme des connaissances ni leur expansion ne sont enregistrées comme étant à la portée de tous. Les comptes des entrées et sorties sont conçus de manière à montrer l'évolution et l'amélioration des techniques de production, car les projets changent et les comptes enregistrent les dépenses d'acquisition des connaissances en tant que formation «en entreprise» ou «en établissement». En fait, ce que le professeur Howitt affirme, en s'appuyant sur les études de la croissance endogène, c'est que bien des dépenses consenties pour acquérir des connaissances nouvelles ne sont pas portées dans les comptes de la même manière que des dépenses de biens de production, à cause de différences entre l'acquisition de nouveaux biens de production et l'acquisition de connaissances nouvelles. Les différences surviennent à cause des problèmes de non-appropriabilité et de rendements d'échelle croissants.

À mesure que la position de Coase s'affirme, la non-appropriabilité des progrès en matière de savoir est abandonnée dans les études de la croissance endogène. L'incroyable quantité de moyens par lesquels on rend compte de rendements des dépenses consenties pour acquérir des connaissances nouvelles battent en brèche la position du professeur Howitt². Dans la mesure où des personnes paient leurs frais d'études, elles en récoltent les fruits. Si ces frais sont couverts par la collectivité, ils sont enregistrés, et si les bénéfices ne sont pas enregistrés, c'est précisément la raison pour laquelle les dépenses sont couvertes par la collectivité pour commencer. Il ne s'agit pas d'un problème nouveau dans la comptabilité nationale ou dans l'évaluation du niveau du produit national ou de sa croissance. On pourrait tout aussi bien affirmer que l'État jouant un plus grand rôle, le niveau du produit national et sa croissance sont sous-évalués.

Le professeur Howitt explique également que l'utilisation de connaissances suppose nécessairement des rendements d'échelle croissants. Pour commercialiser de nouvelles gammes de produits mises au point grâce à la recherche et au développement (R-D) qu'elle effectue, une entreprise devra sans doute doter son usine d'équipements de conception nouvelle ou faire suivre un recyclage à sa main-d'oeuvre, parce que les nouveaux produits seront peut-être associés à de nouvelles techniques et que ces nouvelles techniques sont elles-mêmes associées à des équipements physiques différents et à une main-d'oeuvre à qui de nouvelles qualifications sont nécessaires. Même si ces frais de lancement ne se répètent pas lorsque l'entreprise envisage de continuer de fabriquer les nouveaux produits, je n'arrive pas à voir où apparaissent des rendements d'échelles croissants. La mesure dans laquelle la technologie est source de rendements d'échelle croissants, au sens où l'entendent Smith et Young, dépend, comme le soulignait Kaldor, du taux

d'expansion de la demande globale. Il se peut que nous réalisions des économies d'échelles ou des progrès techniques et, comme des niveaux de production supérieurs exigeront des machines différentes (les nouvelles machines plus modernes étant associées aux niveaux de rendement supérieurs, ce qui reprend les facteurs indivisibles du professeur Howitt) qui seront liées aux progrès de la technologie, il devient impossible de séparer les progrès techniques et les rendements d'échelle croissants en tant que sources distinctes de croissance. Comme il existe une théorie du rythme d'expansion de la demande globale, le fantôme de Keynes plane certainement au-dessus des modèles néoclassiques de la croissance endogène du professeur Howitt. Le taux d'expansion de la demande globale sera déterminant en ce qui concerne le rythme auquel se produiront les rendements croissants ou auquel apparaîtront les progrès techniques. Il s'agit d'une théorie de la croissance endogène sur laquelle ne s'attarde pas le professeur Howitt, puisqu'il choisit de voir les choses uniquement du côté de l'offre³.

QUANTIFICATION

PASSONS MAINTENANT aux quatre problèmes de quantification du professeur Howitt. La question de l'amélioration de la qualité se pose principalement sous forme de problèmes de quantification de la PTF. L'auteur utilise explicitement les chiffres résiduels de Hicks-Solow. Or, la difficulté avec ces chiffres, c'est que, tout en montrant les gains en efficacité dans l'utilisation de la main-d'oeuvre et du capital, ils ne tiennent pas compte de l'efficacité accrue avec laquelle ces apports de capital sont produits. Plus précisément, la circulation des services des biens de production est un apport endogène qui augmente en partie parce que les services sont produits de manière de plus en plus efficace. On préfère les chiffres résiduels d'Harrod, dans lesquels c'est l'augmentation de l'efficacité avec laquelle la main-d'oeuvre et l'attente sont utilisées qui est mesurée. L'attente – ou la volonté d'agents de retarder la consommation qui intervient dans l'utilisation, l'entretien et l'augmentation des biens de production – est l'apport en capital associé aux taux de rendement. Les biens de production sont associés aux loyers. Les biens de production et leurs services résultent de l'attente et d'une augmentation dans l'efficacité de l'attente. Cette distinction est la partie dynamique de la controverse de Cambridge sur le capital, à laquelle le professeur Howitt fait référence mais sans y adhérer⁴.

Imaginons un monde dans lequel le rythme des progrès techniques exogènes au sens d'Harrod est exactement le même dans le secteur des biens de consommation et dans celui des biens de production du schéma fondamental du professeur Howitt. Dans son modèle, on n'utilise pas de capital pour produire du capital. Donc, le calcul de la PTF dans la production de biens d'équipement est simple : il s'agit du taux de croissance de la production par unité de travail, formule qui accentue la confusion qui porte à croire que le progrès technique neutre d'Harrod est le travail, et seulement le travail, qui augmente. Comme le professeur Howitt part du principe que la croissance de la main-d'oeuvre est égale à zéro, il

s'agit simplement du taux de croissance de la production du secteur des biens d'équipement. En période stable, avec la neutralité d'Harrod, le taux de croissance des capitaux propres et de la consommation de capitaux dans la production de biens de consommation sera égal au taux de progression de la productivité dans le secteur des biens d'équipement. Donc, les mesures de la PTF avec lesquelles le professeur Howitt travaille montreront qu'il croît moins rapidement que la PTF dans le secteur des biens d'équipement. Le résultat est tel parce qu'on a oublié que l'efficience avec laquelle on produit le stock grandissant de capitaux dans la production de biens de consommation augmente aussi. C'est ce qui apparaît dans les chiffres résiduels d'Harrod.

Prenons pour hypothèse que les vieux indices des prix pour la consommation et les biens de production n'évoluaient relativement pas. Supposons qu'un organisme de statistique décide que les progrès techniques que l'on enregistre ne se font pas dans les procédés de production mais dans les modèles des biens d'équipement qui sont produits. L'indice des prix des biens d'équipement est entaché d'une erreur systématique à la hausse et on procède à un ajustement de l'indice hédonique des prix de Robert Gordon, de sorte que l'indice des prix des biens d'équipement baissera par rapport à celui des biens de consommation. Le taux de croissance de la PTF dans la production des biens d'équipement sera plus élevé qu'auparavant et le taux de croissance de la PTF dans la production des biens de consommation sera proportionnellement moindre⁵. Évidemment, les chiffres résiduels d'Harrod ne bougeront pas parce que, dans la production de biens de consommation, ils prennent automatiquement en compte le fait que les services des biens d'équipement sont maintenant produits avec une plus grande efficience qu'auparavant, au sens des modèles améliorés. Si je comprends bien le professeur Howitt, il accepte ce fait. Si toutes les prévisions sont reconverties en biens de consommation et que les changements de quantité relatifs de nouveaux biens d'équipement en biens de consommation correspondent aux différences supposées relevées dans l'évolution des prix relatifs, le taux de croissance global de la consommation durable et de la PTF au sens d'Harrod restera le même, sauf si l'indice des prix des biens de consommation est lui aussi corrigé à cause d'un biais par excès supposé en ce qui concerne la qualité⁶. Rappelez-vous que, si les prix relatifs des biens d'équipement en termes de biens de consommation restent inchangés, cela *ne signifie pas* que les chiffres résiduels de Solow et d'Harrod sont les mêmes⁷. Donc, tout ce qui reste à l'erreur systématique à la baisse supposée dans la croissance stable du produit intérieur net (PIN), c'est le biais par excès, à cause du problème supposé de la qualité dans les indices de prix des biens de consommation⁸.

Passons maintenant au problème de l'apport de connaissances. D'après le professeur Howitt, il ne s'agit pas d'un problème de période stable, mais commençons par présenter les choses simplement. Dans la production de biens de consommation, je suppose que tout nouvel achat de R-D, de machines scientifiques et ainsi de suite est correctement inscrit en tant qu'apport de capital croissant

produit ailleurs mais utilisé en tant qu'apport de capital dans la production de biens de consommation. Je suppose également que la partie de la main-d'oeuvre associée à la production de ces biens reflète à présent ce stock croissant de capital humain. Elle comprendra la main-d'oeuvre utilisée dans le passé et celle qui a appris sur le tas, car les travailleurs présents dans l'activité depuis plus longtemps gagneront des salaires réels plus élevés. Dans le modèle du professeur Howitt, la main-d'oeuvre classée comme ouvrier de production ne croît pas, mais le stock de capital humain – élément du stock de R-D – augmente parce que les salaires réels de ceux qui contribuent à la R-D augmentent au même rythme que les salaires réels dans l'ensemble du secteur des biens de consommation. C'est en capitalisant leurs gains – passés et futurs – que l'on construit l'addition du capital humain au stock de R-D dans l'industrie.

Le taux de croissance de la consommation ne serait pas modifié, mais le chiffre résiduel de Solow relatif au secteur des biens de consommation serait révisé à la baisse. On pourrait faire valoir que l'on tiendrait compte d'une partie des progrès réalisés en matière de productivité dans la production des biens de consommation, mais cela refléterait simplement le fait que les chiffres résiduels de Solow varient en fonction de la reclassification des apports pour les catégories allant des produits primaires aux produits manufacturés. Plus le nombre d'apports capitalisés est grand dans un chiffre de Solow, plus les chiffres résiduels sont bas et plus l'on semble tenir compte de la croissance de la productivité. La classification des apports ne semble pas influencer sur les chiffres résiduels sous-jacents d'Harrod.

Supposons que la technologie, avec le capital de connaissances tirées de la R-D en tant qu'apport, montre des rendements d'échelle croissants. Le capital de connaissances tirées de la R-D augmente et on dit qu'il contribue à la croissance de la consommation observée. En utilisant les chiffres résiduels de Solow et sans traiter les connaissances comme un apport, nous avons :

$$c - [al + bk] = tc \quad (1)$$

c représentant le taux de croissance de la consommation; l et k , les taux de croissance de la main-d'oeuvre et du capital; a et b , leurs élasticités partielles respectives; et tc , le chiffre résiduel de Solow. Si nous traitions les connaissances comme un apport, nous aurions :

$$c - [a^{**} + a^*k^* + bk] = tc^* \quad (2)$$

a^{**} étant l'élasticité partielle de la main-d'oeuvre n'étant pas considérée comme faisant partie du capital humain de la R-D; k^* , le taux de croissance du capital humain de la R-D; $a^{**} + a^* = a$; et tc^* étant inférieur à tc . Auparavant, si nous doublions la main-d'oeuvre et le capital, la production doublait si tc était égal à zéro ($tc = 0$) et la technologie donnait des rendements d'échelle constants. Si tc est supérieur à zéro et que nous ajoutons les connaissances comme apport, k^* (et la croissance du savoir en tant qu'apport, une fois capitalisée, est supérieure à 1), le

chiffre résiduel de Solow sera revu à la baisse et nous ne pourrions pas faire la distinction entre les progrès techniques et l'accumulation du capital des connaissances humaines. Cela dit, où sont les rendements d'échelle croissants?

Que penser de l'argument du professeur Howitt lorsqu'il affirme qu'il y aurait une incidence sur les transitions⁹ d'une période stable à une autre? Supposons que l'on augmente une partie de la main-d'oeuvre classifiée comme participant à la R-D pendant le passage à un taux de croissance supérieur. Aurions-nous alors une meilleure idée du processus de croissance? Si la croissance observée dans la production de biens de consommation était liée à la croissance observée dans la R-D, peut-être. Mais, dans le contexte des hypothèses, si l'on retire des travailleurs de la production, l'apprentissage sur le tas se trouvera ralenti. On pourrait faire valoir que le stock de R-D humaine a augmenté, mais il n'est pas évident qu'il en aille nécessairement de même du stock de capital humain. En outre, si une activité accrue de R-D réalisée par des travailleurs étrangers à la production rendait plus rapidement désuet le capital humain employé par d'autres travailleurs étrangers à la production, rien ne dit que la croissance de la production nette ou de la consommation durable augmenterait nécessairement dans les périodes de transition. (Comme je l'ai précisé, dans son analyse, le professeur Howitt n'a pas vraiment pris en compte le problème de l'obsolescence.) En bref, le fait qu'en période de transition, une plus grande part de la production de biens de consommation de l'économie soit capitalisée ne signifierait rien, pour autant que je sache, en ce qui concerne le remplacement des baisses possibles du taux de croissance de la production par des hausses du taux de croissance, si seulement le problème de la quantification de l'apport de connaissances pouvait être résolu.

Passons au problème de l'investissement dans les connaissances. En l'occurrence, je comprends que, pour le professeur Howitt, bon nombre d'activités liées à la création d'un savoir nouveau dans les entreprises sont traitées autrement que s'il s'était agi d'activités entrant dans la création de biens d'équipement, capitalisées en tant que telles dans les comptes de ces entreprises. C'est peut-être vrai, mais je n'en vois pas l'importance. J'ai déjà parlé du problème de la comptabilité de la croissance dans le cas de la R-D. Je parlerai donc des effets sur la quantification de la productivité. Je pense que, d'après le professeur Howitt, quand les entreprises augmentent leurs achats de biens d'équipement, les travailleurs employés à la production doivent passer du temps à apprendre comment utiliser les nouvelles machines. La production courante baisse pendant la période de recyclage. Le professeur Howitt estime que les dépenses de recyclage et de réorganisation devraient être capitalisées. Si certaines de ces dépenses touchaient à des apports intermédiaires et qu'elles étaient capitalisées, il est vrai que le PNB serait plus élevé. Il s'agit d'un vieux problème : jusqu'à quel point le PIB devrait-il être brut? Si l'on capitalisait ces dépenses normalement imputées aux résultats d'exploitation, le niveau du PNB serait plus élevé. Mais le niveau du PIN ou de la consommation durable le serait-il? Si l'on tient compte du fait que ces dépenses seront rapidement amorties et du fait que l'argument ignore le coût de la

réaffectation de la main-d'oeuvre de la production (activités qui interrompent peut-être, comme je l'ai dit, les résultats de l'apprentissage sur le tas), on ne voit pas très bien quel poids accorder à ce point, si tant est qu'il faille lui en accorder un.

Tout ce que le professeur Howitt semble suggérer, c'est qu'en phase d'expansion, nous sous-évaluons sans doute le montant de l'investissement brut effectué, mais je ne vois pas pourquoi nous sous-évaluons nécessairement le montant de l'investissement net ou les taux de changement transitoires de la consommation durable.

CONCLUSION

J'AI SOULEVÉ QUELQUES QUESTIONS sur l'analyse du professeur Howitt. Ses problèmes de quantification se résument à ceci : en régime de croisière, il peut y avoir une erreur systématique à la baisse dans le calcul du taux de croissance de la consommation durable, à cause du problème d'ajustement dû à la qualité¹⁰. J'avoue ne pas voir grand sens à ses arguments relatifs aux trois autres problèmes de quantification en ce qui concerne l'évaluation de la croissance en période d'équilibre temporaire.

Je conclurai sur une note keynesienne. Il me semble que, si les gouvernements pouvaient faire fonctionner les systèmes économiques à des niveaux vaguement proches de ce que l'on qualifiait d'équilibres keynésiens efficaces, le taux de croissance et les progrès techniques enregistrés dans le monde occidental seraient plus grands. Pour affirmer cela, toutefois, il faut une théorie expliquant comment la progression de la demande globale peut influencer sur la croissance de la productivité. Plus particulièrement, il faut des arguments pour démontrer qu'une politique monétaire expansionniste peut se traduire par des taux de croissance plus élevés, plutôt que des arguments selon lesquels ce type de politique entraîne obligatoirement un relèvement des taux d'intérêt nominaux et une poussée de la croissance, et risque de faire baisser les taux réels en s'accompagnant de taux endogènes plus lents associés à des taux d'inflation plus élevés.

REMERCIEMENTS

JE SOUHAITE REMERCIER Michael Francis et Richard Brecher pour les discussions que nous avons eues sur des questions se rapportant à ces commentaires.

NOTES

- 1 Voir Peter Howitt, «Zero inflation as a long term target for monetary policy», *Zero Inflation: The Goal of Price Stability*, édité par Richard Lipsey (C.D. Howe Institute, Toronto, 1990); et «Money and growth revisited», *Monetary Theory and Thought: Essays in Honour of Don Patinkin*, édité par H. Barkai, S. Fischer et N. Liviatan (Macmillan, London, 1993).
- 2 De fait, comme le montre Chris Freeman dans «The economics of technical change», *Cambridge Journal of Economics*, XVIII, août 1994, p. 463-514, l'extraordinaire variété de moyens formels ou pas par lesquels on élimine ces externalités (ex. : paiements contre apprentissage sur le tas, associations professionnelles, etc.) donnerait à penser qu'à l'heure actuelle, toute représentation théorique ou empirique simple des progrès réalisés sur le plan des connaissances échappe à la science économique.
- 3 Mes propres piètres efforts dans cette direction sont rapportés dans «Technical process, research and development», *Joan Robinson And Modern Economic Theory*, édité par F. Feiwel, Macmillan, London, 1989.
- 4 L'aspect dynamique de cette théorie et de cette mesure est exposé dans Thomas Rymes, *On Concepts of Capital And Technical Change* (Cambridge University Press, Cambridge, 1971); et dans Thomas Rymes et Alexandra Cas, *On Concepts And Measures of Multifactor Productivity in Canada, 1961-81* (Cambridge University Press, Cambridge, 1991).
- 5 Partons du principe qu'avant les corrections apportées par Gordon aux indices des prix, les mêmes chiffres résiduels de Solow aient été montrés dans les secteurs informatique et bancaire. Après les corrections de Gordon, le chiffre résiduel correspondant au secteur informatique est relevé, alors que dans le secteur bancaire, il est revu à la baisse. Si l'on prend les prix constants des biens de consommation ou les chiffres résiduels d'Harrod à la place, il devient inutile de montrer un changement différentiel. Si l'on fait valoir que ce ne sont pas les ordinateurs qui sont «meilleurs» mais les puces dont les indices hédoniques des prix chuteraient, les chiffres résiduels de Solow seraient revus à la baisse, lorsque l'on considère le taux de croissance accru du flux de puces en dollars constants en tant qu'apports intermédiaires dans le secteur informatique. Le chiffre résiduel de Solow pour ce dernier serait revu à la hausse. Ceux d'Harrod ne bougeraient pas. Les chiffres de Solow ne tiendraient plus si l'on prenait en compte le fait que le secteur bancaire a une production qui circule comme un intrant intermédiaire dans les secteurs de l'électronique et des puces informatiques. Là encore, les calculs d'Harrod resteraient inchangés. La raison en est que les chiffres résiduels de Solow essaient d'attribuer les progrès de productivité réalisés par l'industrie d'origine quand la contribution d'intrants produits est séparée – tentative qui échoue lorsque l'on s'aperçoit que les apports de capitaux sont endogènes –, or la séparation recherchée par activité ne peut être réalisée utilement avec ces

chiffres résiduels dans une économie interdépendante sur le plan technologique. Voir Rymes et Cas (1991) et mon intervention dans le cadre d'une discussion de groupe sur les incidences des indices des prix des ordinateurs et de la mesure de la productivité dans Murray F. Foss, Marilyn E. Manser et Allan H. Young (sous la dir.), *Price Measurements And Their uses*, University of Chicago Press for the NBER, Chicago, 1993.

- 6 Je ne tiens pas compte de l'observation du professeur Howitt selon laquelle, dans ce cas, il se peut qu'il y ait un effet en raison d'une différence supposée due à son problème d'évaluation de l'investissement net par rapport à l'investissement brut. J'agis ainsi parce que, si l'on parle de problèmes résultant d'améliorations de modèles et non de méthodes, le fait qu'il utilise un taux de dépréciation immuable du type désintégration radioactive habituelle, au lieu d'un taux de dépréciation qui reflète le taux d'obsolescence de modèles anciens, semble suggérer qu'il n'accorde par beaucoup de poids à son propre argument.
- 7 Quoique bien disposé à l'égard de l'analyse des biens de consommation, Edward Denison, aujourd'hui disparu, continuait de penser qu'au niveau global, si les prix relatifs ne divergeaient pas, les différences entre les chiffres résiduels de Denison et d'Harrod seraient minimales. Voir Edward Denison, *Estimates Of Productivity Change By Industry: An Evaluation and an Alternative*, The Brookings Institution, Washington, 1989, notamment le chapitre 2 sur la nouvelle façon de mesurer la production d'ordinateurs.
- 8 Si l'on veut voir un argument selon lequel cette erreur systématique doit être minimale, se reporter à Allan Crawford, «Measurement biases in the Canadian CPI», *Rapport technique de la Banque du Canada*, n° 64, Banque du Canada, Ottawa, septembre 1993.
- 9 Voir John Hicks, *Capital And Time: A neo-Austrian Theory*, Clarendon Press, Oxford, 1973.
- 10 On peut même contester la correction de Gordon. Voir Edward Denison, «Robert J. Gordon concept of capital» et Robert J. Gordon, «Reply: the Concept of Capital», *The Review of Income and Wealth*, XXXIX, mars 1993, p. 89-110. Ce débat mérite plus d'attention qu'il n'en reçoit. D'après Denison, le concept du capital de Gordon en tant qu'apport signifie que ses indices des prix hédoniques pour les ordinateurs restent biaisés par excès, autrement dit que le professeur Gordon devrait montrer des indices des prix révisés encore plus à la baisse qu'il ne le fait pour les apports en capitaux. Et le professeur Gordon en convient! Sa méthode, menée à sa conclusion logique, éliminerait toute trace de progrès technique et tout semblerait dû à l'augmentation des apports en capital. Remarquez qu'en principe, dans ce cas-ci aussi, le fait que les indices des prix hédoniques continuent d'être biaisés par excès n'influerait pas sur les chiffres résiduels d'Harrod.



Évaluation quantitative des industries à forte concentration de savoir par rapport aux industries à faible concentration de savoir

RÉSUMÉ

LES CONNAISSANCES ONT TOUJOURS ÉTÉ le moteur de la croissance économique. Donc, pour formuler un ensemble de politiques microéconomiques, nous devons d'abord comprendre le rôle des connaissances dans l'économie. Le présent article essaie de comprendre l'incidence du savoir sur la structure industrielle canadienne en classant cinquante-cinq industries canadiennes en secteurs à forte, à moyenne et à faible concentration de savoir, et ce, en se fondant sur des données relatives à la recherche et au développement (R-D), au niveau d'instruction et aux professions. Ensuite, il examine leur comportement économique pendant les années 1980. Il apparaît que le secteur à forte concentration de savoir obtient de meilleurs résultats que les deux autres sur le plan de la production, de l'emploi et de la croissance des salaires. En revanche, la productivité de la main-d'oeuvre y a progressé plus lentement. Le secteur à faible concentration de savoir enregistre, quant à lui, les meilleurs résultats dans ce domaine. Toutefois, si l'on considère le comportement économique industrie par industrie, on remarque des variations importantes même à l'intérieur d'un même secteur, ce qui donne à penser qu'il serait difficile au gouvernement de désigner les futurs perdants ou gagnants.

INTRODUCTION

LE CANADA EST UN PAYS RICHE à tous égards. Cependant, ces vingt dernières années, la croissance du revenu réel des Canadiens et Canadiennes s'est ralentie, le taux de chômage n'a cessé d'augmenter et la disparité entre les gains s'est accentuée. On se demande de plus en plus si le Canada peut encore maintenir ses niveaux de vie élevés et continuer de préserver son tissu social. Il semble beaucoup plus difficile que prévu de résoudre ces problèmes économiques, car la structure industrielle canadienne connaît actuellement une vague de changements accélérés par des réductions des coûts de transport et de communication (Harris, 1993). Ces réductions ont intensifié la concurrence internationale et permis une diffusion plus rapide dans l'économie de la micro-électronique et de

l'informatique. La diffusion de ces technologies transforme fondamentalement notre façon de travailler. Certains vont même jusqu'à affirmer qu'un nouveau paradigme techno-économique est en train de se mettre en place (Jensen, 1993; Lipsey, 1993). Quoi qu'il en soit, cette situation est synonyme de nouveaux défis pour les entreprises, les gouvernements et les travailleurs, car l'économie, qui se caractérise maintenant par une plus forte concentration de savoir, oblige entreprises et travailleurs à s'adapter plus rapidement. Les politiques budgétaires et monétaires traditionnelles ne sauraient à elles seules résoudre les problèmes économiques du Canada. En fait, il est nécessaire de coordonner et de modifier les politiques microéconomiques.

Si nous voulons formuler des politiques microéconomiques coordonnées, nous devons d'abord mieux comprendre les changements qui s'opèrent dans l'économie canadienne. Nombre d'études se sont concentrées sur les résultats des variables macro-économiques. Mais peu a été fait, en ce qui concerne la nouvelle économie, pour souligner l'importance du savoir dans l'économie canadienne. C'est parce qu'il est difficile, au fond, de mesurer statistiquement cette composante dont les caractéristiques sont souvent plus qualitatives que quantitatives. Le présent article vise à mieux faire comprendre la structure industrielle canadienne dans le contexte d'une économie axée sur les connaissances, en classant les industries en fonction du degré de connaissances qu'elles utilisent, et ce, avant d'examiner leur comportement économique dans les années 1980.

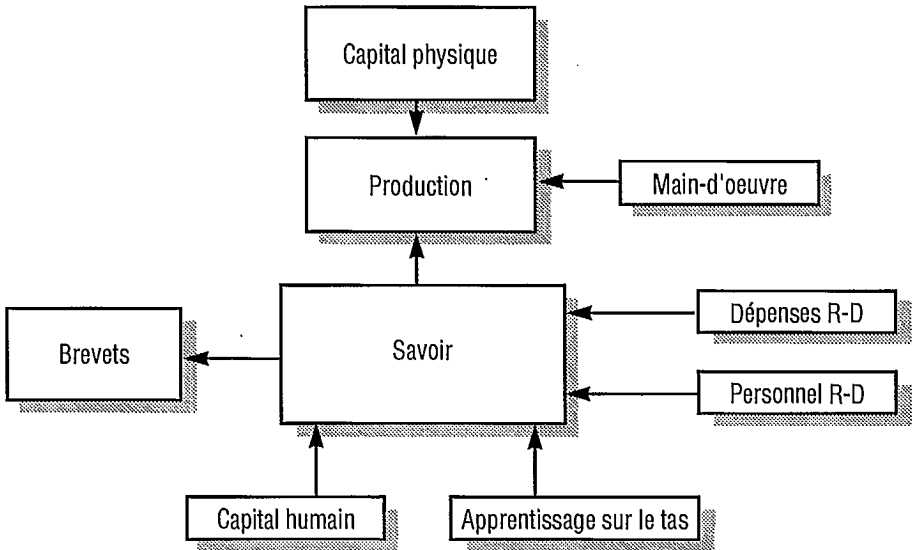
Dans la partie ci-dessous, cinquante-cinq industries sont classées en secteurs à forte, moyenne et faible concentration de savoir. Ensuite, il est question d'autres indicateurs qui pourraient être utiles pour étudier cette concentration dans une industrie. Puis est présenté le comportement économique des trois secteurs susmentionnés au cours des années 1980. Enfin, des conclusions sont tirées.

CLASSIFICATION DES INDUSTRIES À FORTE, MOYENNE ET FAIBLE CONCENTRATION DE SAVOIR

D'APRÈS LES NOUVELLES THÉORIES DE LA CROISSANCE, ce sont les progrès réalisés dans le domaine des connaissances qui sont le moteur de la croissance économique. L'accumulation de connaissances permet aux entreprises de mettre au point de meilleurs procédés de production et de nouveaux produits. Cependant, il est difficile d'évaluer l'incidence de ces connaissances sur l'économie, étant donné qu'elles sont, par nature, différentes et difficiles à quantifier. Nombreux sont ceux qui ont cherché à les mesurer, souvent en s'appuyant sur les intrants qui servent à engranger davantage de savoir ou sur ce que celui-ci permet de produire. Le graphique 1, qui représente de manière simplifiée le processus de production de connaissances, est utile dans l'analyse des moyens de mesure des connaissances¹. Il est à noter qu'outre le capital physique et la main-d'oeuvre, le savoir est essentiel si l'on veut accroître la production d'une économie. La somme des connaissances elle-même peut être accrue en augmentant l'apport de savoir. Autrement dit, le

FIGURE 1

SIMPLE DIAGRAMME DU CHEMINEMENT DU SAVOIR



processus d'accumulation des connaissances n'est pas automatique. Il nécessite efforts et investissements. On peut mesurer l'apport en connaissances notamment aux dépenses consenties sur le plan de l'enseignement, à la recherche et au développement (R-D), au nombre de scientifiques et d'ingénieurs, et à l'investissement en machines et outillage (M-O) (pour faciliter l'apprentissage pratique). Les statistiques relatives aux brevets peuvent, quant à elles, être considérées comme résultant de ce processus de création de savoir.

Comme nous le faisons remarquer ci-dessus, on peut utiliser plusieurs indicateurs pour mesurer la production de connaissances. Et il se peut que l'on obtienne un résultat différent selon l'indicateur utilisé. Afin de réduire ce risque de variations, nous avons mesuré la teneur en savoir des industries en utilisant plus d'un indicateur. Dans cette partie de l'article, nous classons les industries canadiennes en secteurs à forte, à moyenne et à faible concentration de savoir, en nous fondant sur plusieurs indicateurs de l'activité de R-D et sur la teneur en capital humain. Autrement dit, nous essayons d'identifier les industries productrices de savoir plutôt que les industries qui en sont utilisatrices². Il apparaît, cependant, que les deux sont étroitement liées, comme le montre bien l'analyse de l'activité en matière de brevets. Dans la partie suivante, nous parlons d'autres indicateurs de savoir couramment utilisés et dont nous aurions pu nous servir.

ACTIVITÉ DE R-D

LA CAPACITÉ D'UN PAYS À S'IMPOSER face à la concurrence dans une économie mondialisée dépend de plus en plus de sa capacité à avoir des idées nouvelles et à innover. L'effort d'innovation se mesure communément aux dépenses consacrées à la R-D, car il est facile d'obtenir des données concernant cette dernière. Ainsi, en 1986, l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE) a classé les industries des pays de référence en catégories à forte, à moyenne et à faible concentration de technologie, en s'appuyant sur l'intensité de la R-D³. C'est sans doute à la lecture du *Manuel de Frascati* publié par l'OCDE que l'utilisation de la R-D comme indicateur de savoir se justifie le mieux. En effet, l'auteur y définit la R-D comme englobant «les travaux de création entrepris de façon systématique en vue d'accroître la somme des connaissances, y compris la connaissance de l'homme, de la culture et de la société, ainsi que l'utilisation de cette somme de connaissances pour de nouvelles applications» (OCDE, 1994a, p. 31).

Bien que modestes au Canada (1,5 p. 100 du PIB en 1991), les dépenses de R-D sont beaucoup plus importantes que les chiffres ne le laissent entendre. Tout d'abord, elles débouchent souvent sur des produits nouveaux ou meilleurs, ou encore sur des procédés qui permettent aux entreprises de maintenir ou d'accroître leurs parts de marché et de contribuer à la croissance économique globale. Ainsi, il ressort d'une étude réalisée en 1989 sous la direction de Levin que la R-D indépendante se révèle être un moyen plus efficace d'en apprendre davantage au sujet de techniques utilisées par des concurrents, supérieur à d'autres méthodes comme les licences et la rétroingénierie⁴. Ensuite, il est probable que les connaissances acquises grâce aux dépenses de R-D profitent à d'autres secteurs de l'économie ou à d'autres pays, ce qui donne à penser que les taux de rendement social sont peut-être plus élevés que les taux de rendement interne. Nombre d'études empiriques montrent que les taux de rendement social de la R-D dépassent les taux de rendement interne (Bernstein, 1989, 1994; Coe et Helpman, 1993; Mohnen, 1992). Non seulement l'activité de R-D accroît la somme des connaissances réunies dans une économie, mais elle incite aussi à investir davantage, comme l'ont démontré Lach et Shankerman (1989). Les dépenses de R-D et le personnel de la R-D étant tous deux des intrants dans l'activité de R-D, nous les considérons comme assez représentatifs de l'effort consacré à la R-D⁵.

CAPITAL HUMAIN

NOUS UTILISONS ÉGALEMENT LA TENEUR en capital humain d'une industrie pour définir les industries à forte, à moyenne et à faible concentration de savoir. Il se peut que la R-D élève le niveau de connaissances technologiques, mais elle ne transforme pas automatiquement ce nouveau savoir en nouveaux procédés et(ou) en nouveaux produits. Une main d'oeuvre qualifiée est nécessaire pour avoir accès à celui-ci, pour le récupérer et pour l'adapter en vue de mettre au point de nouveaux procédés et de nouveaux produits.

Plusieurs études de la croissance économique, dont celles de Becker, Murphy et Tamura (1990) et de Lucas (1988, 1993) insistent sur l'importance du capital humain dans leur explication de ladite croissance. Bien des études empiriques (p. ex. Barro, 1991; Mankiw, Romer et Weil, 1992) se servent du niveau d'instruction pour évaluer le capital humain. En permettant à des personnes d'absorber des connaissances beaucoup plus rapidement, l'enseignement augmentera probablement la productivité de ces personnes. S'en tenir au niveau d'instruction pour évaluer le capital humain revient à ignorer l'importance de la formation sur le tas et à présupposer qu'il n'existe aucune disparité entre le niveau d'instruction et l'emploi. Or il est peu probable qu'il en soit ainsi en ces temps d'évolution technologique constante où les qualifications ont tendance à être dépassées plus rapidement.

On peut aussi retenir pour critère un panachage de professions permettant de reconnaître les industries fondées sur le savoir. Cette méthode présente plusieurs avantages. Premièrement, il existe, pour l'ensemble des industries, une classification des catégories professionnelles qui facilite les comparaisons. Deuxièmement, cette méthode atténue le problème de disparité des niveaux d'instruction et des emplois. On s'y intéresse uniquement aux aptitudes utilisées dans le travail et pas à celles qui pourraient l'être.

DÉFINITION DES INDUSTRIES À FORTE CONCENTRATION DE SAVOIR

ON A CHERCHÉ PLUSIEURS FOIS à définir les industries de haute technologie et à forte concentration de savoir. Au Canada, Wong (1990) a utilisé le ratio intrants de haute technicité (p. ex. puces électroniques, robots, instruments de précision) sur intrants totaux pour définir ces industries. Cette méthode ignore l'aspect capital humain et s'intéresse entièrement aux produits mais pas aux procédés. Cette définition peut certes être utilisée pour définir des industries utilisatrices de savoir, mais pas celles qui en produisent. En revanche, Rose (1992) définit une industrie à forte concentration de savoir à la part du nombre total de semaines où des personnes possédant un diplôme universitaire ont travaillé. Là encore, il n'a pas tenu compte d'une possible disparité entre le niveau d'instruction et l'emploi. En 1992, Beck a calculé un ratio de savoir pour les États-Unis en divisant le nombre de travailleurs possédant un savoir⁶ par le nombre total d'emplois. Puis elle a utilisé ce ratio de savoir américain pour classer les industries canadiennes en industries à forte, à moyenne et à faible concentration de savoir. Or, non seulement c'est la définition américaine qui est appliquée au Canada, mais en plus, cette définition tend davantage à définir les industries utilisatrices de connaissances que celles qui en produisent.

Avant d'analyser notre méthodologie de définition des industries, il convient de décrire les données utilisées dans notre analyse. Les cinquante-cinq industries ont été réparties en secteurs à forte, à moyenne et à faible concentration de savoir sur la base des données de la R-D de 1984 à 1988⁷, et des données sur l'instruction et les professions de 1986. Pour l'analyse des caractéristiques des trois secteurs, nous

avons utilisé les données relatives à l'investissement, aux capitaux propres et aux brevets. Nous avons aussi décrit le comportement économique des trois secteurs dans les années 1980. Nous avons examiné en particulier la production, l'emploi, les salaires, la productivité de la main-d'oeuvre et le degré d'ouverture sur l'extérieur de chacun de ces secteurs⁸. Les données utilisées dans l'analyse sont décrites de façon plus détaillée dans les parties suivantes.

Nous avons tenu compte, pour définir les industries à forte, à moyenne et à faible concentration de savoir, de trois indicateurs d'activité de R-D et de trois indicateurs de teneur en capital humain. Bien que nous nous soyons concentrés sur les industries productrices de savoir plus que sur celles qui en sont consommatrices, nous sommes forcément tombés sur quelques industries utilisatrices de connaissances puisque nous avons aussi retenu la teneur en capital humain des industries pour les besoins de la classification. En ce qui concerne l'activité de R-D, nous avons tenu compte de trois mesures : l'intensité de la R-D⁹, la proportion de personnel de R-D par rapport au nombre total d'employés et la proportion de personnel professionnel de R-D¹⁰ par rapport au nombre total d'employés.

Pour mesurer la teneur en capital humain, nous avons utilisé trois indicateurs :

- le nombre d'employés ayant un niveau d'instruction postsecondaire¹¹ par rapport au nombre total d'employés;
- le nombre d'employés possédant des connaissances¹² par rapport au nombre total d'employés; et
- le nombre de scientifiques et d'ingénieurs¹³ employés par rapport à l'ensemble des effectifs.

Nous avons commencé par classer les industries en fonction de chacun des six indicateurs, puis nous les avons divisées en trois groupes égaux. Ensuite, nous avons procédé à un classement selon la règle suivante : une industrie est considérée comme à forte concentration de savoir si :

- au moins deux de ses trois indicateurs de R-D appartiennent au tiers supérieur; et
- au moins deux de ses trois indicateurs de teneur en capital humain appartiennent au tiers supérieur.

De même, une industrie est considérée comme à faible concentration de savoir si :

- au moins deux de ses trois indicateurs de R-D appartiennent au tiers inférieur, et
- au moins deux de ses trois indicateurs de teneur en capital humain appartiennent au tiers inférieur.

Toutes les autres industries se rangent dans la catégorie des industries à moyenne concentration de savoir.

Le tableau 1 regroupe les industries en secteurs à forte, à moyenne et à faible concentration de savoir, et dans chaque secteur, le classement se fait en ordre décroissant d'intensité de R-D, mais cela n'équivaut pas forcément à un ordre d'intensité de connaissances décroissant. Quelques industries pour lesquelles nous avons manqué de données en matière de R-D sont classées simplement sur la base de leur teneur en capital humain et ajoutées à la fin de chaque groupe. Le secteur à moyenne concentration de savoir est le plus nombreux puisqu'il contient les industries qui ne se rangent ni dans le secteur à forte concentration de savoir ni dans celui à faible concentration de savoir. Toutefois, en appliquant d'autres critères, on peut encore subdiviser ce secteur en «moyen fort» et «moyen faible», mais nous n'avons pas cherché à le faire dans notre étude. À l'évidence, si l'on employait d'autres critères, certaines industries à moyenne concentration de savoir pourraient aussi être classées dans le secteur à forte ou à faible concentration de savoir.

TABLEAU 1

GROUPES DE CONCENTRATION DU SAVOIR

Forte concentration	Moyenne concentration	Faible concentration
Matériel scientifique et professionnel	Autre matériel de transport	Chasse et pêche
Télécommunications et autres secteurs de l'électronique	Autres secteurs de l'électricité et de l'électronique	Autres produits finis
Aéronefs et pièces	Métaux primaires (non ferreux)	Bois
Informatique et services connexes	Textiles	Ameublement et appareils d'éclairage
Machines commerciales	Télécommunications	Exploitation forestière et foresterie
Services scientifiques et techniques	Papier et produits connexes	Transports
Pharmacie et médecine	Mines	Entreposage
Production d'électricité	Caoutchouc	Agriculture
Autres produits chimiques	Plastiques	Commerce de détail
Machinerie	Métaux primaires (ferreux)	Services personnels
Produits raffinés du pétrole et charbon	Produits minéralurgiques non métalliques	Carrières et sablières
Services de conseil en gestion	Commerce de gros	Hébergement, restauration
Services d'enseignement	Pétrole brut et gaz naturel	Vêtements
Services sanitaires et sociaux	Produits usinés en métal	Cuir
Transport par pipeline	Véhicules automobiles et pièces	
Autres services aux entreprises	Aliments	
	Boissons	
	Tabac	
	Finance, assurances et immobilier	
	Autres services publics	
	Services auxiliaires aux mines	
	Autres services	
	Impression et édition	
	Construction	
	Services de divertissement et de loisir	

TABLEAU 2
 ACTIVITÉ DE R-D PAR INDUSTRIE : MOYENNE POUR 1984-1988

	Concentration de R-D		Personnel de R-D par travailleur		Personnel de R-D professionnel par travailleur	
	%	Rang	%	Rang	%	Rang
Matériel scientifique et professionnel	27,88	1	3,14	9	1,65	9
Télécommunications et autres secteurs de l'électronique	17,14	2	19,38	1	11,41	1
Aéronefs et pièces	10,89	3	11,17	3	4,92	3
Informatique et services connexes	9,77	4	6,36	5	3,57	4
Machines commerciales	9,33	5	15,73	2	9,36	2
Services scientifiques et techniques	8,62	6	4,99	7	2,70	7
Pharmacie et médecine	3,54	7	5,39	6	2,88	6
Production d'électricité	1,21	9	1,98	12	0,91	12
Autres produits chimiques	0,96	10	3,16	8	1,76	8
Machinerie	0,95	11	1,68	14	0,64	14
Produits raffinés du pétrole et charbon	0,85	14	7,94	4	3,41	5
Services de conseil en gestion	0,53	17	0,43	27	0,22	24
Autre matériel de transport	1,22	8	2,25	11	0,94	11
Autres secteurs de l'électricité et de l'électronique	0,90	12	1,69	13	0,87	13
Métaux primaires (non ferreux)	0,87	13	2,57	10	0,97	10
Textiles	0,60	15	0,84	18	0,38	18
Télécommunications	0,58	16	0,75	19	0,50	16
Papier et produits connexes	0,43	18	0,89	17	0,38	17
Mines	0,40	19	0,92	16	0,37	19
Caoutchouc	0,30	20	0,59	21	0,31	20
Plastiques	0,28	21	0,46	23	0,19	26
Métaux primaires (ferreux)	0,28	22	0,53	22	0,27	21
Produits minéralurgiques non métalliques	0,26	23	0,44	24	0,20	25
Commerce de gros	0,25	24	0,25	29	0,12	29
Pétrole brut et gaz naturel	0,24	25	1,01	15	0,53	15
Produits usinés en métal	0,21	27	0,37	28	0,17	28
Véhicules automobiles et pièces	0,20	28	0,65	20	0,24	22
Boissons et tabac	0,15	31	0,43	26	0,18	27
Finance, assurances et immobilier	0,09	34	0,21	32	0,08	33
Autres services publics	0,09	35	0,14	36	0,09	32
Services auxiliaires aux mines	0,09	36	0,15	34	0,07	35
Autres services	0,05	39	0,03	41	0,02	40
Impression et édition	0,04	41	0,07	38	0,04	38
Construction	0,01	43	0,02	42	0,01	42

(SUITE)

TABLEAU 2 (SUITE)

	Concentration de R-D		Personnel de R-D par travailleur		Personnel de R-D professionnel par travailleur	
	%	Rang	%	Rang	%	Rang
Chasse et Pêche	0,21	26	0,11	37	0,05	37
Autres industries de la fabrication	0,18	29	0,22	31	0,10	31
Aliments	0,17	30	0,44	25	0,22	23
Bois	0,13	32	0,24	30	0,11	30
Ameublement et appareils d'éclairage	0,11	33	0,16	33	0,07	36
Exploitation forestière et foresterie	0,08	37	0,14	35	0,08	34
Transport et entreposage	0,06	38	0,06	39	0,03	39
Agriculture	0,05	40	0,04	40	0,01	41
Commerce de détail	0,02	42	0,01	43	0,01	43

Remarques : Moyenne de 1985 à 1988 pour l'agriculture, la chasse et la pêche, l'exploitation forestière et la foresterie.

Dans ce tableau, les autres industries de la fabrication comprennent le vêtement et le cuir, et les autres produits finis; les autres services comprennent les autres services aux entreprises et les services personnels. Pour le matériel scientifique et professionnel et pour les autres industries de la fabrication, on s'est servi des données de 1986 sur la production brute et l'emploi.

On a déterminé approximativement la production brute des industries de l'informatique et des services connexes, des services scientifiques et techniques et des services de conseil en gestion d'après leur part d'emploi respective du secteur des services aux entreprises.

Source : Calculs de l'auteur d'après les données de Statistique Canada. Les données sur l'emploi dans l'industrie du matériel scientifique et professionnel viennent du système canadien de projections sur les professions de Développement des ressources humaines Canada.

Le tableau 2 présente l'activité de R-D¹⁴ par industrie. Pour le secteur à forte concentration de savoir, il s'avère que les trois indicateurs de R-D sont supérieurs à la moyenne de toutes les industries (0,52, 0,56 et 0,29 respectivement), sauf dans le cas des services de conseil en gestion. Cette dernière industrie présente une teneur en personnel de R-D assez faible qui ne la qualifierait pas normalement pour le premier groupe. Cependant, étant donné sa teneur exceptionnellement élevée en capital humain, nous l'avons classée dans le secteur à forte concentration de savoir. Parallèlement, pour les industries à faible concentration de savoir, les trois indicateurs de R-D étaient inférieurs à la moyenne de l'ensemble des industries. La raison en est qu'ils sont étroitement liés, comme le montre la matrice de corrélation de rangs des indicateurs de R-D présentée au tableau 3.

TABLEAU 3

MATRICE DE CORRÉLATION DE RANGS DES INDICATEURS DE R-D

	Concentration de R-D	Personnel de R-D par travailleur	Personnel de R-D professionnel par travailleur
Concentration de R-D	1,00		
Personnel de R-D par travailleur	0,94	1,00	
Personnel de R-D professionnel par travailleur	0,95	0,99	1,00

Source : Tableau 2

Le tableau 4 présente la proportion de travailleurs ayant une instruction postsecondaire et donne deux représentations différentes fondées sur un panachage de professions, afin d'indiquer la teneur en capital humain des industries. Comme le montre le tableau 5, le coefficient de corrélation de rangs entre la proportion de travailleurs ayant une instruction postsecondaire et la proportion de travailleurs détenant un savoir était assez élevé (0,85). Cela donne à penser qu'il existe un lien assez étroit entre le niveau d'instruction et les postes à forte intensité de savoir. Cependant, leurs coefficients de corrélation de rangs respectifs avec la proportion de scientifiques et d'ingénieurs est plus faible (0,62 et 0,61)¹⁵, ce qui donne à penser que cette catégorie professionnelle a tendance à se concentrer sur la capacité scientifique ou technologique d'une industrie et donc qu'elle ne convient pas tout à fait pour mesurer la teneur en connaissances d'industries de service qui ne participent pas à la mise au point de nouveaux procédés ou produits. En conséquence, il n'est guère surprenant de voir un petit nombre de scientifiques et d'ingénieurs des industries comme les services éducatifs et les services sanitaires et sociaux compter sur d'autres secteurs pour innover et créer de nouveaux produits. En général, les industries à forte concentration de savoir ont une teneur en capital humain supérieure à la moyenne (41,1, 24,6 et 3,6 respectivement), et c'est le contraire pour les industries à faible concentration de savoir. Il y a quelques exceptions : dans l'industrie des machines, la proportion de travailleurs détenant un savoir est inférieure à la moyenne, tandis que dans l'enseignement, les services sanitaires et sociaux et les autres services professionnels, c'est la proportion de scientifiques et d'ingénieurs qui est inférieure à la moyenne. À l'autre bout de l'éventail, le secteur de l'exploitation forestière et de la foresterie compte une proportion de scientifiques et d'ingénieurs supérieure à la moyenne. En ce qui concerne les industries à moyenne intensité de connaissances, l'industrie du pétrole brut et du gaz naturel affiche une teneur en capital humain supérieure à la moyenne pour les trois indicateurs relatifs au capital humain. En revanche, son activité de R-D est trop basse pour classer l'industrie dans le secteur à forte concentration de savoir.

TABEAU 4
CAPITAL HUMAIN PAR INDUSTRIE EN 1986

	Proportion de travailleurs avec instruction postsecondaire		Proportion de travailleurs détenant un savoir		Proportion de scientifiques et d'ingénieurs par travailleur	
	%	Rang	%	Rang	%	Rang
Matériel scientifique et professionnel	45,3	16	30,7	13	12,6	10
Télécommunications et autres secteurs de l'électronique	51,4	13	38,7	8	21,9	4
Aéronefs et pièces	50,5	14	26,1	16	14,8	9
Informatique et services connexes	69,2	3	62,2	3	42,0	2
Machines commerciales	59,6	7	44,6	7	21,2	5
Services scientifiques et techniques	74,9	2	75,4	1	62,1	1
Pharmacie et médecine	51,7	12	34,5	11	10,0	12
Production d'électricité	59,2	8	29,7	14	18,2	6
Autres produits chimiques	44,6	18	28,0	15	11,2	11
Machinerie	45,4	15	22,1	18	8,5	15
Produits raffinés du pétrole et charbon	53,6	11	33,9	12	15,6	8
Services de conseil en gestion	67,4	4	62,0	4	9,1	13
Services d'enseignement	76,4	1	69,7	2	2,3	35
Services sanitaires et sociaux	65,6	5	61,8	5	0,7	50
Transport par pipeline	54,9	10	36,1	10	16,0	7
Autres services aux entreprises	57,0	9	37,8	9	1,3	42
Autre matériel de transport	45,3	17	15,0	31	6,3	20
Autres secteurs de l'électricité et de l'électronique	33,9	35	19,0	23	7,9	18
Métaux primaires (non ferreux)	40,0	22	16,0	29	8,2	16
Textiles	23,3	49	11,5	42	2,7	31
Télécommunications	37,6	25	17,6	26	5,3	22
Papier et produits connexes	35,6	29	12,3	40	4,6	25
Mines	40,5	20	14,2	35	7,9	19
Caoutchouc	31,0	37	14,4	32	4,9	24
Plastiques	26,2	44	14,0	37	2,9	29
Métaux primaires (ferreux)	34,5	32	12,5	39	6,3	21
Produits minéralurgiques non métalliques	28,6	42	14,0	36	3,4	28
Commerce de gros	35,1	30	18,9	24	1,9	39
Pétrole brut et gaz naturel	61,6	6	46,6	6	24,7	3
Produits usinés en métal	38,1	24	14,4	33	4,1	27
Véhicules automobiles et pièces	28,8	41	11,2	43	4,4	26
Aliments	23,9	47	10,8	44	2,1	37
Boissons	32,0	36	15,8	30	2,8	30
Tabac	34,5	31	16,5	28	5,2	23
Finance, assurances et immobilier	44,0	19	25,2	17	2,6	32
Autres services publics	36,6	27	18,6	25	2,1	38

(SUITE)

TABLEAU 4 (suite)

	Proportion de travailleurs avec instruction postsecondaire		Proportion de travailleurs détenant un savoir		Proportion de scientifiques et d'ingénieurs par travailleur	
	%	Rang	%	Rang	%	Rang
Services auxiliaires aux mines	34,4	33	21,3	19	9,0	14
Autres services	37,3	26	16,5	27	0,8	49
Impression et édition	38,4	23	21,0	21	1,3	43
Construction	36,5	28	9,9	47	2,3	34
Services de divertissement et de loisir	34,2	34	14,2	34	0,9	48
Chasse et pêche	19,8	53	4,7	54	2,2	36
Autres produits finis	29,9	38	20,6	22	1,7	40
Bois	25,3	46	7,2	51	1,2	44
Ameublement et appareils d'éclairage	26,1	45	10,1	46	1,5	41
Exploitation forestière et foresterie	29,6	39	12,3	41	8,0	17
Transport	29,0	40	8,9	50	2,3	33
Entreposage	23,4	48	21,2	20	1,0	46
Agriculture	21,5	50	10,6	45	0,5	51
Commerce de détail	28,1	43	13,1	38	0,3	53
Services personnels	40,5	21	3,4	55	0,1	55
Carrières et sablières	20,6	51	9,3	49	1,0	47
Hôtellerie et restauration	20,0	52	9,4	48	0,1	54
Vêtements	16,2	54	6,7	53	0,4	52
Cuir	14,5	55	6,8	52	1,0	45

Source : Calculs de l'auteur selon le système canadien de projections sur les professions de Développement des ressources humaines Canada.

TABLEAU 5

MATRICE DE CORRÉLATION DE RANGS DES TRAVAILLEURS DÉTENANT UN SAVOIR

	Proportion de travailleurs avec instruction postsecondaire	Proportion de travailleurs détenant un savoir	Proportion de scientifiques, d'ingénieurs et de techniciens
Proportion de travailleurs avec instruction postsecondaire	1,00		
Proportion de travailleurs détenant un savoir	0,85	1,00	
Proportion de scientifiques, d'ingénieurs et de techniciens	0,62	0,61	1,00

Source : Tableau 4.

AUTRES INDICATEURS

COMME NOUS L'AVONS EXPLIQUÉ PLUS HAUT, d'autres indicateurs sont souvent utilisés pour mesurer la teneur en connaissances d'une industrie.

ACTIVITÉ D'INVESTISSEMENT

SI LES INVESTISSEMENTS DANS LE CAPITAL PHYSIQUE s'accompagnent d'investissements dans des idées nouvelles ou dans des connaissances, l'accumulation de capital physique se transforme en un puissant moteur de la croissance économique. En 1987, en estimant une simple fonction de production Cobb-Douglas, Romer a découvert que le coefficient de capital physique est nettement plus élevé que sa part de l'économie. Il y a vu «l'incarnation» du savoir. En 1991, Barro, qui se fondait sur des régressions dans différents pays, n'a montré aucune preuve d'effets externes découlant de l'accumulation de capital. En outre, en 1992, Hulten affirmait que le savoir investi dans le capital physique ne jouait pas un rôle particulièrement important dans la croissance de la production manufacturière américaine. Cependant, en limitant l'analyse à l'incidence de l'investissement dans les machines et outils (M-O) sur la croissance économique, De Long et Summers (1991) ont conclu à une importante association positive, à partir de régressions observées dans différents pays. De plus, le rendement social de ce type d'investissement est, selon eux, supérieur au rendement interne, ce qui signifie que l'investissement dans les M-O produit des effets externes.

Cependant, il ressort de notre analyse que les positions relatives des industries changent peu, que nous utilisons l'investissement brut ou l'investissement dans les M-O. La corrélation de rangs entre l'intensité d'investissement brut¹⁶ et l'intensité d'investissement dans les M-O était de 0,88, et la corrélation de rangs entre l'intensité de capitaux propres bruts¹⁷ et l'intensité de capitaux propres en M-O était de 0,91.

L'intensité d'investissement et de capitaux propres de chaque industrie est présentée au tableau A2 à l'annexe A. Aucun schéma clair ne prête à conclure à une relation entre les industries à forte concentration de savoir et les industries à forte intensité d'investissement. Cela devient plus évident au tableau 6, dans lequel nous présentons l'intensité d'investissement et de capital pour les trois secteurs qui utilisent des connaissances. Il est à noter que l'intensité de l'investissement ne crée pas de nette distinction entre les secteurs à forte, à moyenne et à faible concentration de savoir. Toutefois, l'intensité de capital est bien plus élevée dans le secteur à forte concentration de savoir que dans les deux autres secteurs, et l'intensité de capital dans le deuxième secteur est plus importante que dans le troisième secteur¹⁸.

TABLEAU 6
INTENSITÉ D'INVESTISSEMENT DES INDUSTRIES À FORTE, À MOYENNE ET À FAIBLE
CONCENTRATION DE SAVOIR

	Intensité d'investissement brut	Intensité d'investissement dans les M-O	Intensité de capitaux propres bruts	Intensité de capitaux propres en M-O
(%)	(%)	(milliers de \$)	(milliers de \$)	
Forte concentration de savoir	8,4	4,2	281,4	66,3
Moyenne concentration de savoir	8,9	5,3	119,4	46,4
Faible concentration de savoir	7,6	4,4	64,1	24,3

Remarque : Les services auxiliaires aux mines se retrouvent dans le groupe des industries à faible concentration de savoir avec les carrières et les sablières et les mines, car il a été impossible de ventiler les données sur les investissements.

Source : Tableau A2.

ACTIVITÉ DANS LE DOMAINE DES BREVETS

LES STATISTIQUES RELATIVES À LA R-D FOURNISSENT des renseignements qui se révèlent précieux pour identifier les industries productrices de savoir. Toutefois, on y voit généralement des mesures d'un apport générateur de connaissances qui peuvent revêtir une valeur économique. (Tous les projets de R-D ne produisent pas de connaissances ayant une valeur économique.) Par contre, les statistiques relatives aux brevets servent souvent d'indicateurs des résultats de l'effort d'innovation. Cependant, l'utilisation de ces statistiques pose un certain nombre de problèmes, que Ducharme a résumés en 1991. Premièrement, il est difficile de savoir quels brevets seront commercialisés. La valeur des brevets dépend normalement de ce qu'ils servent ou pas à mettre au point de nouveaux produits ou procédés. Mais bien des brevets peuvent être vains s'ils ne se traduisent pas par une réussite commerciale. De plus, toutes les inventions ne font pas l'objet de brevets ou ne sont pas brevetables. Deuxièmement, ces statistiques ne mesurent pas les innovations marginales résultant de la lecture de publications, de contacts personnels ou de licences. Troisièmement, la même valeur économique est accordée à toutes les inventions. Autrement dit, les statistiques relatives aux brevets ne donnent aucune information quant à l'importance relative d'un brevet par rapport à un autre.

Malgré ces problèmes, bien des auteurs utilisent les statistiques relatives aux brevets comme indicateur économique¹⁹, et ce, pour deux raisons au moins. Tout d'abord, il semble y avoir un lien étroit entre les statistiques relatives à la R-D et aux brevets dans l'ensemble des entreprises et des industries (Pakes et Griliches, 1984). Ensuite, les statistiques relatives aux brevets peuvent fournir sur la circulation de la technologie entre les industries²⁰ des renseignements que ne donnent pas les statistiques relatives à la R-D, étant donné qu'un brevet peut être classé en fonction de l'industrie qui devrait l'utiliser et de celle qui le produira probablement.

La base de données canadienne sur les brevets (PATDAT) attribue systématiquement les brevets au secteur d'origine le plus probable et à celui qui en fera un usage éventuel. Il arrive, dans un faible pourcentage de cas, que des brevets soient attribués à deux ou trois secteurs d'origine et d'utilisation éventuelle. En outre, si un brevet est attribué à plus d'un secteur (par exemple, à la CAE à quatre chiffres), ces industries appartiennent généralement au même grand regroupement industriel (c.-à-d. à la CAE à trois chiffres). Nous avons donc classé les données relatives aux brevets par première industrie d'origine et d'utilisation éventuelle, comme Ducharme (1991) et Hanel (1994).

Le tableau A3 de l'annexe A énumère les caractéristiques des brevets par industrie, et les résultats sont résumés au tableau 7. Le secteur à forte concentration de savoir est celui à qui l'on a accordé le plus grand nombre de brevets et sans doute celui qui en utilise le plus, suivi par le secteur à moyenne concentration de savoir. Le secteur à faible concentration de savoir a le plus petit nombre de brevets accordés et peut-être utilisés. Les différences entre les trois secteurs s'accroissent si l'on prend en considération la taille du secteur, comme le montre les deux dernières colonnes du tableau.²¹ Si nous partons du principe que les statistiques relatives aux brevets sont des indicateurs fiables de la production de connaissances, c'est le secteur à forte concentration de savoir qui produit le plus de connaissances et qui en fait l'utilisation la plus intense, et c'est le secteur à faible concentration de savoir qui en produit le moins et qui en utilise peu pour produire des produits. Cette proposition est quelque peu renforcée par le tableau 8, qui montre l'utilisation des techniques de pointe par industrie du secteur manufacturier.²² Cela montre que les industries à forte concentration de savoir et certaines industries à moyenne concentration de savoir de notre étude tendent à beaucoup utiliser de techniques de pointe comparé aux industries à faible concentration de savoir. En conséquence, comme le montrent les statistiques relatives aux brevets et aux techniques de pointe, les industries à forte concentration de savoir semblent beaucoup utiliser de nouveaux produits et procédés de pointe.

TABLEAU 7

BREVETS DES INDUSTRIES À FORTE, À MOYENNE ET À FAIBLE
CONCENTRATION DE SAVOIR DE 1984 À 1988

	Nombre total de brevets accordés	Nombre total de brevets par usage potentiel	Nombre total de brevets accordés par production	Nombre total de brevets par l'usage potentiel par production
	Nombre	Nombre	par milliard \$	par milliard \$
Forte concentration de savoir	48 053	40 659	58,1	49,1
Moyenne concentration de savoir	21 199	31 554	9,0	13,4
Faible concentration de savoir	3 524	5 054	4,2	6,1

Remarques : L'expression «brevets accordés» ne se rapporte qu'aux produits, tandis que le terme «brevets» touche à la fois les produits et les procédés.

Par production, on entend la production brute.

Source : Tableau A3.

TABLEAU 8

UTILISATION DES TECHNIQUES DE POINTE^a PAR LES INDUSTRIES DU SECTEUR MANUFACTURIER EN 1989

	Utilisation des techniques de pointe			
	Au moins 1		Au moins 10	
	% des expéditions	Rang	% des expéditions	Rang
Matériel scientifique et professionnel	81	17	53	17
Télécommunications et autres secteurs de l'électronique	97	6	81	4
Aéronefs et pièces	99	1	93	1
Machines commerciales	99	1	90	2
Pharmacie et médecine	99	1	68	10
Autres produits chimiques	93	11	63	13
Machinerie	91	13	55	16
Produits raffinés du pétrole et charbon	90	14	76	6
Autre matériel de transport	96	8	74	7
Autres secteurs de l'électricité et de l'électronique ^b	95	9	68	10
Métaux primaires (non ferreux) ^b	93	11	67	12
Textiles	67	25	32	22
Papier et produits connexes	89	15	69	9
Caoutchouc	97	6	84	3
Plastiques	79	18	27	23
Métaux primaires (ferreux) ^b	98	5	81	4
Produits minéralurgiques non métalliques	88	16	49	18
Produits usinés en métal	75	21	40	19
Aliments	78	19	40	19
Boissons	94	10	62	14
Tabac	76	20	57	15
Impression et édition	72	23	26	24
Véhicules automobiles et pièces ^b	99	1	70	8
Autres produits finis	63	27	14	28
Bois	75	21	35	21
Ameublement et appareils d'éclairage	65	26	26	24
Vêtements	68	24	23	26
Cuir	55	28	23	26

Remarques : ^aSe rapporte à l'utilisation des 22 techniques de pointe que l'on peut répartir en sept groupes généraux : conception et génie, fabrication et assemblage, manutention automatisée des matériaux, inspection automatisée par capteurs et (ou) appareils d'analyse, télécommunications et contrôle, systèmes d'information en fabrication et intégration et contrôle.

^bD'après Statistique Canada, no 88-002 au catalogue, vol. 2, n° 3, en pondérant les expéditions.

Source : Statistique Canada, 1991. Les indicateurs de l'activité scientifique et technologique 1990, no 88-002 au catalogue, vol. 2, n° 3, Ottawa.

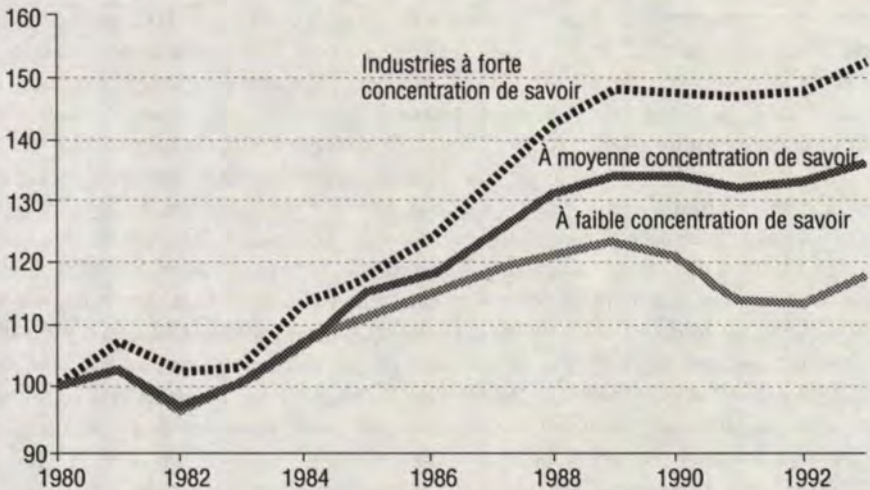
COMPORTEMENT ÉCONOMIQUE

DANS CETTE PARTIE, NOUS EXAMINONS le comportement économique global des secteurs à forte, à moyenne et à faible concentration de savoir dans les années 1980. Des résultats détaillés industrie par industrie sont donnés à l'annexe B. La production, l'emploi, le taux de salaire, la productivité de la main-d'oeuvre et l'ouverture commerciale sur l'extérieur sont analysés et comparés pour tous les secteurs.

Le graphique 2 représente la croissance de la production (PIB au coût des facteurs) de 1980 à 1993 pour chaque groupe. Dans notre étude, le secteur à forte concentration de savoir affichait la plus forte croissance, suivi par les deux autres secteurs. Les trois secteurs ont atteint leur record de croissance en 1989, après quoi tous ont connu un déclin dû à la récession. Les deux premiers ont enregistré un léger déclin, tandis que dans le troisième, le recul était plus marqué. En 1992, l'économie redémarrant, tous trois ont affiché des augmentations de la production. Comme le montre le tableau 9, de 1981 à 1990, les secteurs à forte et à moyenne concentration de savoir ont enregistré des taux de croissance annuelle de 3,6 et 3 p. 100 respectivement, tandis que le troisième secteur connaissait un taux de croissance annuelle de 2 p. 100 seulement. Donc, les trois secteurs ont affiché une croissance absolue sur cette période.

FIGURE 2

PIB RÉEL AU COÛT DES FACTEURS



Remarques : Les données annuelles sur le matériel scientifique et professionnel ne sont pas disponibles. Par conséquent, cette industrie fait partie du groupe à faible concentration de savoir, avec les autres industries du secteur de la fabrication.

L'industrie des services auxiliaires aux mines fait partie du groupe à faible concentration de savoir, avec les carrières et les sablières, et les mines.

Source : Données de Statistique Canada.

TABLEAU 9

CROISSANCE DE LA PRODUCTION BRUTE AU COÛT DES FACTEURS,
DE 1981 À 1990

	Taux de croissance annuelle	Part du marché en 1981	Part du marché en 1990	Variation de la part du marché	Taux de croissance de la part du marché
	%	%	%	%	%
Forte concentration de savoir	3,6	16,0	17,1	1,1	6,6
Moyenne concentration de savoir	3,0	59,4	60,1	0,7	1,2
Faible concentration de savoir	2,0	24,6	22,8	-1,8	-7,3

Remarque : Les services auxiliaires aux mines se retrouvent dans le groupe des industries à faible concentration de savoir avec les carrières et les sablières, et les mines car il est impossible de ventiler les données sur les investissements.

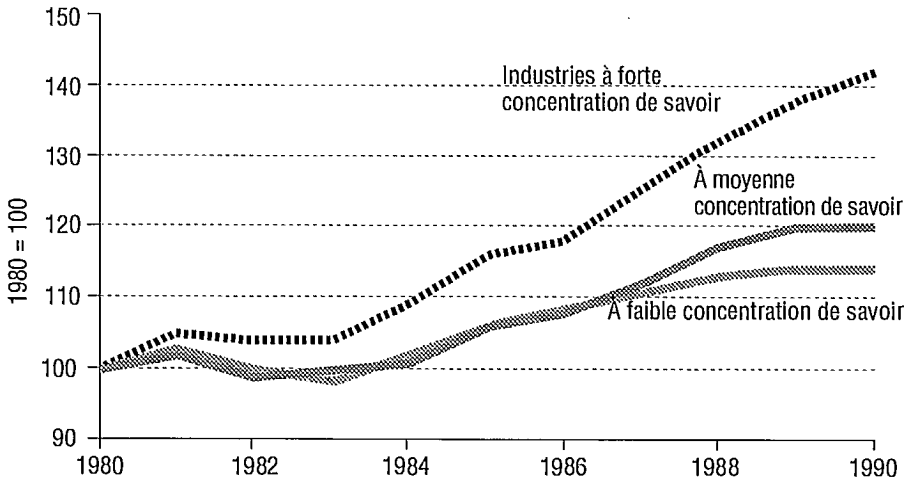
Source : Tableau B1.

Lorsque nous avons examiné les résultats relatifs de chaque groupe sur le plan de la production, nous nous sommes aperçus que la part de marché du secteur à forte concentration de savoir était passée de 16 p. 100 à 17,1 p. 100, autrement dit qu'elle avait augmenté de 1,1 p. 100. Celle du secteur à moyenne concentration de savoir était passée de 59,4 p. 100 à 60,1 p. 100, soit une augmentation de 0,7 p. 100. En revanche, la part du secteur à faible concentration de savoir avait diminué, passant de 24,6 p. 100 à 22,8 p. 100, soit une baisse de 1,8 p. 100.

Comme on le voit au graphique 3, un scénario similaire apparaît en ce qui concerne l'emploi. Depuis 1980, le secteur à forte concentration de savoir affiche la plus forte croissance dans ce domaine, suivi par les secteurs à moyenne et à faible concentration de savoir. Comparé à la croissance de la production, l'emploi dans le premier secteur a continué de croître rapidement. Cependant, la croissance de l'emploi dans le deuxième secteur a commencé à ralentir sensiblement en 1989. Dans le troisième secteur, le ralentissement s'est amorcé deux ans plus tôt, en 1987. Le tableau 10 révèle qu'en ce qui a trait à l'emploi, les résultats dans les trois secteurs ne diffèrent pas beaucoup de ceux obtenus en matière de production. Le taux de croissance annuel de l'emploi dans le premier nommé était de 4,2 p. 100 de 1981 à 1990, tandis que dans les deux autres secteurs, il était de 1,8 p. 100 et 1,1 p. 100 respectivement. Parallèlement, l'importance relative du premier secteur a augmenté puisque sa part de l'emploi a progressé de 2,9 p. 100. En revanche, le deuxième secteur a régressé, étant donné que sa part de l'emploi a diminué de 0,03 p. 100. Quant au troisième secteur, c'est une perte de 2,9 p. 100 sur sa part de l'emploi qu'il a enregistrée dans le même laps de temps.

FIGURE 3

EMPLOI



Remarques : On ne possède pas de données annuelles pour le matériel scientifique et professionnel qui a été inclus au groupe des industries à faible concentration de savoir avec les autres industries du secteur de la fabrication.

Les services auxiliaires aux mines font partie du groupe des industries à faible concentration de savoir, avec les carrières et les sablières, et les mines.

Source : Données de Statistique Canada.

TABEAU 10
PERFORMANCE DE L'EMPLOI DE 1981 À 1990

	Taux de croissance annuel	Part du marché en 1981	Part du marché en 1990	Variation de la part du marché	Taux de croissance de la part du marché
	%	%	%	%	%
Forte concentration de savoir	4,2	12,5	15,4	2,9	23,2
Moyenne concentration de savoir	1,8	43,3	44,3	-0,03	-0,1
Faible concentration de savoir	1,1	44,3	41,4	-2,9	-6,5

Remarque : Les services auxiliaires aux mines se retrouvent dans le groupe des industries à faible concentration de savoir avec les carrières et les sablières, et les mines car il est impossible de ventiler les données sur les investissements.

Source : Tableau B2.

Le tableau 11 présente les résultats des trois secteurs en matière salariale. Pendant les années 1980, le secteur à forte concentration de savoir affichait le taux de croissance salariale le plus rapide, suivi par le secteur à faible concentration de savoir. Le secteur à moyenne concentration de savoir a connu la croissance salariale la plus lente. Autrement dit, le taux de salaire du premier nommé, qui était inférieur à celui du secteur à moyenne concentration de savoir en 1981, a rattrapé le niveau de ce dernier en 1990. Par contre, le secteur à faible concentration de savoir affichait le taux de salaire le plus bas en 1981 et en 1990.

TABLEAU 11
SALAIRE HORAIRE DE 1981 À 1990

	Taux de salaire en 1981	Taux de salaire en 1990	Taux de croissance annuel	Taux de salaire relatif en 1981	Taux de salaire relatif en 1990
	\$/heure	\$/heure	%		
Forte concentration de savoir	11,6	20,0	6,3	1,16	1,24
Moyenne concentration de savoir	13,1	20,0	4,8	1,31	1,24
Faible concentration de savoir	6,5	10,7	5,7	0,66	0,67

Remarques : Les services auxiliaires aux mines se retrouvent dans le groupe des industries à faible concentration de savoir, avec les carrières et les sablières, et les mines, car il est impossible de ventiler les données sur les investissements.

Le matériel scientifique et professionnel fait partie du groupe des industries à faible concentration de savoir.

Ce tableau peut être dérivé du tableau B3. Le taux de salaire correspond à la moyenne pondérée des salaires du tableau B3, le facteur de correction étant égal au nombre total d'heures travaillées par rapport au nombre total d'heures travaillées pour chaque secteur.

Le secteur à forte concentration de savoir a une plus forte intensité de capital et probablement une plus forte intensité de connaissances que le secteur à moyenne concentration de savoir, mais la productivité de la main-d'oeuvre était plus faible dans le premier secteur nommé que dans le deuxième en 1981 et 1990, comme le montre le tableau 12. Ce qui semble indiquer que le secteur à moyenne concentration de savoir utilise plus de ressources que les deux autres secteurs, et que la forte productivité de la main-d'oeuvre traduit les rentes de ressources. En même temps, le tableau 12 montre que le secteur à forte concentration de connaissances, qui connaissait le taux de croissance salariale le plus rapide, enregistrait dans les années 1980 la plus faible croissance de la productivité de la

main-d'oeuvre (0,7 p. 100). Il y a une explication possible à cela : étant donné que la croissance de la production a été bien plus rapide dans le secteur à forte concentration de savoir que dans celui à moyenne concentration de savoir, le premier nommé a augmenté plus vite ses effectifs pour faire face aux exigences de cette croissance, ralentissant par là-même la croissance de la productivité de sa main-d'oeuvre. Comme ce secteur est un nouveau secteur, il se peut qu'il n'ait pas eu le temps d'atteindre le point d'équilibre où les travailleurs sont payés par rapport à leur productivité marginale. Il est possible, en revanche, que beaucoup d'industries du secteur à moyenne concentration de savoir soient des industries stables, tournant à plein régime et dont les employés sont payés selon leur productivité marginale.

Le secteur à faible concentration de savoir, qui est celui qui a le plus souffert sur le plan de la production et de l'emploi, semble aussi être celui qui a réussi à se défaire beaucoup plus vite que les deux autres secteurs de ses travailleurs les moins performants. Apparemment, cela lui a aussi permis d'accroître plus rapidement que les deux autres sa productivité de la main-d'oeuvre (même si cette croissance n'est pas considérable si on la compare à celle du secteur à moyenne concentration de savoir).

TABLEAU 12
PRODUCTIVITÉ DE LA MAIN-D'OEUVRE DE 1981 À 1990

	Productivité de la main- d'oeuvre en 1981	Productivité de la main- d'oeuvre en 1990	Taux de croissance annuel	Rapport de productivité relatif en 1981	Rapport de productivité relatif en 1990
	\$/heure	\$/heure	%		
Forte concentration de savoir	29,90	31,70	0,7	1,33	1,27
Moyenne concentration de savoir	30,80	33,60	1,0	1,37	1,35
Faible concentration de savoir	12,40	13,60	1,1	0,55	0,55

Remarques : La productivité de la main-d'oeuvre est donnée en valeur ajoutée par heure.

Le matériel scientifique et professionnel fait partie du groupe des industries à faible concentration de savoir.

Les services auxiliaires aux mines se retrouvent dans le groupe des industries à faible concentration de savoir avec les carrières et les sablières, et les mines, car il est impossible de ventiler les données sur les investissements.

Source : Tableau B4.

TABLEAU 13
DEGRÉ D'OUVERTURE^a EN 1981 ET 1991

	1981	1991
	%	%
Forte concentration de savoir	91	133
Moyenne concentration de savoir	65	79
Faible concentration de savoir	37	49
Remarques : ^a Par ouverture, on entend (exportations + importations)/PIB. Les services auxiliaires aux mines se retrouvent dans le groupe des industries à faible concentration de savoir avec les carrières et les sablières, et les mines car il est impossible de ventiler les données sur les investissements. Le secteur du matériel scientifique et professionnel fait partie du groupe des industries à faible concentration de savoir.		
Source :	Tableau B5.	

L'idée que les industries à forte concentration de savoir ont à faire face à une concurrence internationale plus dure est corroborée par le tableau 13, où ce secteur affiche le plus grand degré d'ouverture sur l'extérieur, suivi par les secteurs à moyenne puis à faible concentration de savoir. Entre 1981 et 1991, l'ouverture commerciale des industries à forte concentration de savoir est passée de 91 à 133; celle des industries à moyenne concentration de savoir, de 65 à 79, et celle des industries à faible concentration de savoir, de 37 à 49.

CONCLUSION

LE PRÉSENT ARTICLE CLASSE CINQUANTE-CINQ INDUSTRIES canadiennes en trois secteurs à forte, à moyenne et à faible concentration de savoir, en se fondant sur des données relatives à la R-D, au niveau d'instruction et aux professions. Les coefficients de rangs de l'intensité de la R-D, du niveau d'instruction et de la proportion des travailleurs exerçant des professions à forte intensité de connaissances révèlent une corrélation importante entre ces indicateurs, ce qui donne à penser qu'il pourrait y avoir entre eux des facteurs de complémentarité.

En ce qui concerne les caractéristiques des trois secteurs, le secteur à forte concentration de savoir affiche une plus forte intensité de capital que les deux autres. En outre, cette intensité de capital est plus importante dans le secteur à moyenne concentration que dans le secteur à faible concentration de savoir. Parallèlement, c'est le secteur à forte concentration de savoir qui a obtenu le plus grand nombre de brevets, donc il est probable aussi qu'il soit le plus grand utilisateur, suivi par le secteur à moyenne concentration de savoir, puis par le secteur à faible concentration de savoir.

On peut résumer ainsi le comportement économique des trois secteurs :

1. Production : le secteur à forte concentration de savoir détenait la plus petite part de la production, mais sa croissance dépassait celle des deux autres secteurs de 1981 à 1990. Arrivait ensuite le secteur à moyenne concentration de savoir, qui se taillait la part la plus importante de l'économie. Le secteur à faible concentration de savoir se classait deuxième pour ce qui est de la part de la production, mais cette part s'est effritée entre 1981 et 1990.
2. Emploi : dans les trois secteurs, on retrouve le même scénario que pour la production en ce qui concerne la part de l'emploi et la croissance de l'emploi.
3. Taux de salaire : le secteur à forte concentration de savoir a enregistré la plus forte croissance du taux de salaire, suivi dans cet ordre, par les secteurs à faible et à moyenne concentration de savoir. Cependant, en 1981 et en 1990, c'est le secteur à faible concentration de savoir qui affichait le taux de salaire le plus faible.
4. Productivité de la main-d'oeuvre : c'est dans le secteur à moyenne concentration de savoir que la productivité de la main-d'oeuvre était la plus élevée, suivi par le secteur à forte concentration de savoir, puis par celui à faible concentration de savoir. En revanche, c'est dans le secteur à faible concentration de savoir que la croissance de cette productivité était la plus rapide. Venaient ensuite, et dans cet ordre, les secteurs à moyenne et à forte concentration de savoir.
5. Ouverture sur l'extérieur : c'est le secteur à forte concentration de savoir qui faisait preuve de la plus grande ouverture commerciale, suivi par les secteurs à moyenne et à faible concentration de savoir.

Le secteur à forte concentration de savoir se classait devant les deux autres pour ce qui est de la croissance de la production, de l'emploi et des salaires. Cependant, le secteur à faible concentration de savoir dépassait les deux autres en ce qui concerne la croissance de la productivité de la main-d'oeuvre. Il devenait donc assez difficile de désigner des secteurs cibles en particulier puisque avec des critères différents, on aurait ciblé d'autres secteurs. En outre, il suffit de jeter un coup d'oeil au comportement des différentes industries pour s'apercevoir que la performance économique varie beaucoup de l'une à l'autre, même à l'intérieur d'un même secteur. Ce qui donne également à penser qu'il serait encore plus difficile de désigner des gagnants et des perdants.

Il se peut qu'une industrie qui se caractérise aujourd'hui par une forte concentration de savoir devienne demain une industrie à moyenne ou à faible concentration de savoir. Étant donné que le gouvernement ne peut prévoir la dynamique industrielle de demain, il semble presque impossible de désigner des secteurs ou des industries sans risque d'erreur. Il n'en reste pas moins qu'il y a des choses que le gouvernement peut faire pour encourager les innovations dans l'économie.

- Il peut se concentrer sur des facteurs qui favorisent une plus grande accumulation de connaissances. Il peut, par exemple, mettre l'accent sur le développement du capital humain et encourager les industries à accumuler des connaissances scientifiques et technologiques à valeur commerciale.
- Il peut moins intervenir dans l'économie et laisser les personnes, les entreprises et les industries s'adapter à l'évolution de la concurrence dans le monde et y réagir plus rapidement.

TABLEAU A1

MATRICE DE CORRÉLATION DE RANGS POUR L'ACTIVITÉ DE R-D ET LES TRAVAILLEURS DÉTENANT UN SAVOIR

	Intensité de R-D	Personnel de R-D par travailleur	Personnel de R-D professionnel par travailleur	Proportion de travailleurs avec instruction postsecondaire	Proportion de travailleurs détenant un savoir	Proportion de scientifiques, d'ingénieurs et de techniciens
Intensité de la R-D	1,00					
Personnel de R-D/travailleur	0,94	1,00				
Personnel de R-D professionnel/travailleur	0,95	0,99	1,00			
Proportion de travailleurs avec instruction postsecondaire	0,59	0,61	0,64	1,00		
Proportion de travailleurs détenant un savoir	0,59	0,60	0,62	0,90	1,00	
Proportion de scientifiques, d'ingénieurs et de techniciens	0,79	0,84	0,84	0,76	0,72	1,00

Remarque : Cette matrice de corrélation de rangs s'applique aux 43 industries énumérées au tableau 2.
Source : Tableaux 2 et 4.

TABLEAU A2

INVESTISSEMENT PAR INDUSTRIE, MOYENNE DE 1984 À 1988

	Intensité de l'investissement brut		Intensité de l'investissement en M-O		Intensité des capitaux propres bruts		Intensité des capitaux propres en M-O	
	%	Rang	%	Rang	milliers \$	Rang	milliers \$	Rang
Matériel scientifique et professionnel	69,1	2	54,5	1	39,9	35	19,2	37
Télécommunications et autres secteurs de l'électronique ^a	2,9	38	2,7	34	43,3	32	29,6	28
Aéronefs et pièces	5,1	26	4,1	24	40,4	34	24,6	32
Machines commerciales	6,8	19	5,2	15	72,8	25	38,4	23
Pharmacie et médecine	4,6	29	3,0	30	93,3	22	36,7	25
Produits d'électricité	37,8	5	17,6	5	1 882,7	4	480,9	1
Autres produits chimiques	6,1	21	5,0	16	352,9	8	213,1	2
Machinerie	2,2	43	1,8	40	34,8	37	16,3	38
Produits raffiné du pétrole et charbon	2,8	39	1,0	46	1 048,1	6	178,5	7
Services d'enseignement	122,6	1	37,2	2	2 301,6	3	149,7	9
Services sanitaires et sociaux	13,4	13	4,7	18	197,5	13	22,9	33
Transport par pipeline	22,1	8	4,0	25	4 304,5	1	201,7	4
Service aux entreprises	1,5	46	1,4	45	8,6	47	7,3	44
Autre matériel de transport et véhicules automobiles	5,0	28	4,1	23	87,2	23	57,7	19
Autres secteurs de l'électricité et de l'électronique ^a	3,7	33	3,4	28	39,9	36	21,0	34
Métaux primaires (non ferreux) ^a	17,3	10	13,7	6	307,3	9	177,9	8
Textiles	3,9	30	3,5	26	57,4	28	36,3	26

(suite)

TABLEAU A2 (suite)

	Intensité de l'investissement brut		Intensité de l'investissement en M-O		Intensité des capitaux propres bruts		Intensité des capitaux propres en M-O	
	%	Rang	%	Rang	milliers \$	Rang	milliers \$	Rang
Télécommunications	66,9	3	33,2	3	295,8	10	146,7	10
Papier et produits connexes	12,1	14	10,7	7	279,7	11	210,1	3
Mines	21,5	9	6,1	11	617,7	7	126,8	11
Caoutchouc	6,4	20	5,7	12	101,7	21	63,7	17
Plastiques	5,3	24	4,3	21	51,2	30	34,2	27
Métaux primaires (ferreux) ^a	7,4	17	6,8	10	261,7	12	200,1	5
Commerce de gros	3,1	37	2,3	37	21,8	41	9,4	42
Produits minéralurgiques non métallique	5,3	25	4,5	20	130,9	19	87,8	13
Pétrole brut et gaz naturel	27,8	7	2,8	32	2 333,1	2	199,3	6
Produits usinés en métal	3,6	34	2,8	33	43,3	33	25,0	31
Aliments	2,7	40	2,1	38	70,3	26	40,0	22
Boissons	5,4	23	4,5	19	150,8	16	76,7	14
Tabac	n.d.	48	n.d.	48	115,2	20	71,2	16
Finance, assurances et immobilier	3,9	32	3,5	27	142,9	17	27,5	29
Autres services publics	57,9	4	8,9	9	1 370,4	5	93,0	12
Autres services	33,1	6	32,0	4	4,1	49	3,7	48
Impression et édition	3,2	35	2,9	31	32,0	39	20,0	36
Construction	2,0	44	1,6	42	21,2	43	16,0	39
Services de divertissement et de loisir	8,7	16	3,3	29	46,3	31	7,3	43
Chasse et pêche	7,1	18	4,8	17	53,6	29	45,6	21
Autres produits finis ^a	2,2	42	1,7	41	24,6	40	12,1	40

(suite)

TABLEAU A2 (suite)

	Intensité de l'investissement brut		Intensité de l'investissement en M-O		Intensité des capitaux propres bruts		Intensité des capitaux propres en M-O	
	%	Rang	%	Rang	milliers \$	Rang	milliers \$	Rang
Bois	5,1	27	4,3	22	74,0	24	51,9	20
Ameublement et appareils d'éclairage	2,0	45	1,4	44	16,9	44	6,6	45
Exploitation forestière et foresterie	3,2	36	1,6	43	67,1	27	20,1	35
Transports	9,7	15	5,7	13	178,5	14	61,4	18
Entreposage	14,5	11	5,3	14	176,3	15	38,0	24
Agriculture	14,3	12	10,2	8	137,2	18	74,6	15
Commerce de détail	3,9	31	2,6	35	15,6	46	5,3	46
Services personnels	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Carrières, sablières et services auxiliaires aux mines	2,5	41	2,0	39	33,9	38	27,1	30
Hôtellerie et restauration	6,0	22	2,4	36	15,7	45	2,8	49
Vêtements	1,1	47	0,9	47	7,7	48	4,4	47
Cuir	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	21,4	42	10,0	41

Remarques : *Données de 1991 pour l'investissement brut et de 1990 pour l'emploi. Les autres services comprennent les services personnels.

Les carrières, et les sablières et les services auxiliaires aux mines ont été combinés, car il est impossible de ventiler les données sur les investissements.

Source : Calculs de l'auteur d'après les données de Statistique Canada. Les données sur l'emploi dans le secteur du matériel scientifique et professionnel viennent du système canadien de projections sur les professions de Développement des ressources humaines Canada.

TABLEAU A3

ACTIVITÉ DANS LE DOMAINE DES BREVETS PAR INDUSTRIE, DE 1984 À 1988

	Nombre total de brevets accordés		Nombre total de brevets exploités		Nombre total de brevets accordés par production		Nombre total de brevets exploités par production		Brevets exploités à l'extérieur	
	Nombre	Rang	Nombre	Rang	par milliard \$	Rang	par milliard \$	Rang	%	Rang
Matériel scientifique et professionnel	5 285	5	1 593	13	6 350,0	1	914,0	1	74,5	6
Télécommunications et autres secteurs de l'électronique	10 063	3	8 014	2	372,5	2	296,6	3	33,2	26
Aéronefs et pièces	117	25	526	32	6,8	19	30,6	18	17,1	29
Informatique et services connexes	1	34	187	44	0,1	33	21,1	24	0,0	35
Machines commerciales	1 928	11	2 436	10	155,6	6	196,5	4	46,0	20
Services scientifiques et techniques	0	37	1 312	16	0,0	37	71,3	11	n.d.	35
Pharmacie et médecine	2 464	8	4 467	5	179,0	5	324,6	2	83,2	3
Production d'électricité	0	37	1 183	20	0,0	37	14,5	30	n.d.	35
Autres produits chimiques	12 112	2	8 538	1	138,8	7	97,8	9	59,5	13
Machinerie	15 802	1	6 469	3	370,9	3	151,8	5	68,2	9
Produits raffinés du pétrole et charbon	281	20	1 652	12	3,0	26	17,4	28	80,4	4
Services de conseil en gestion	0	37	52	54	0,0	37	3,6	48	n.d.	35
Services d'enseignement	0	37	332	38	0,0	37	45,9	14	n.d.	35
Services sanitaires et sociaux	0	37	3 356	7	0,0	37	54,3	13	n.d.	25
Transport par pipeline	0	37	60	53	0,0	37	3,9	46	n.d.	35
Autres services commerciaux	0	37	482	33	0,0	37	1,5	54	n.d.	35
Autre matériel de transport	616	15	1 407	14	43,3	11	98,8	8	26,5	27
Autres secteurs de l'électricité et de l'électronique	7 520	4	4 648	4	188,3	4	116,4	6	49,4	18
Métaux primaires (non ferreux)	262	21	1 113	22	4,4	23	18,9	27	62,6	11
Textiles	506	17	863	27	16,9	16	28,8	20	34,2	25

TABLEAU A3 (suite)

	Nombre total de brevets accordés		Nombre total de brevets exploités		Nombre total de brevets accordés par production		Nombre total de brevets exploités par production		Brevets exploités à l'extérieur	
	Nombre	Rang	Nombre	Rang	par milliard \$	Rang	par milliard \$	Rang	%	Rang
Télécommunications	0	37	284	39	0,0	37	3,2	50	n.d.	35
Papier et produits connexes	666	14	990	26	6,3	20	9,4	35	42,2	22
Mines	30	30	608	29	0,5	30	10,9	34	73,3	7
Caoutchouc	304	19	550	31	21,8	15	39,5	16	59,2	14
Plastiques	2 237	9	2 406	11	95,9	8	103,2	7	38,4	24
Métaux primaires (ferreux)	319	18	1 012	25	6,3	21	19,8	25	79,0	5
Produits minéralurgiques non métalliques	1 016	12	1 195	19	29,9	12	35,1	17	65,1	10
Commerce de gros	0	37	442	34	0,0	37	2,5	52	n.d.	35
Pétrole brut et gaz naturel	1	34	1 071	23	0,0	35	9,3	36	0,0	35
Produits usinés en métal	4 522	6	3 450	6	58,3	10	44,5	15	61,6	12
Véhicules automobiles et pièces	2 149	10	3 260	8	11,0	18	16,7	29	10,1	33
Aliments	727	13	1 250	17	4,1	24	7,1	40	14,6	31
Boissons	32	29	158	47	1,2	28	5,8	43	15,6	30
Tabac	99	27	229	42	12,0	17	27,7	21	43,4	21
Finance, assurances et mobilier	2	33	81	51	0,0	36	0,1	55	50,0	17
Autres services publics	0	37	1 203	18	0,0	37	90,3	10	n.d.	35
Services auxiliaires aux mines	9	31	1 147	21	0,4	31	55,7	12	55,6	15
Autres services	1	34	271	40	0,0	34	7,1	39	100,0	1
Impression et édition	101	26	1 013	24	1,9	27	18,9	26	19,8	28
Construction	80	28	2 693	9	0,2	32	7,2	38	55,0	16
Services de divertissement et de loisir	0	37	210	43	0,0	37	6,7	41	n.d.	35
Chasse et pêche	0	37	176	46	0,0	37	23,3	23	n.d.	35

(suite)

TABLEAU A3 (suite)

	Nombre total de brevets accordés		Nombre total de brevets exploités		Nombre total de brevets accordés par production		Nombre total de brevets exploités par production		Brevets exploités à l'extérieur	
	Nombre	Rang	Nombre	Rang	par milliard \$	Rang	par milliard \$	Rang	%	Rang
Autres produits finis	2 474	7	835	28	89,2	9	30,1	19	47,4	19
Bois	221	22	395	35	3,4	25	6,2	42	72,4	8
Ameublement et appareils d'éclairage	515	16	248	41	26,2	13	12,6	31	38,8	23
Exploitation forestière et foresterie	0	37	143	48	0,0	37	3,9	47	n.d.	35
Transport	0	37	384	36	0,0	37	2,3	53	n.d.	35
Entreposage	0	37	48	55	0,0	37	8,7	37	n.d.	35
Agriculture	0	37	1 394	15	0,0	37	11,8	32	n.d.	35
Commerce de détail	0	37	589	30	0,0	37	2,7	51	n.d.	35
Services personnels	0	37	109	50	0,0	37	4,0	45	n.d.	35
Carrières et sablières	3	32	62	52	0,5	29	11,1	33	100,0	1
Hôtellerie et restauration	0	37	351	37	0,0	37	3,5	49	n.d.	35
Vêtements	152	24	142	49	4,9	22	4,6	44	9,9	34
Cuir	159	23	178	45	23,6	14	26,4	22	13,8	32

Remarques : L'analyse ne tient compte que des industries de première fabrication.

Le terme « brevet » désigne les brevets relatifs aux produits tandis que l'expression « brevets exploités » se rapporte aux brevets sur les produits et les procédés.

Source : Tabulation de l'auteur d'après PATDAT, Bureau canadien de la propriété intellectuelle.

ANNEXE B : COMPORTEMENT ÉCONOMIQUE DES INDUSTRIES

TABLEAU B1

PERFORMANCE DU PIB AU COÛT DES FACTEURS PAR INDUSTRIE,
DE 1981 À 1990

	Taux de croissance annuelle	Part de la production en 1981	Part de la production en 1990	Variation absolue de la part	Taux de croissance de la part de la production
	%	%	%	%	%
Matériel scientifique et professionnel	-3,9	0,23	0,13	-0,11	-45,6
Télécommunications et autres secteurs de l'électronique	4,8	0,67	0,79	0,12	18,7
Aéronefs et pièces	1,9	0,68	0,63	-0,05	-7,9
Informatique et services connexes	8,2	0,31	0,48	0,18	58,1
Machines commerciales	26,6	0,07	0,44	0,37	548,5
Services scientifiques et techniques	1,5	1,14	1,02	-0,12	-10,8
Pharmacie et médecine	5,7	0,31	0,39	0,09	28,7
Production d'électricité	1,7	3,36	3,05	-0,31	-9,2
Autres produits chimiques	3,1	1,39	1,43	0,04	2,7
Machinerie	-1,6	1,30	0,87	-0,43	-32,9
Produits raffinés du pétrole et charbon	0,8	0,60	0,50	-0,10	-16,2
Services de conseil en gestion	15,7	0,26	0,74	0,48	189,7
Services d'enseignement	2,5	0,24	0,23	-0,01	-3,1
Services sanitaires et sociaux	3,3	2,45	2,54	0,09	3,8
Transport par pipeline	4,9	0,59	0,70	0,12	19,7
Autres services commerciaux	5,7	2,44	3,13	0,69	28,2
Autre matériel de transport	-2,8	0,48	0,29	-0,19	-39,6
Autres secteurs de l'électricité et de l'électronique	-0,3	0,98	0,74	-0,24	-24,4
Métaux primaires (non ferreux)	3,7	0,69	0,74	0,06	8,0
Textiles	-0,3	0,63	0,48	-0,15	-24,4
Télécommunications	5,5	3,44	4,34	0,90	26,2
Papier et produits connexes	0,3	2,26	1,80	-0,46	-20,3
Mines	4,4	1,27	1,45	0,19	14,8
Caoutchouc	1,9	0,28	0,25	-0,02	-8,1
Plastique	4,6	0,38	0,45	0,07	17,0
Métaux primaires (ferreux)	-1,0	1,13	0,81	-0,33	-28,8
Produits minéralurgiques non métalliques	0,3	0,87	0,70	-0,17	-19,7
Commerce de gros	5,2	5,55	6,84	1,29	23,3
Pétrole brut et gaz naturel	3,1	2,66	2,72	0,06	2,2
Produits usinés en métal	0,5	1,91	1,56	-0,35	-18,3
Véhicules automobiles et pièces	8,4	1,42	2,30	0,87	61,5
Aliments	0,8	2,71	2,27	-0,44	-16,3
Boissons	-1,2	0,81	0,57	-0,24	-30,1
Tabac	-5,0	0,30	0,15	-0,15	-51,0
Finance, assurances et immobilier	3,4	18,45	19,34	0,89	4,8

(suite)

TABLEAU B1 (suite)

	Taux de croissance annuelle	Part de la production en 1981	Part de la production en 1990	Variation absolue de la part	Taux de croissance de la part de la production
	%	%	%	%	%
Autres services publics	2,6	0,56	0,55	-0,01	-1,9
Autres services	1,8	1,71	1,57	-0,15	-8,7
Impression et édition	1,7	1,53	1,39	-0,15	-9,5
Construction	2,0	8,39	7,79	-0,60	-7,1
Services de divertissement et de loisir	3,6	0,94	1,01	0,06	6,8
Chasse et pêche	3,4	0,26	0,27	0,01	5,4
Autres produits finis	2,7	0,43	0,43	-0,00	-0,9
Bois	3,4	1,12	1,18	0,06	5,3
Ameublement et appareils d'éclairage	-0,2	0,49	0,38	-0,12	-23,4
Exploitation forestière et foresterie	3,0	0,68	0,69	0,01	1,6
Transport	2,7	4,49	4,43	-0,06	-1,4
Entreposage	-1,4	0,21	0,14	-0,07	-31,4
Agriculture	1,1	3,04	2,61	-0,43	-14,1
Commerce de détail	2,8	7,46	7,43	-0,03	-0,4
Services personnels	5,7	0,88	1,12	0,25	28,1
Carrières, sablières et services auxiliaires aux mines	-2,6	0,87	0,53	-0,34	-38,8
Hôtellerie et restauration	0,1	3,76	2,94	-0,81	-21,7
Vêtements	-0,2	0,78	0,60	-0,18	-23,4
Cuir	-3,9	0,18	0,10	-0,08	-45,5

Remarque : Les carrières et les sablières et les services auxiliaires aux mines ont été combinés car il est impossible de ventiler les données sur les investissements.

Source : Calculs de l'auteur d'après des données de Statistique Canada.

TABLEAU B2
PERFORMANCE DE L'EMPLOI PAR INDUSTRIE, DE 1981 À 1990

	Taux de croissance annuelle	Part de l'emploi en 1981	Part de l'emploi en 1990	Variation absolue de la part	Taux de croissance de la part de l'emploi
	%	%	%	%	%
Matériel scientifique et professionnel	-4,7	0,34	0,18	-0,15	-44,9
Télécommunications et autres secteurs de l'électronique	2,9	0,57	0,63	0,05	9,4
Aéronefs et pièces	2,1	0,48	0,49	0,01	1,9
Informatique et services connexes	6,4	0,37	0,55	0,18	48,2
Machines commerciales	-0,3	0,21	0,17	-0,04	-17,1
Services scientifiques et techniques	-0,2	1,39	1,17	-0,23	-16,3
Pharmacie et médecine	2,4	0,20	0,21	0,01	4,9
Production d'électricité	0,3	0,99	0,87	-0,13	-12,9
Autres produits chimiques	0,1	0,90	0,77	-0,13	-14,7
Machinerie	-0,9	1,15	0,89	-0,25	-22,1
Produits raffinés du pétrole et charbon	-4,6	0,27	0,15	-0,12	-44,2
Services de conseil en gestion	13,8	0,31	0,85	0,54	171,7
Services d'enseignement	5,1	0,25	0,34	0,08	32,5
Services sanitaires et sociaux	5,2	1,52	2,03	0,51	33,5
Transport par pipeline	1,0	0,07	0,06	-0,01	-7,5
Autres services commerciaux	8,4	3,43	6,00	2,56	74,7
Autre matériel de transport	-2,7	0,41	0,27	-0,14	-33,8
Autres secteurs de l'électricité et de l'électronique	-2,5	1,02	0,69	-0,34	-32,7
Métaux primaires (non ferreux)	-5,7	0,65	0,32	-0,32	-49,9
Textiles	-1,6	0,80	0,59	-0,21	-26,7
Télécommunications	0,2	2,53	2,18	-0,34	-13,6
Papier et produits connexes	-1,0	1,55	1,20	-0,35	-22,7
Mines	-3,9	1,02	0,61	-0,42	-40,8
Caoutchouc	-0,8	0,33	0,26	-0,07	-20,8
Plastiques	4,9	0,42	0,55	0,13	30,5
Métaux primaires (ferreux)	-1,1	0,88	0,68	-0,21	-23,4
Produits minéralurgiques non métalliques	0,3	0,69	0,57	-0,12	-17,1
Commerce de gros	3,5	6,02	6,93	0,91	15,2
Pétrole brut et gaz naturel	1,4	0,39	0,37	-0,02	-4,0
Produits usinés en métal	0,7	1,95	1,76	-0,19	-9,8
Véhicules automobiles et pièces	3,2	1,45	1,63	0,18	12,2
Aliments	0,0	2,44	2,08	-0,36	-14,8
Boissons	-3,4	0,41	0,25	-0,15	-38,1
Tabac	-6,1	0,11	0,05	-0,06	-51,8
Finance, assurances et immobilier	2,8	6,61	7,18	0,57	8,6
Autres services publics	4,0	0,21	0,26	0,04	20,3
Autres services	5,1	2,50	3,31	0,81	32,4
Impression et édition	2,8	1,38	1,50	0,12	8,7
Construction	2,0	8,61	8,71	0,10	1,1
Services de divertissement et de loisir	6,2	0,89	1,31	0,41	46,2
Chasse et pêche	1,8	0,43	0,43	-0,00	-0,3
Autres produits finis	1,9	0,63	0,63	0,00	0,4
Bois	0,3	1,40	1,21	-0,18	-13,1

(suite)

TABLEAU B2 (suite)

	Taux de croissance annuelle	Part de l'emploi en 1981	Part de l'emploi en 1990	Variation absolue de la part	Taux de croissance de la part de l'emploi
	%	%	%	%	%
Ameublement et appareils d'éclairage	2,1	0,61	0,62	0,01	2,0
Exploitation forestière et foresterie	-0,9	0,76	0,60	-0,17	-21,7
Transport	-0,1	5,61	4,73	-0,88	-15,7
Entreposage	-0,4	0,25	0,20	-0,04	-18,1
Agriculture	-1,1	6,23	4,78	-1,45	-23,3
Commerce de détail	1,2	16,91	15,90	-1,00	-5,9
Services personnels	4,7	1,65	2,13	0,48	28,8
Carrières, sablières et services auxiliaires aux mines	-0,9	0,61	0,48	-0,13	-21,5
Hôtellerie et restauration	3,2	7,44	8,42	0,98	13,1
Vêtements	-1,0	1,41	1,09	-0,32	-22,4
Cuir	-5,4	0,34	0,17	-0,16	-48,6

Remarque : Les carrières et les sablières et les services auxiliaires aux mines ont été combinés car il est impossible de ventiler les données sur les investissements.

Source : Calculs de l'auteur d'après des données de Statistique Canada.

TABLEAU B3

PERFORMANCE DU TAUX DE SALAIRE PAR INDUSTRIE, DE 1981 À 1990

	Taux de salaire en 1981	Taux de salaire en 1990	Taux de croissance annuelle	Taux de salaire relatif en 1981	Taux de salaire relatif en 1990
	\$/heure	\$/heure	%		
Télécommunications et autres secteurs de l'électronique	12,85	20,65	5,42	1,29	1,28
Aéronefs et pièces	14,37	25,74	6,69	1,44	1,60
Machines commerciales	13,13	19,11	4,26	1,32	1,19
Pharmacie et médecine	13,55	24,06	6,59	1,36	1,49
Production d'électricité	15,38	26,55	6,25	1,54	1,65
Autres produits chimiques	14,86	23,66	5,30	1,49	1,47
Machinerie	13,30	18,08	3,47	1,34	1,12
Produits raffinés du pétrole et charbon	20,56	30,83	4,61	2,07	1,91
Services d'enseignement	16,41	24,60	4,61	1,65	1,53
Services sanitaires et sociaux	9,19	18,19	7,88	0,92	1,13
Transport par pipeline	21,02	34,73	5,74	2,11	2,16
Autres services aux entreprises	9,19	18,27	7,93	0,92	1,13
Autre matériel de transport	14,35	19,96	3,74	1,44	1,24
Autres secteurs de l'électricité et de l'électronique	11,71	17,95	4,87	1,18	1,11
Métaux primaires (non ferreux)	17,56	25,23	4,11	1,76	1,57
Textiles	9,75	14,36	4,39	0,98	0,89

(suite)

TABLEAU B3 (suite)

	Taux de salaire en 1981	Taux de salaire en 1990	Taux de croissance annuelle	Taux de salaire relatif en 1981	Taux de salaire relatif en 1990
	\$/heure	\$/heure	%		
Télécommunications	15,05	25,19	5,88	1,51	1,56
Papier et produits connexes	15,58	24,81	5,31	1,56	1,54
Mines	16,03	26,90	5,92	1,61	1,67
Caoutchouc	13,92	22,27	5,36	1,40	1,38
Plastiques	10,10	15,40	4,80	1,01	0,96
Métaux primaires (ferreux)	17,09	22,57	3,14	1,72	1,40
Produits minéralurgiques non métalliques	13,29	18,79	3,93	1,33	1,17
Commerce de gros	12,24	19,95	5,58	1,23	1,24
Pétrole brut et gaz naturel	22,34	32,91	4,40	2,24	2,04
Produits usinés en métal	12,02	16,81	3,80	1,21	1,04
Véhicules automobiles et pièces	14,48	20,22	3,78	1,45	1,25
Aliments	11,40	17,43	4,84	1,14	1,08
Boissons	14,77	22,27	4,67	1,48	1,38
Tabac	16,17	34,07	8,63	1,62	2,11
Finance, assurances et immobilier	13,85	24,33	6,46	1,39	1,51
Autres services publics	12,51	20,46	5,61	1,26	1,27
Autres services	7,61	9,21	2,14	0,76	0,57
Impression et édition	12,40	21,14	6,11	1,25	1,31
Construction	13,79	20,24	4,35	1,39	1,26
Services de divertissement et de loisir	7,00	10,64	4,75	0,70	0,66
Chasse et pêche	2,14	4,31	8,09	0,21	0,27
Autres produits finis	10,22	15,34	4,61	1,03	0,95
Bois	12,92	17,32	3,31	1,30	1,07
Ameublement et appareils d'éclairage	9,08	13,41	4,43	0,91	0,83
Exploitation forestière et foresterie	13,32	20,62	4,98	1,34	1,28
Transport	11,18	16,87	4,68	1,12	1,05
Entreposage	10,13	15,08	4,52	1,02	0,94
Agriculture	1,14	2,37	8,45	0,11	0,15
Commerce de détail	6,39	11,42	6,65	0,64	0,71
Services personnels	5,88	11,21	7,42	0,59	0,70
Carrières, sablières et services auxiliaires aux mines	11,34	18,56	5,63	1,14	1,15
Hôtellerie et restauration	5,80	8,59	4,47	0,58	0,53
Vêtements	8,00	10,58	3,15	0,80	0,66
Cuir	8,02	10,92	3,49	0,81	0,68

Remarques : Par salaire (y compris revenu additionnel), on entend le salaire horaire.

Le matériel scientifique et professionnel fait partie du groupe des industries à faible concentration de croissance.

On a combiné les carrières, les sablières et les services auxiliaires aux mines ont été combinés car il est impossible de ventiler les données sur les investissements.

Source : Calculs de l'auteur d'après des données de Statistique Canada.

TABLEAU B4

PERFORMANCE DE LA PRODUCTIVITÉ DE LA MAIN-D'OEUVRE PAR INDUSTRIE, DE 1981 À 1990

	Productivité de la main- d'oeuvre en 1981	Productivité de la main- d'oeuvre en 1990	Taux de croissance annuelle	Rapport de productivité relative en 1981	Rapport de productivité relative en 1990
	\$/heure	\$/heure	%		
Télécommunications et autres secteurs de l'électronique	25,46	28,35	1,2	1,14	1,14
Aéronefs et pièces	30,70	31,02	0,1	1,37	1,24
Machines commerciales	7,24	54,71	25,2	0,32	2,19
Pharmacie et médecine	34,92	47,31	3,4	1,56	1,89
Production d'électricité	74,86	83,61	1,2	3,34	3,35
Autres produits chimiques	34,28	43,08	2,6	1,53	1,72
Machinerie	24,67	-20,62	-2,0	1,10	0,83
Produits raffinés du pétrole et charbon	50,72	72,28	4,0	2,26	2,89
Services d'enseignement	25,16	23,30	-0,9	1,12	0,93
Services sanitaires et sociaux	38,18	35,25	-0,9	1,70	1,41
Transport par pipeline	180,32	287,50	5,3	8,05	11,51
Autres services commerciaux	17,61	20,17	1,5	0,79	0,81
Autre matériel de transport	25,44	23,39	-0,9	1,14	0,94
Autres secteurs de l'électricité et de l'électronique	20,93	-23,75	1,4	0,93	0,95
Métaux primaires (non ferreux)	24,49	33,98	3,7	1,09	1,36
Textiles	16,91	17,60	0,4	0,75	0,70
Télécommunications	43,79	68,51	5,1	1,95	2,74
Papier et produits connexes	32,19	34,19	0,7	1,44	1,37
Mines	27,22	52,14	7,5	1,21	2,09
Caoutchouc	18,06	22,22	2,3	0,81	0,89
Plastiques	19,76	18,65	-0,6	0,88	0,75
Métaux primaires (ferreux)	29,88	-27,31	-1,0	1,33	1,09
Produits minéralurgiques non métalliques	27,31	36,35	-0,4	1,22	1,06
Commerce de gros	19,42	23,87	2,3	0,87	0,96
Pétrole brut et gaz naturel	140,80	155,28	1,1	6,28	6,22
Produits usinés en métal	20,80	19,12	-0,9	0,93	0,77
Véhicules automobiles et pièces	21,17	29,18	3,6	0,94	1,17
Aliments	24,58	25,54	0,4	1,10	1,02
Boissons	44,32	47,52	0,8	1,98	1,90
Tabac	68,22	75,65	1,2	3,04	3,03
Finance, assurances et immobilier	64,05	68,38	0,7	2,86	2,74
Autres services publics	84,68	91,89	0,9	3,78	3,68
Autres services	16,14	12,71	-2,6	0,72	0,51
Impression et édition	25,58	23,36	-1,0	1,14	0,94
Construction	20,83	20,96	0,1	0,93	0,84
Services de divertissement et de loisir	25,44	20,40	-2,4	1,14	0,82
Chasse et pêche	11,36	15,02	3,2	0,51	0,60
Autres produits finis	17,00	16,30	-0,5	0,76	0,65
Bois	17,81	20,73	1,7	0,79	0,83
Ameublement et appareils d'éclairage	16,63	13,44	-2,3	0,74	0,54

(SUITE)

TABLEAU B4 (suite)

	Productivité de la main- d'oeuvre en 1981	Productivité de la main- d'oeuvre en 1990	Taux de croissance annuelle	Rapport de productivité relative en 1981	Rapport de productivité relative en 1990
	\$/heure	\$/heure	%	\$/heure	\$/heure
Exploitation forestière et foresterie	19,06	24,47	2,8	0,85	0,98
Transport	17,51	21,53	2,3	0,78	0,86
Entreposage	19,27	17,44	-1,1	0,86	0,70
Agriculture	8,63	11,01	2,7	0,38	0,44
Commerce de détail	10,65	12,67	2,0	0,48	0,51
Services personnels	12,54	14,04	1,3	0,56	0,56
Carrières, sablières et services auxiliaires aux mines	25,40	23,19	-1,0	1,13	0,93
Hôtellerie et restauration	11,91	9,21	-2,8	0,53	0,37
Vêtements	12,60	12,07	-0,5	0,56	0,48
Cuir	11,26	11,57	0,3	0,50	0,46

Remarques : Par productivité de la main-d'oeuvre, on entend la valeur ajoutée par heure.

Le matériel scientifique et professionnel fait partie du groupe des industries à faible concentration de savoir.

Les carrières, les sablières et les services auxiliaires aux mines ont été combinés car il est impossible de ventiler les données sur les investissements.

Source : Calculs de l'auteur d'après des données de Statistique Canada.

TABLEAU B5

DEGRÉ D'OUVERTURE^a PAR INDUSTRIE EN 1981 ET 1990

	1981	1990
	%	%
Télécommunication et autres secteurs de l'électronique	166	394
Aéronefs et pièces	284	286
Machines commerciales	755	855
Pharmacie et médecine	78	76
Production d'électricité	11	8
Autres produits chimiques	150	214
Machinerie	341	454
Produits raffinés du pétrole et charbon	114	233
Services d'enseignement	17	43
Services sanitaires et sociaux	2	2
Transport par pipeline	59	52
Autres services	61	88
Autre matériel de transport et véhicules automobiles	110	190
Autres secteurs de l'électricité et de l'électronique	178	316
Métaux primaires (non ferreux)	350	347

(suite)

TABLEAU B5 (suite)

	1981	1990
	%	%
Textiles	140	208
Télécommunications	7	9
Papier et produits connexes	154	184
Mines	194	172
Caoutchouc	173	278
Plastiques	130	178
Métaux primaires (ferreux)	140	140
Produits minéralurgiques non métalliques	71	100
Commerce de gros	21	23
Pétrole brut et gaz naturel	102	126
Produits usinés en métal	127	175
Véhicules automobiles et pièces	820	702
Aliments	81	114
Boissons	56	91
Tabac	26	44
Finance, assurances et immobilier	5	9
Autres services publics	2	4
Impression et édition	36	62
Construction	0	0
Chasse et pêche	61	44
Autres industries de la fabrication	293	388
Bois	148	146
Ameublement et appareils d'éclairage	63	153
Exploitation forestière et foresterie	12	15
Transport	11	31
Entreposage	41	57
Agriculture	62	67
Commerce de détail	1	1
Carrières, sablières et services auxiliaires aux mines	7	12
Vêtements	69	154
Cuir	181	447

Remarques : *Ouverture = (importations + exportations)/PIB.

Les autres services comprennent les services aux entreprises.

Le matériel scientifique et professionnel fait partie du groupe des industries à faible concentration de savoir.

Les carrières et les sablières et les services auxiliaires aux mines ont été combinés car il est impossible de ventiler les données sur les investissements.

Source : Calculs de l'auteur d'après des données de Statistique Canada.

NOTES

- 1 Pakes et Griliches (1984) et Grupp (1991) utilisent un schéma similaire.
- 2 On utilise souvent des matrices d'entrées-sorties pour identifier les industries consommatrices de connaissances.
- 3 Soit le rapport dépenses de R-D - production brute.
- 4 Acs et Audretsch (1988) concluent à une corrélation étroite entre le nombre total des innovations, d'une part, et les dépenses de R-D et les inventions brevetées, d'autre part.
- 5 Nous entendons par dépenses de R-D uniquement un flux d'investissement distinct des capitaux propres de R-D existants. Peut-être serait-il plus juste de parler de dépenses accumulées dans la R-D pour décrire la somme des connaissances. Dans le présent article, nous nous concentrons plus sur l'intensité de la R-D que sur ses capitaux propres, car nous arrêter à ces derniers nous restreindrait à un bien plus petit nombre d'industries. Toutefois, le classement des industries pour lesquelles nous avons calculé le montant des capitaux de R-D (à partir du rapport capitaux de R-D - production) ne diffère guère de celui fondé sur l'intensité de R-D.
- 6 D'après sa définition, ces personnes exercent une profession libérale (p. ex. médecin, avocats, comptables et notaires), sont ingénieurs, travaillent dans les secteurs scientifiques et techniques ou sont cadres supérieurs.
- 7 Les données relatives à la R-D n'existaient que pour quarante-cinq industries. Aux fins de la classification et pour les dix industries pour lesquelles nous ne disposons pas de données, nous nous sommes servis des données relatives à l'éducation et à la profession.
- 8 Dans certains cas, il n'existait pas de données sur le degré d'agrégation qui nous intéressait. Il nous est donc arrivé de classer des industries, peu nombreuses, dans le mauvais secteur, car elles faisaient partie d'un agrégat industriel plus vaste. Par exemple, les données relatives à l'investissement dans le matériel scientifique et professionnel sont inséparables de celles des autres industries manufacturières. Lorsque que nous avons examiné l'activité en matière d'investissement, nous avons donc classé l'industrie du matériel scientifique et professionnel dans le secteur à faible concentration de savoir, avec les autres industries manufacturières. Cependant, cela n'a pas semblé beaucoup modifier les résultats.
- 9 En utilisant le rapport dépenses de R-D sur production brute.
- 10 Soit le personnel de R-D diplômé d'université.
- 11 Ce qui comprend les personnes ayant bénéficié d'une formation professionnelle, d'une éducation postsecondaire non universitaire et d'un enseignement universitaire.
- 12 Ce qui comprend les personnes exerçant une profession dans les sciences naturelles, l'ingénierie et les mathématiques, dans l'enseignement et les domaines connexes, les autres gestionnaires et administrateurs, les professions liées à la gestion et à l'administration, aux sciences sociales, au

- droit et à la jurisprudence, à la médecine et à la santé, ainsi qu'à la rédaction. Leurs numéros dans la classification des professions (1980) étaient respectivement les suivants : 21, 27, 113-114, 117, 231, 234, 31 et 335.
- 13 Ce qui comprend les personnes exerçant une profession liée aux domaines suivants : sciences naturelles, ingénierie et mathématiques.
 - 14 Beaucoup d'études suggèrent que la R-D privée est plus rentable que celle financée par des fonds publics, mais nous avons utilisé les dépenses totales de R-D, afin de considérer plus d'industries dans l'analyse (étant donné que la part de R-D financée par des capitaux étrangers n'est pas connue dans certains cas).
 - 15 La matrice de corrélation de rangs servant à mesurer l'activité de R-D et le capital humain pour les industries énumérées au tableau 2 figure au tableau A1 de l'annexe A.
 - 16 L'intensité d'investissement brut dans les M-O est égale au rapport investissement brut dans les M-O sur production brute.
 - 17 On entend par intensité de capitaux propres en M-O le ratio capitaux propres en M-O - travailleurs.
 - 18 Une analyse sommaire laisse apparaître que les intensités d'investissement ont évolué dans l'échantillon. En particulier, le taux d'investissement dans le secteur à forte concentration de savoir semble avoir baissé dans les années 1980 par rapport aux années antérieures. Quant aux deux autres secteurs, la baisse y est peut-être insignifiante.
 - 19 Par exemple, Pakes et Griliches (1984), Scherer (1984), Ducharme (1991) et Hanel (1994).
 - 20 Voir Scherer (1984), Ducharme (1991) et Hanel (1994).
 - 21 Bien que ce ne soit pas le cas ici, les résultats ne changent guère si l'on se concentre sur les brevets accordés à des Canadiens et sur leur utilisation éventuelle par industrie.
 - 22 La part du secteur manufacturier dans la production et l'emploi a diminué, mais son rôle demeure important dans l'économie, car une bonne partie de ses innovations technologiques se répercutent sur le reste de l'économie.

REMERCIEMENTS

LES AUTEURS SOUHAITENT REMERCIER Jeffrey Bernstein, Tereasa Chudy, Denis Gauthier, Peter Howitt, Donald McFetridge, Someshwar Rao, Gary Sawchuk et Hollis Whitehead de leurs précieux commentaires, ainsi que Haider Saiyed pour le programme informatique grâce auquel ils ont pu monter des matrices de données sur les brevets. Les auteurs sont seuls responsables de toute erreur qui subsisterait dans le texte. Les opinions exprimées dans le présent article sont les leurs et ne reflètent pas nécessairement celles d'Industrie Canada.

BIBLIOGRAPHIE

- Acs, Zoltan J. et David B. Audretsch, «Innovation in Large and Small Firms: An Empirical Analysis», *American Economic Review*, 78 (4), septembre 1988, p. 678-690.
- Abramovitz, Moses, «The Search for the Sources of Growth: Areas of Ignorance, Old and New», *Journal of Economic History*, 53 (2), juin 1993, p. 217-243.
- Baldwin, John, Brent Diverty et David Sabourin, «Technology Use and Industrial Transformation: Empirical Perspectives», exposé présenté à la conférence intitulée «Technology, Information, and Public Policy», au John Deutsch Institute of Economic Policy, Queen's University, 1994.
- Baldwin, John et M. Rafiqzaman, «Changement structurel dans le secteur canadien de la fabrication (1970-1990)», Statistique Canada, document de recherche n° 61, 1994.
- Barro, Robert, «Economic Growth in a Cross Section of Countries», *Quarterly Journal of Economics*, 106 (2), mai 1994, p. 407-444.
- Basberg, Bjørn L., «Patent and the Measurement of Technological Change: A Survey of Literature», *Research Policy*, 16, 1987, p. 131-141.
- Beck, Nuala, *Shifting Gears: Thriving in the New Economy*, Toronto, Harper Collins Publishers Ltd, 1992.
- Becker, Gary S, Kevin M. Murphy et Robert Tamura, «Human Capital, Fertility and Economic Growth», *Journal of Political Economy*, 98 (5), octobre 1990, p. 512-537.
- Bernstein, Jeffrey, «Débordements transfrontaliers de R-D entre les industries du Canada et des États-Unis», Industrie Canada, document de travail n° 3, Ottawa, 1994.
- Bernstein Jeffrey, «Indices des prix pour la déflation des dépenses de recherche et de développement industriels au Canada», Statistique Canada, document de travail ST-92-01, Ottawa, 1992.
- Bernstein, Jeffrey, «The Structure of Canadian Interindustry R&D Spillovers, Rates of Return to R&D», *Journal of Industrial Economics*, 37 (3), mai 1989, p. 315-328.
- Coe, David T. et Elhanan Helpman, «International R&D Spillovers», IMF Working Paper WP/93/84, Washington D.C., novembre 1993.
- Cohen, Wesley M. et Richard C. Levin, «Empirical Studies of Innovation and Market Structure», dans *Handbook of Industrial Organization*, volume II, édité par R. Schmalensee et R.D. Willig, North Holland, Amsterdam, 1989, p. 1059-1107.
- De Long, J. Bradford et Lawrence H. Summers, «Equipment Investment and Economic Growth: Reply», *Quarterly Journal of Economics*, 106 (2), mai 1991, p. 445-502.
- Diwan, Romesh et Chandana Chakraborty, *High Technology and International Competitiveness*, Praeger, New York, 1991.
- Dollar, David et Edward N. Wolff, *Competitiveness, Convergence, and International Specialization*, MIT Press, Cambridge, MA, 1993.
- Ducharme, Louis, «Inter-industrial Technology Diffusion: A Macro Analysis of Technical Change in the Canadian Economy», dissertation de doctorat présentée à l'University of Sussex, 1991.
- Griliches, Zvi, «Patent Statistics as Economic Indicators: A Survey», *Journal of Economic Literature*, 28 (4), décembre 1990, p. 1661-1707.

- Griliches, Zvi, «Productivity, R&D, and the Data Constraint», *American Economic Review*, 84 (1), mars 1994, p. 1-23.
- Grupp, H., «Innovation Dynamics in OECD Countries: Towards a Correlated Network of R&D Intensity, Trade, Patent and Technometric Indicators», *Technology and Productivity*, OCDE, 1991, p. 275-295.
- Hanel, Petr, «Interindustry Flows of Technology: An Analysis of the Canadian Patent Matrix and Input-Output Matrix for 1978-1989», *Technovation*, 14, 1994, p. 529-548.
- Harris, Richard, «Presidential Address: Globalization, Trade, and Income», *Revue canadienne d'économique*, 26(4), novembre 1993, p. 755-776.
- Hulten, Charles R., «Growth Accounting When Technical Change is Embodied in Capital», *American Economic Review*, 82 (4), septembre 1992, p. 964-980.
- Jensen, Michael C., «The Modern Industrial Revolutions, Exit, and the Failure of Internal Control Systems», *Journal of Finance*, 48 (3), juillet 1993, p. 831-880.
- Lach, Saul et Mark Schankerman, «Dynamics of R&D and Investment in the Scientific Sector», *Journal of Political Economy*, 97 (4), août 1989, p. 880-904.
- Levin, Richard C., Alvin K. Klevorick, Richard R. Nelson et Sidney G. Winter, «Appropriating the Returns from Industrial Research and Development», Cowles Foundation for Research in Economics at Yale University, Paper No. 714, 1989.
- Lipsey, Richard G., «Globalisation, Technological Change and Economic Growth», exposé présenté à l'Annual Sir Charles Carter Lecture, Northern Ireland Economic Council, Belfast (Irlande du Nord), 1993.
- Lucas, Robert E., Jr., «On the Mechanics of Economic Development», *Journal of Monetary Economics*, 22, 1988, p. 3-42.
- Lucas, Robert E., Jr., «Making a Miracle», *Econometrica*, 61 (2), mars 1993, p. 251-272.
- Machlup, Fritz, *The Production and Distribution of Knowledge in the United States*, Princeton University Press, Princeton (New Jersey), 1962.
- Mankiw, N. Gregory, David Romer et David N. Weil, «A Contribution to the Empirics of Economic Growth», *Quarterly Journal of Economics*, 107, mai 1992, p. 407-437.
- Markusen, Aann, Peter Hall et Amy Glasmeier, *High Tech America*, Allen & Unwin, Boston, 1986.
- Mohnen, Pierre, *Le rapport entre la R-D et la croissance de la productivité au Canada et dans d'autres grands pays industriels*, Conseil économique du Canada, 1992.
- OCDE, «Changement structurel et performance de l'industrie : étude de la décomposition de la croissance pour sept pays», Paris, 1992.
- OCDE, *La performance de l'industrie manufacturière : tableaux indicateurs*, Paris, 1994b.
- OCDE, *Manuel de Frascati 1993: Méthode type proposée pour les enquêtes sur la recherche et le développement expérimental*, Paris, 1994a.
- Pakes, Ariel et Zvi Griliches, «Patents and R&D at the Firm Level: A First Look», dans *R&D, Patents and Productivity*, édité par Zvi Griliches, University of Chicago Press, Chicago, 1984.
- Romer, Paul A., «Crazy Explanations for the Productivity Slowdown», dans *NBER Macroeconomics Annual*, édité par S. Fischer, MIT Press, Cambridge, 1987, p. 163-202.
- Romer, Paul A., «Idea Gaps and Object Gaps in Economic Development», *Journal of Monetary Economics*, 32, 1993a, p. 543-573.

- Romer, Paul A., «Two Strategies for Economic Development: Using Ideas and Producing Ideas», *Proceedings of the World Bank Annual Conference on Development Economics 1992*, Washington D.C., 1993b, p. 63-92.
- Rose, Graham, «Employment Growth in High-Tech and Knowledge Industries», Ronéo, ministère des Finances, Gouvernement du Canada, 1992.
- Scherer, Fredrick M., «Using Linked Patent and R&D Data to Measure Interindustry Technology Flows», dans *R&D, Patents and Productivity*, édité par Zvi Griliches, University of Chicago Press, Chicago, 1984, p. 417-461.
- Statistique Canada, «Statistiques sur la recherche et le développement industriels», Catalogue 88-202, Ottawa (Canada), 1991.
- Wong, Fred, «La haute technologie dans le domaine du travail», *Perspectives*, Statistique Canada, printemps 1990, p. 17-28.
-

Commentaires

Donald G. McFetridge
Département d'économique
Université Carleton

DANS LEUR ARTICLE, FRANK LEE ET HANDAN HAS classent cinquante-cinq industries canadiennes en fonction de leur degré de technicité. En fait, ils les divisent en industries à forte, à moyenne et à faible concentration de savoir, après quoi ils se demandent s'il existe entre elles des différences systématiques sur le plan du comportement économique.

Cet article, intéressant au demeurant, soulève quelques questions fondamentales.

- Premièrement, pourquoi voudrait-on différencier des industries en fonction de leur degré de technicité?
- Deuxièmement, comment définit-on une industrie à forte concentration de savoir?
- Troisièmement, qu'entend-on par «comportement économique»?

En ce qui concerne la première question, il est probable que l'on souhaite les distinguer parce que les industries à forte concentration de savoir revêtent une importance particulière. Mais pourquoi sont-elles si importantes? Il ne suffit pas d'affirmer que l'accumulation de connaissances est essentielle au processus de croissance. Si les industries productrices de connaissances sont si importantes, ce doit être parce que nous estimons qu'elles ont besoin d'encouragements, autrement dit qu'il serait bon que la politique publique renforce les incitations commerciales à

l'accumulation de connaissances. D'aucuns affirment que des mesures de politique publique sont réellement nécessaires pour porter le taux de rendement interne de la production de connaissances au même niveau que son taux de rendement social.

Qu'en est-il des industries de haute technicité? Compteraient-elles parmi les grands bénéficiaires des retombées découlant des activités des industries productrices de connaissances? Pourquoi auraient-elles besoin d'encouragements particuliers? S'agissant de l'affectation des ressources, il ne semble guère sensé de classer dans la même catégorie les gros producteurs et les gros consommateurs de savoir, comme l'ont fait les auteurs. Car il semble que ce sont les *producteurs intérieurs nets* de connaissances qui ont le plus besoin d'encouragements.

Il se peut également que les industries de haute technicité aient des retombées positives d'une autre nature sur l'économie, car dans les tâches qu'ils accomplissent, leurs employés acquièrent sans doute des qualifications et des connaissances transférables. Si, pour une raison quelconque, ils ne «paient» pas ces connaissances – par exemple, en acceptant des salaires moindres –, ils sont les bénéficiaires de retombées favorables. Or il faut peut-être encourager plus particulièrement les industries qui font bénéficier leur personnel de ce type d'avantage. Tout dépend, là encore, de leur situation, à savoir si elles sont *sources nettes* ou *bénéficiaires nettes* de retombées favorables en général.

Il vaudrait mieux, bien entendu, soutenir en priorité les *activités* génératrices de retombées favorables. Ces activités prévalent sans doute dans quelques industries à forte concentration de savoir mais pas dans d'autres. Donc, il se peut que certaines activités de R-D aient des retombées favorables et que d'autres pas.¹ Ainsi, l'industrie pharmaceutique est sans doute une source importante de connaissances nouvelles sous forme de nouveaux médicaments. Cela ne signifie pas que l'incitation commerciale à mettre au point de nouveaux médicaments est insuffisante. Cela dépendrait de la latitude qu'ont leurs inventeurs d'utiliser la propriété intellectuelle, le secret et les avoirs cospécialisés pour s'approprier les revenus de leurs inventions.

Pour ce qui est de la deuxième question, on peut définir une industrie à forte concentration de savoir de différentes manières, et le choix de la définition dépendra de la classification industrielle retenue. Frank Lee et Handan Has ont défini, pour leur part, les industries à forte concentration de savoir comme consacrant beaucoup à la recherche et au développement (R-D) ou comme possédant un personnel d'un niveau d'instruction assez élevé. Ils associent l'intensité de la R-D à la production de connaissances et l'intensité de capital humain aux gros producteurs de connaissances.

Comme je l'expliquais plus haut, s'il s'agit d'identifier les sources de retombées favorables en matière de savoir et de les encourager, les industries *productrices de connaissances* et les industries *utilisatrices de connaissances* doivent être traitées de manière distincte. De plus, si l'on se demande quelle somme de connaissances une industrie produit à un moment donné, c'est aux capitaux qu'elle consacre à la R-D, pas à l'intensité de celle-ci, qu'il faut s'intéresser.

Quant aux mesures de l'utilisation de connaissances, les auteurs mettent l'accent sur la proportion des effectifs d'une industrie possédant un bon niveau d'instruction ou sur celle ayant des connaissances techniques. Là encore, si l'on s'intéresse à l'utilisation de connaissances à un moment donné, il se peut qu'il faille soit davantage s'arrêter sur la taille des effectifs techniques que sur leur importance relative.

Le savoir peut également s'inscrire dans le capital physique utilisé par une industrie. De fait, il arrive que le capital physique de haute technicité remplace le capital humain. Certaines industries emploient sans doute une main-d'oeuvre relativement peu qualifiée mais utilisent cependant des connaissances poussées par le biais du capital physique.

D'où les questions suivantes : comment évaluer le degré de technicité du capital physique? Autrement dit, entre-t-il des connaissances très poussées dans les techniques de fabrication dites de pointe? Il est à supposer que les dernières moutures du capital physique font appel à plus de savoir que les plus anciennes. Il se peut, cependant, que la plus récente forme de capital physique ne soit pas particulièrement nouvelle. Ainsi, le *nec plus ultra* des procédés métallurgiques et chimiques a peut-être été mis au point il y a quelque temps. Entre-t-il moins de connaissances dans ces procédés pour autant?

Frank Lee et Handan Has utilisent des données sur ce que l'on appelle le mouvement des brevets comme indicateur de production et d'utilisation de savoir. On connaît bien les limites des données relatives aux brevets. On déduit les «mouvements» de brevets des désignations que l'examineur porte sur les demandes, c'est-à-dire des noms des secteurs utilisateurs et des secteurs de fabrication les plus probables. Or, ces désignations reflètent l'opinion de l'examineur sur le secteur qui fabriquera le plus certainement l'invention (s'il s'agit d'un produit) et sur ceux qui utiliseront le plus probablement l'invention. L'industrie de *fabrication* n'est pas forcément l'industrie d'*invention*. En fait, l'inventeur n'a nul besoin d'être en relation avec une industrie *quelconque*. En conséquence, les mouvements de brevets ne correspondent pas nécessairement à la circulation des connaissances.

Pour ce qui est de la troisième question, il existe bien des définitions du comportement d'une industrie, et la définition pertinente dépend de la question posée. Si l'on s'intéresse à la croissance économique, la croissance totale de la productivité des facteurs est la mesure de rendement pertinente. Si ce sont les possibilités d'emplois que l'on évalue, la croissance de l'emploi est alors une bonne mesure des résultats de cette industrie. Quant à savoir si l'on peut extrapoler la croissance passée de l'emploi pour en déduire quelque chose au sujet des possibilités d'emplois futures, c'est une autre question.

Frank Lee et Handan Has évaluent le comportement des industries à partir de la croissance de l'emploi, du PIB et de la productivité de la main-d'oeuvre de 1981 à 1990. Ils concluent qu'il n'existe pas grande différence entre leurs secteurs à forte, à moyenne et à faible concentration de savoir en ce qui concerne les niveaux de

productivité de la main-d'oeuvre et les taux de croissance. On ne voit pas très bien quel enseignement en tirer. Il y a de nombreux facteurs en jeu. J'ai dit qu'à mon sens, la classification des industries choisie par les auteurs ne sert pas à grand-chose. Il est possible, de plus, que la croissance de la productivité de la main-d'oeuvre ne reflète pas la croissance totale de la productivité des facteurs. En outre, si retombées il y a, la propre croissance de la productivité d'une industrie ne reflète pas entièrement sa contribution à la croissance globale de la productivité.

Les conséquences de ces résultats du point de vue des politiques manquent elles aussi de clarté. Rien ne permet d'affirmer que certaines industries devraient être plus ou moins favorisées par la politique publique qu'elles ne le sont aujourd'hui. Et, étant donnée la méthodologie suivie par les auteurs, on ne pourrait le dire. Si l'analyse vise un autre objectif, peut-être les auteurs voudront-ils bien le préciser.

NOTE

- 1 L'évidence économétrique varie, mais elle semble indiquer que certaines des industries à plus forte intensité de R-D n'ont pas de retombées favorables, tandis que d'autres industries, dans lesquelles la R-D occupe une moindre place, en ont.



John R. Baldwin
Études micro-économiques
Direction des études analytiques
Statistique Canada

et Joanne Johnson
Études micro-économiques
Direction des études analytiques
Statistique Canada

3

avec le concours de Michael Pedersen

Valorisation des ressources humaines et innovation : analyse sectorielle

RÉSUMÉ

LE PRÉSENT ARTICLE ÉTUDIE LES LIENS entre les décisions relatives à la formation et le plan d'entreprise. L'hypothèse de départ est que l'adoption de stratégies d'innovation très diverses dans différents types d'entreprises et de secteurs fait naître un besoin de formation. Les résultats reposent sur un sondage dans le cadre duquel Statistique Canada a interrogé des petites et moyennes entreprises sur leurs stratégies, leurs activités et leurs caractéristiques. Ce sondage permet d'analyser les décisions relatives à la formation dans le contexte plus vaste des nombreuses activités et stratégies d'expansion de l'entreprise, y compris des décisions visant les produits, la structure organisationnelle, les moyens technologiques, la structure financière et les programmes de commercialisation. En outre, les résultats sont liés à des données administratives longitudinales sur le patrimoine et sur l'emploi, et ils fournissent quantité de renseignements sur les entreprises.

PRINCIPALES CONCLUSIONS

Il y a concomitance entre les activités de formation et les stratégies d'innovation.

- Les stratégies de formation diffèrent beaucoup d'une entreprise à l'autre.
- Cela s'explique en grande partie par des différences entre les stratégies d'innovation des entreprises.

L'importance de l'innovation par rapport à la formation est évidente tant au niveau sectoriel que national.

- Dans tous les secteurs, les trois quarts environ des entreprises novatrices forment leur personnel, comparé à moins de la moitié pour les entreprises non novatrices.
- Dans le secteur manufacturier et dans le secteur des services dynamiques, les entreprises novatrices dispensent deux fois plus de formation structurée que les entreprises non novatrices. De même, dans ces secteurs, environ la moitié des entreprises novatrices dispensent une formation non structurée, comparé à tout juste moins de 30 p. 100 des entreprises manufacturières et à 37 p. 100 des entreprises de services dynamiques.
- Dans le secteur des services traditionnels, les entreprises novatrices accordent une plus grande place à la formation structurée et non structurée que les entreprises non novatrices. Il y a deux fois plus de chances qu'elles dispensent une formation d'un type ou de l'autre que les secondes nommées.

La relation entre formation et innovation varie d'un secteur à l'autre.

- Dans les entreprises manufacturières, la décision de dispenser une formation est étroitement liée à la stratégie d'innovation de l'entreprise sur le plan de la technologie et de la recherche et du développement (R-D), ainsi qu'à la croissance du capital par travailleur.
- Dans les entreprises appartenant au secteur des services dynamiques, la formation est stimulée par chacun des trois éléments d'innovation suivants : R-D / technologie, qualité et stratégies en matière de ressources humaines.
- Dans les entreprises appartenant au secteur des services traditionnels, la formation est stimulée en fonction de l'importance des stratégies relatives aux ressources humaines et à la qualité.

L'innovation revêt de multiples formes.

- Dans les entreprises qui utilisent beaucoup de machinerie et d'équipement, l'innovation passe principalement par la mise au point de nouvelles techniques et de nouveaux procédés de production. La valorisation des ressources humaines est complémentaire de ce type d'innovation, car il faut apprendre à utiliser les nouvelles techniques adoptées.
- Dans d'autres secteurs, comme celui des services, les ressources humaines constituent la principale forme de capital. Dans ces situations, la formation du capital humain et le système d'innovation de l'entreprise ne font qu'un.
- Dans les entreprises manufacturières, la stratégie d'innovation porte essentiellement sur la technologie et la R-D.

- Dans le secteur des services dynamiques, une stratégie d'innovation sur le plan de la technologie et de la R-D est complétée par une stratégie en matière de ressources humaines et de qualité.
- Dans le secteur des services traditionnels, la stratégie d'innovation est uniquement définie par la stratégie en matière de ressources humaines et de qualité.

INTRODUCTION

DE PLUS EN PLUS, ON PROCLAME QUE la formation est essentielle à l'amélioration des résultats de l'entreprise (Betcherman, 1994). Les marchés se mondialisant, les entreprises doivent continuellement produire des produits de meilleure qualité à un coût moindre. En conséquence, il leur faut des employés de plus en plus qualifiés et adaptables. Or, la formation est un moyen de les doter des qualifications nécessaires.

On peut interpréter cet argument de manière simpliste en disant qu'il est mieux de former davantage, dans tous les cas. Cependant, la formation n'est pas toujours synonyme de réussite. À la réflexion, il est plus sensé d'affirmer que c'est la qualité de la formation plutôt que la seule quantité qui importe.

Les facteurs qui amènent une entreprise à dispenser une formation n'ont pas été étudiés en détail. De fait, la plupart des études s'appuient sur des sondages réalisés auprès des employés qui examinent les caractéristiques de ceux d'entre eux qui ont suivi une formation. Résumant les résultats de ces études, l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE) (1991) concluait que c'étaient généralement les travailleurs les plus instruits qui recevaient une formation¹. Quelques études (Mincer, 1989; Lillard et Tan, 1986; Bartel, 1991, 1992; et Bartel et Lichtenberg, 1987) ont examiné la nature de l'évolution technologique et de la formation par secteur. Cependant, une analyse sectorielle, plutôt qu'une analyse par entreprise, néglige le fait que, dans tout secteur donné, quelques entreprises s'appuieront sur de plus grandes compétences techniques et auront besoin de plus de main-d'oeuvre qualifiée. En outre, ces études montrent l'évolution technologique unidimensionnelle en utilisant une seule variable, ce qui fait qu'en général, l'importance de l'innovation n'est pas examinée.

Une enquête de Statistique Canada² a permis d'étudier les facteurs qui influent sur les décisions relatives à la formation dans les petites et moyennes entreprises dans le contexte plus général des nombreuses stratégies et activités d'une entreprise, en particulier de celles se rapportant à l'innovation et à l'évolution technologique. Cette enquête présente des mesures subjectives et objectives des stratégies et activités dans les domaines suivants : commercialisation, technologie, innovation, finances, approvisionnement en biens de production et ressources humaines. On peut donc étudier le rapport entre l'esprit novateur – selon une définition générale – et les stratégies en matière de ressources humaines. De plus, les mesures des autres stratégies, notamment en ce qui concerne la qualité et la valorisation des qualifications de la main-d'oeuvre, permettent d'avoir une image

globale de l'entreprise à développer et à relier à la décision relative à la formation.

Baldwin et Johnson (1994) ont étudié la relation entre les stratégies des entreprises – en particulier, l'innovation – et la formation, en se servant de l'enquête de Statistique Canada. Ils ont conclu qu'il existe une relation étroite entre l'innovation et la formation. Celle-ci est donc complémentaire par rapport aux autres formes de capital nécessaires aux entreprises novatrices. La décision relative à la formation dépend également de l'importance accordée à la qualité et aux ressources humaines. Cette analyse était certes utile dans l'examen des caractéristiques de l'entreprise typique qui amènent à dispenser une formation, mais les auteurs n'ont pas analysé en profondeur les différences entre industries. Le présent article pousse les travaux précédents plus loin afin de voir comment la relation innovation-formation varie dans trois secteurs : le secteur manufacturier, le secteur des services traditionnels et celui des services dynamiques.

L'article se divise en six parties. La première expose le cadre dans lequel se fera l'analyse de la formation. La deuxième partie décrit l'enquête dont sont tirées les données utilisées pour éprouver l'argument de la complémentarité entre innovation et ressources humaines. La troisième partie décrit brièvement les mesures de la formation présentées dans l'enquête et dresse un tableau global de l'incidence et de l'intensité de la formation. Les quatrième et cinquième parties décrivent les grandes lignes des variables utilisées dans l'analyse à plusieurs variables et présentent cette analyse de la formation au niveau national et tous secteurs confondus. La sixième partie étudie les différences sectorielles dans les stratégies en matière de ressources humaines, généralement, et de formation, en particulier.

LA FORMATION DANS LE PLAN STRATÉGIQUE DE L'ENTREPRISE

LA PLUPART DES CONNAISSANCES qui font la différence entre la réussite et l'échec d'une entreprise sont tacites, c.-à-d. qu'elles ne sont pas immédiatement codifiables. Autrement, il serait possible de formuler des recettes du succès, et les entreprises à la traîne pourraient vite imiter les plus prospères. Les connaissances tacites sont particulières à l'entreprise et elles s'accumulent avec le temps. Elles résident dans l'organisation, dans le savoir collectif du personnel d'une entreprise. Les connaissances tacites dans leurs diverses formes constituent la base du système d'innovation d'une entreprise, de sa structure organisationnelle et de ses capacités de production.

La formation crée des compétences humaines qui, une fois réunies, représentent le fonds dans lequel résident les connaissances d'une organisation. Ces connaissances prennent bien des formes. La plupart sont acquises sur le tas, de manière structurée ou pas.

Savoir fabriquer et utiliser des machines est un des principaux types de connaissances. Dans les industries où l'on investit de gros capitaux dans la main-d'oeuvre, le «savoir-faire technique» est un élément important du savoir. Il est essentiel non seulement pour le procédé de production d'une entreprise mais aussi

pour son système d'innovation. Le savoir-faire technologique précède souvent le savoir-faire scientifique, et il est essentiel à l'innovation dans bien des entreprises (Mowery et Rosenberg, 1989).

Dans les secteurs où le procédé de production exige moins de capital physique, la formation a aussi son importance. Le savoir est le produit dans la plupart des secteurs de services. Dans bien des cas, le service aux entreprises se résume aux connaissances d'un spécialiste. Dans ces industries, la réussite dépend de la capacité d'offrir la somme et le type de connaissances humaines dont un client a besoin. La qualité des produits et l'investissement en capital humain que représentent les produits y forment un tout. La formation comprend le perfectionnement des compétences et la résolution des problèmes – soit apprendre comment bien présenter le savoir aux clients. Il s'agit alors autant de connaissances tacites que de la capacité de faire fonctionner des machines.

Même dans les industries où le capital humain est complémentaire du capital, le capital humain sera également important dans son rôle secondaire, car il apportera des améliorations pour répondre aux exigences des différents clients ou permettra de différencier les produits grâce à des conceptions ou à des services spéciaux qui revêtent une valeur pour un client.

La formation répond donc à deux fins.

- Elle est source de compétences technologiques, ce qui comprend une connaissance approfondie de procédés techniques particuliers dans la fabrication ou des compétences en informatique (logiciels et ordinateurs) dans le secteur des services.
- Elle apprend aux travailleurs comment intégrer des connaissances dans des produits pour fournir de nouveaux services aux clients.

Lorsque des entreprises choisissent leur stratégie d'innovation, celle-ci se double d'une stratégie de formation. L'adoption de nouvelles techniques suppose que l'on améliore les compétences du personnel. Si l'on choisit d'innover, il faut obligatoirement adopter aussi une stratégie de formation plus intense.

Cependant, une entreprise doit également décider si elle intègre ou pas un composant de savoir dans son produit, même dans des secteurs où capital physique et stratégie technologique vont habituellement de pair. Ce composant est en rapport direct avec le système de formation.

Si la production nécessite un capital physique important, on aura les deux raisons de former et il sera difficile de les distinguer l'une de l'autre. Dans des secteurs comme le secteur manufacturier, la stratégie technologique d'une entreprise déterminera, au minimum, sa stratégie en matière de formation. Quand on passe de la résolution de problèmes à l'innovation, il se peut aussi que les entreprises de ces secteurs choisissent de mettre l'accent sur la formation, car elles sortent d'un monde où le savoir-faire vise essentiellement le fonctionnement des machines pour entrer dans un autre où il est plus important de décider quoi faire.

Dans d'autres secteurs, l'innovation et le système de formation sont tout aussi étroitement liés, quoique pour des raisons différentes. La base de connaissances, par opposition à la base technologique, est le système d'innovation de ces entreprises. La base de connaissances qu'alimente le système de formation global joue un rôle essentiel dans la création d'une capacité de résolution des problèmes qui permet de différencier le produit d'après le savoir qui y entre et de mettre en place un environnement propice à l'innovation.

Former ne représente donc qu'une décision dans une chaîne de choix stratégiques. Cette chaîne se constitue de manière séquentielle, avec des boucles de rétroaction complexes. La décision la plus élémentaire qu'une entreprise doit prendre concerne le marché sur lequel elle veut travailler. La nature du marché – la mesure dans laquelle il requiert une forte intensité de capital humain ou physique – détermine le type de concurrence auquel l'entreprise sera confrontée et les outils (nouvelles techniques, ressources humaines) qu'elle utilisera pour y faire face.

L'ENQUÊTE SUR LES PETITES ET MOYENNES ENTREPRISES EN CROISSANCE (PMEC)

L'ENQUÊTE SUR LES PMECS a été réalisée en 1992 auprès d'entreprises en expansion pendant la deuxième moitié des années 1980. Elle était conçue pour examiner des entreprises qui n'étaient pas sur le déclin. Seules celles dont le personnel, les ventes et les biens propres s'étaient accrus entre 1984 et 1988 entraient dans l'échantillon³. Ces petites et moyennes entreprises comptaient moins de 500 employés et leur patrimoine était inférieur à 100 millions de dollars en 1984. L'échantillon regroupait 2 157 entreprises de tous les grands secteurs, à l'exception de l'administration publique. Le sondage a été réalisé par courrier, avec un suivi par téléphone. Le taux de réponse a été 69 p. 100. La présente enquête s'intéresse uniquement aux entreprises qui ont répondu à toutes les parties du sondage, soit quelque 1 009 entreprises.

L'enquête sur les PMECS visait à dresser un tableau général des activités, des caractéristiques et des stratégies suivies par un ensemble de petites et moyennes entreprises qui réussissaient généralement. Les questions posées portaient sur la région où elles travaillaient, sur la structure de leur capital, sur leur pays de contrôle, sur leur participation à des fusions et à des alliances stratégiques, sur leur taille et sur la répartition professionnelle de leur personnel. Dans le sondage, on les interrogeait sur les résultats à l'exportation, sur la structure de leur capital, sur leurs sources de financement, sur l'intensité de l'investissement dans la R-D, sur la formation, sur la commercialisation, sur les sources d'innovation, sur le nombre de travailleurs formés par catégorie professionnelle et sur les dépenses de formation.

Plusieurs questions supplémentaires portaient sur les stratégies. On demandait aux entreprises de classer par ordre d'importance les différents facteurs qui expliquaient la croissance de leur société, soit les compétences en gestion, la capacité de distribution, le coût du capital, l'accès aux capitaux, la capacité technologique, la capacité en R-D et les niveaux de compétence du personnel. Par

ailleurs, les entreprises devaient évaluer leurs capacités par rapport à leurs concurrents en ce qui concernait les prix, les coûts de production, la qualité, le service à la clientèle, les dépenses de R-D, le climat de travail et les niveaux de compétence des employés. Une autre série de questions visait les directions particulières suivies dans les stratégies relatives à la commercialisation, à la technologie, à l'utilisation des intrants, à la gestion et aux ressources humaines.

La force de l'enquête, c'est que l'on peut vraiment comparer la formation aux autres stratégies, caractéristiques et activités de l'entreprise. Les réponses fournies ont été rattachées à des données administratives sur l'emploi, la rotation des effectifs, les ventes, la rentabilité et la productivité des entreprises, ce qui donne une abondance de caractéristiques ensuite utilisées dans des analyses.

QUANTIFICATION DE LA FORMATION

L'ENQUÊTE FOURNIT PLUSIEURS MESURES de la formation, qu'une entreprise assure une formation structurée ou pas, avec le nombre d'employés qui ont reçu une formation structurée ou pas par profession, et les dépenses totales correspondant à la formation. La formation structurée est une instruction dispensée sur le lieu de travail ou pas, à l'écart du processus de production. La formation non structurée est, comme son nom l'indique, moins structurée et se fait sur le tas⁴.

- En moyenne, 59 p. 100 des entreprises offraient à leur personnel un type ou un autre de formation; 44 p. 100 dispensaient une formation structurée et 40 p. 100 donnaient une formation non structurée.
- En moyenne, 31 p. 100 de la main-d'oeuvre des entreprises offrant un programme de formation structurée recevaient ce type de formation.
- Quelque 41 p. 100 des effectifs des entreprises offrant un programme de formation non structurée recevaient une formation non structurée.
- Les entreprises qui avaient un programme de formation dépensaient en moyenne 850 \$ par employé dans l'entreprise, tous types de formation confondus.

LES FACTEURS DÉTERMINANTS DE LA FORMATION

INNOVATION ET TECHNOLOGIE

PAR PRINCIPE, LA DÉCISION QUE PREND une entreprise relativement à la formation est fonction de son esprit d'innovation et de ses progrès technologiques. L'innovation et les progrès technologiques supposent des connaissances théoriques et pratiques difficiles à acquérir par le biais du seul recrutement externe. Cela tient à la spécificité du savoir dans les entreprises à forte intensité technologique et à la rapidité des changements associés à l'innovation qui oblige à un perfectionnement continu de la main-d'oeuvre.

Plusieurs études ont confirmé qu'il existe un lien entre la technologie et la formation. Lillard et Tan (1986) et Mincer (1989) ont testé l'effet de l'évolution technologique en mettant en corrélation les mesures de la productivité de plusieurs facteurs et l'intensité de la formation sectorielle. Ils ont conclu à une relation positive. Bartel et Lichtenberg (1987) sont arrivés à la conclusion que l'âge moyen du capital dans une industrie était inversement proportionnel au pourcentage de la main-d'oeuvre ayant suivi un enseignement supérieur. Bartel (1991) a examiné des données d'entreprises sur la formation, et il a conclu à un lien positif entre celle-ci et l'intensité de R-D et le ratio de capital-effectif de l'entreprise. Hum et Simpson (1993) ont découvert que la probabilité de formation des individus dépendait de la croissance de l'investissement dans leur secteur d'emploi et de la prédominance de la technologie de pointe dans ce secteur.

Les auteurs de ces études antérieures utilisaient des indicateurs supplétifs assez simples par rapport à la complexité technologique de l'industrie. Cependant, ces variables ne peuvent exprimer toutes les circonstances dans lesquelles la complexité et l'innovation technologiques rendent une formation nécessaire.

L'enquête sur les PME fournit quantité de mesures de l'activité novatrice, tant subjectives qu'objectives. Outre les questions habituelles, comme celles portant sur le nombre d'employés travaillant dans l'unité de R-D et sur les dépenses consacrées à celle-ci, étaient également posées des questions subjectives sur l'esprit novateur de l'entreprise et sur l'importance qu'elle accorde aux stratégies d'innovation. Il était demandé aux entreprises de juger leurs dépenses de R-D par rapport à leurs concurrents sur une échelle de 0 à 5 (0 correspondant à «ne s'applique pas», 1 à «nettement inférieures» et 5 à «nettement supérieures»). Il leur était également demandé de noter sur une échelle de 1 à 5 l'importance de la capacité d'innovation par la R-D, ou la capacité d'adopter une technologie, en tant que facteur de la croissance passée. Les questions relatives aux stratégies de développement générales visaient à savoir quelle importance les entreprises accordaient aux stratégies liées à la mise au point de nouvelles techniques, à l'amélioration de leurs propres techniques et de celles d'autres, et à l'utilisation de techniques mises au point ailleurs. Enfin, il était demandé aux entreprises de noter divers facteurs – internes et externes –, toujours sur une échelle de 0 à 5, par ordre d'importance du facteur en tant que source d'innovation, afin de savoir ce qui stimulait l'activité novatrice. Au total, il y avait 24 mesures objectives et subjectives de l'innovation. Elles sont décrites à l'annexe A.

La base de données fournit un grand nombre de variables que l'on peut utiliser pour mesurer les caractéristiques novatrices des entreprises, et beaucoup de ces variables sont étroitement liées. En conséquence, les inclure toutes dans une équation de régression conduirait à une multicolinéarité assez sérieuse. Un reproche fréquent, à savoir que les questions subjectives sont problématiques parce que les gens risquent de les interpréter différemment, pose un autre problème. Cependant, ces questions sont essentielles si l'on veut comprendre la décision de former, car les perceptions et les croyances des gestionnaires influent sur la décision d'offrir une formation aux employés.

Afin de condenser la dimensionnalité dans l'innovation, pour atténuer le problème de multicollinéarité, et pour faire taire les critiques sur l'utilisation de réponses subjectives, les variables sont combinées. Anderson et coll. (1983) expliquaient que, si l'on combine diverses réponses subjectives centrées sur un thème particulier, il est raisonnable de s'attendre qu'elles représentent ce thème. Par exemple, en combinant les points attribués en réponse à la question sur l'importance des stratégies relatives à la mise au point de nouvelles techniques, à l'amélioration des techniques d'autrui, à l'amélioration de ses propres techniques et à l'utilisation de techniques mises au point ailleurs, et à la question sur l'importance de la capacité d'adopter des techniques en tant que facteur de croissance, on obtient une mesure fiable du degré d'orientation technologique de l'entreprise.

Il existe plusieurs méthodes pour combiner des variables, depuis l'addition des points jusqu'à l'analyse des principaux composants. Cette dernière crée de nouvelles variables qui sont des moyennes pondérées des anciennes. Ces nouvelles variables ont globalement la même somme de variation totale que dans l'échantillon de variables original. Les coefficients de pondération du premier composant sont choisis de façon à maximiser la variation totale que représente ce composant, c.-à-d. l'éventail le plus large de l'ensemble des variables. Les coefficients de pondération des autres composants le sont de sorte à maximiser la variation résiduelle correspondant à chaque variable, tout en maintenant une indépendance par rapport à toutes les variables précédentes.

Les autres formules de pondération – la taille et le signe attachés à chacune des variables – de chacune des variables permettent de cerner différents types d'innovateurs. Certaines entreprises sont à la pointe d'une industrie. D'autres imitent ou s'adaptent simplement. Suivant le cas, elles soulignent des aspects différents de l'innovation en insistant sur de nouveaux produits, sur les techniques, les intrants et les structures organisationnelles. Les principaux composants de l'innovation délimitent des schémas de types novateurs. Il est alors possible d'utiliser l'analyse à plusieurs variables pour savoir dans quelle mesure ces archétypes influent sur la formation.

La majeure partie de la variation dans les variables sous-jacentes de l'innovation concerne quatre principaux composants dont il suffit de faire ici une description générale. Les lecteurs que les facteurs de pondération exacts de chaque variable des composants intéressent se référeront à l'annexe A.

Les quatre composants sont nommés afin de savoir quel prototype chacun représente. Les voici donc :

- l'innovateur général (GENINOV);
- l'adaptateur passif (PASINOV);
- l'innovateur axé sur la R-D (RDINOV); et
- l'innovateur tourné vers l'extérieur (OUTINOV).

Ces quatre composants sont nommés en ordre décroissant de la variabilité que chacun représente dans l'échantillon. Ainsi, le premier représente 41 p. 100 de la variabilité totale de l'échantillon, et les trois autres 8 p. 100, 7 p. 100 et 5 p. 100 respectivement.

GENIVOV accorde beaucoup d'importance à la plupart des variables de l'innovation, sauf à l'investissement dans la R-D pour l'innovation relative aux produits et aux procédés. Il représente les nombreuses stratégies dans lesquelles on insiste sur l'innovation (la capacité technologique en tant que facteur de croissance, la capacité d'innover par la R-D, les dépenses de R-D par rapport aux concurrents, la mise au point de nouvelles techniques, l'utilisation de techniques mises au point par d'autres, la réduction des coûts énergétiques, l'utilisation de nouveaux matériaux, la gestion des stocks en flux tendu, la maîtrise des procédés et le fait d'aller chercher des idées novatrices à diverses sources), sur la commercialisation, la gestion, l'unité de R-D et les brevets.

PASINOV place au premier rang l'innovation qui vient de la direction, de la commercialisation, des sociétés mères, de brevets canadiens, de brevets étrangers et de contrats avec le gouvernement. Toutefois, la plupart des stratégies relatives à l'activité de R-D, à la technologie, aux apports et à la gestion sont mal notées. L'importance accordée aux sources d'innovation extérieures, comme les brevets, donne à penser que les entreprises représentées par ce composant adaptent passivement les idées des autres.

RDINOV se compose presque entièrement de facteurs reposant sur la R-D. Plus précisément, l'investissement dans la R-D pour innover dans les produits et les procédés, l'importance de la R-D dans la croissance, la position d'une entreprise par rapport aux concurrents en ce qui concerne les dépenses de R-D et l'unité de R-D en tant que source d'innovation prédominent dans ce composant. La mise au point de nouvelles techniques y compte beaucoup aussi.

OUTINOV comprend les mêmes variables de R-D que RDINOV, avec en plus la dépendance envers l'unité de commercialisation, la direction, les clients et les concurrents en tant que sources d'innovation. Il représente des situations où l'innovation en matière de technologie, d'intrants et d'organisation est mal notée. En l'occurrence, l'innovation se limite à d'autres domaines.

QUALITÉ

ON PART ÉGALEMENT DE L'HYPOTHÈSE que la décision de dispenser une formation dépend de la valeur que l'entreprise accorde à la qualité. Si les entreprises considèrent l'investissement dans le capital humain comme une possibilité de perfectionner des compétences pour pouvoir atteindre des normes de qualité élevées, les entreprises qui insistent sur la qualité, en général, et qui adhèrent à des programmes de gestion de la qualité, en particulier, insisteront aussi sur la formation.

L'enquête fournit trois mesures du souci de la qualité. Il était demandé aux entreprises d'évaluer la qualité de leurs produits, du service à la clientèle et de leurs gammes de produits par rapport à leurs concurrents. Ensemble, ces trois (QUAL)

donnent une indication de la qualité générale des produits et des services que propose l'entreprise. Dans ce cas, ces variables étaient si étroitement liées qu'une simple addition des points attribués suffisait à les mesurer. Autrement dit, une analyse des principaux composants et la diversification des prototypes était inutile. La différence était telle entre une autre variable mesurant l'importance accordée à la gestion de la qualité totale (GQT) et celle visant la qualité en général que la première a été utilisée séparément dans l'analyse.

Il est important de reconnaître que, si la stratégie d'innovation répond souvent à un souci d'amélioration de la qualité, cet aspect de l'innovation se distingue des variables de l'innovation définies précédemment. Les variables de l'innovation traduisent l'attention accordée aux techniques, à la R-D relative aux produits et aux procédés, et à l'innovation dans l'utilisation des intrants. Dans la mesure où la qualité est améliorée par un de ces moyens, les variables de la qualité n'apporteront aucune explication supplémentaire aux différences dans l'incidence de la formation. Cependant, il se peut également que les entreprises s'efforcent d'améliorer la qualité par d'autres moyens (p. ex., meilleur service, plus de souplesse face aux besoins des clients). Dispenser une formation au personnel pour améliorer ses compétences en est un.

STRATÉGIES EN MATIÈRE DE RESSOURCES HUMAINES

LES ENTREPRISES QUI ACCORDENT BEAUCOUP d'importance à leurs ressources humaines peuvent les améliorer de deux manières : en embauchant des personnes qui possèdent les compétences dont elles ont besoin et (ou) en formant le personnel déjà en place. On souligne, dans des travaux antérieurs, la relation entre la formation et la réceptivité d'une entreprise par rapport aux stratégies en matière de ressources humaines. Par exemple, Bartel (1991) concluait que les probabilités de formation étaient plus grandes dans les entreprises qui pratiquaient une planification active des ressources humaines. D'après Simpson (1984) et Hum et Simpson (1993), la probabilité de recevoir une formation dépendait pour le travailleur du fait que l'entreprise ou le secteur employeurs profitaient ou pas des programmes de formation publics.

Bien que l'on puisse faire valoir que la stratégie relative à l'innovation et à la qualité adoptée par l'entreprise détermine de façon endogène l'attitude exprimée à l'égard des ressources humaines, il est probable qu'il existe un élément exogène distinct. Nous l'incluons ici pour savoir si l'accent mis sur les ressources humaines a une incidence séparée sur la décision de dispenser une formation. Comme nous l'avons expliqué plus haut, il se peut que l'importance accordée aux ressources humaines dans l'entreprise soit plus révélatrice de sa stratégie d'innovation que les variables relatives à la R-D ou à la technologie sur lesquelles on insiste dans les variables relatives à l'innovation, notamment dans le cas des industries à forte intensité de capital humain. Donc, tout comme les variables relatives à la qualité, les variables relatives aux ressources humaines sont incluses pour saisir une dimension de la stratégie d'innovation. Si les mesures des ressources humaines se

rèvent insignifiantes, l'hypothèse d'indépendance nulle entre les stratégies en matière de ressources humaines et d'innovation sera rejetée.

Comme dans le cas de l'innovation, l'enquête fournit plusieurs mesures subjectives des ressources humaines. Il était demandé aux entreprises d'évaluer leur climat de travail et les compétences de leur personnel par rapport à leurs concurrents. Il leur était également demandé d'évaluer l'importance des compétences du personnel en tant que facteur ayant contribué à la croissance passée. Plusieurs questions visaient à savoir quelle valeur les entreprises accordaient à diverses stratégies en matière de ressources humaines : régimes de rémunération des gestionnaires avec intérêt, formation continue du personnel, programmes de rémunération novateurs et autres moyens de motiver le personnel.

L'analyse des principaux composants sert à vérifier les prototypes de stratégie en matière de ressources humaines. Le premier composant relatif à la main-d'oeuvre représente une entreprise qui applique une stratégie progressiste en matière de ressources humaines. L'entreprise qui pratique une stratégie globale en la matière (HRCOMP) accorde une note élevée à toutes les variables, y compris aux stratégies liées à la gestion novatrice et aux programmes salariaux, à l'importance des compétences du personnel en tant que facteur de croissance, et au niveau de compétence des employés comme au climat de travail, par rapport à ses concurrents. Le deuxième composant relatif à la main-d'oeuvre, qui est l'innovateur en matière salariale (HRWAG), représente les entreprises qui accordent beaucoup de place à des régimes de rémunération novateurs mais ne donnent pas de note élevée aux compétences du personnel et au climat de travail. Le troisième composant, l'adaptateur de compétences (HRSKL), représente les entreprises qui accordent plus d'importance aux compétences de leur personnel comme facteur contribuant à la croissance mais n'offrent pas de régimes de rémunération novateurs et ne se vantent pas d'un meilleur climat de travail.

AUTRES VARIABLES

D'AUTRES VARIABLES SONT INCLUSES afin de tenir compte d'effets qui sont apparus auparavant comme étant des facteurs très déterminants dans la décision de dispenser une formation. Il apparaît que la taille (SIZE) a toujours eu un effet positif sur ce type de décision. On a fait valoir que les grandes entreprises ont accès à des capitaux moins coûteux pour financer l'investissement dans la formation (Hashimoto, 1979), qu'elles peuvent réduire le risque de l'investissement en regroupant les risques (Gunderson, 1974), et qu'elles gagnent plus à dispenser une formation en raison de leur taille et parce que leur exploitation des économies d'échelle s'est traduite par une spécialisation des tâches, d'où l'avantage plus grand à former (Doeringer et Piore, 1971). Autrement, il est possible que l'effet d'entreprise communément trouvé découle d'un phénomène d'agrégation. Si toutes les entreprises ont la même probabilité de former chacun de leurs travailleurs, indépendamment de la taille de l'entreprise, il est plus probable que les grandes entreprises formeront quelqu'un à n'importe quel moment donné parce qu'elles emploient plus de monde.

Le taux de rétention des employés (RETENRT) est inclus parce que l'on estime qu'il influe sur la nécessité de former de deux façons. Ce taux est calculé comme étant le pourcentage d'employés d'une entreprise pendant l'année t qui restent pendant l'année $t+1$. Si l'entreprise a réduit ses effectifs, c'est le pourcentage d'employés de l'année $t+1$ qui s'y trouvaient déjà durant l'année t qui est utilisé. Le taux de rétention est calculé pour 1986-1987, 1987-1988 et 1988-1989, et on utilise une moyenne pour les trois périodes. Plus le taux de rétention est élevé, plus l'entreprise peut espérer tirer avantage de la formation qu'elle dispensera. Cependant, qui dit faible taux de rétention dit rotation importante des effectifs, plus grande proportion de nouveaux travailleurs et besoin plus grand de dispenser une formation. Simpson (1984) et Bartel (1989) concluaient tous deux que la rotation des effectifs augmentait quantitativement la formation dispensée⁵.

Il s'avère que les mesures de l'évolution ou de la complexité sont liées à l'incidence de la formation. En conséquence sont inclus l'investissement dans le rapport capital-main-d'oeuvre (ICAPLAB), l'investissement dans le rapport expansion des marchés-main-d'oeuvre (IMKTLAB), l'évolution du rapport capital-main-d'oeuvre (DCAPLAB) et l'évolution de la productivité de la main-d'oeuvre (DLABPROD). De plus, nous sommes partis de l'hypothèse que tous ont des signes positifs.

La structure professionnelle (OCCUP) est comprise afin de voir si la taille relative de l'administration influe sur l'incidence de la formation. Il ressort de sondages menés auprès des employés que les professionnels ont plus de chances de recevoir une formation. Il s'agit de savoir si une entreprise dans laquelle un plus grand pourcentage d'employés fait partie de l'administration a plus de chances d'avoir un programme de formation.

Enfin, des variables binaires sont utilisées pour connaître les effets sectoriels et les effets régionaux. Les industries sont divisées en huit grands secteurs. Les dix provinces du Canada sont groupées en cinq grandes régions.

ANALYSE À PLUSIEURS VARIABLES

IL EXISTE UNE CORRÉLATION ÉTROITE entre toutes ces variables et l'incidence de la formation. En conséquence, nous procédons à une analyse à plusieurs variables pour différencier les entreprises qui dispensent une formation de celles qui ne le font pas. Étant donné la nature dichotomique de la variable dépendante, l'incidence de la formation est calculée à partir d'un modèle de probits. (Les résultats de l'analyse à plusieurs variables sont présentés au tableau 6.)

L'innovation influe beaucoup sur l'incidence de la formation. Tous les composants principaux, à l'exception de PASINOV, ont des coefficients positifs et significatifs tant pour l'équation qui utilise la formation comme un tout que pour la formation non structurée analysée séparément. Malgré les différences entre les prototypes d'entreprise représentés par chacun de ces composants, la formation structurée et non structurée sont toutes deux associées à l'innovation. Cela confirme l'existence d'une forte complémentarité entre le capital humain qui est créé en dispensant une formation et les autres apports novateurs.

TABLEAU 1

INCIDENCE DE LA FORMATION – MODÈLE DE PROBITS

	Formation quelconque		Formation structurée		Formation non structurée	
	coefficient	erreur-type	coefficient	erreur-type	coefficient	erreur-type
Log du rapport de vraisemblance	495,66	525,46		540,01		
Coordonnées à l'origine	0,2957 ^c	0,0471	-0,1698 ^c	0,0453	-0,2936 ^c	0,0458
Principaux composants de l'innovation						
RDINOV	0,2129 ^c	0,0518	0,1718 ^c	0,0472	0,1100 ^b	0,0456
OUTINOV	0,1428 ^c	0,0483	0,1422 ^c	0,0455	0,1382 ^c	0,0445
GENINOV	0,2414 ^c	0,0720	0,2298 ^c	0,0690	0,1156 ^a	0,0686
PASINOV	0,0735	0,0498	0,0193	0,0480	0,0903 ^a	0,0477
Insistance sur la qualité						
QUAL	0,1574 ^c	0,0563	0,1577 ^c	0,0575	0,1307 ^b	0,0567
TQM	0,1661 ^b	0,0656	0,1570 ^b	0,0651	0,0774	0,0649
Principaux composants des ressources humaines						
HRCOMP	0,1104	0,0684	0,0569	0,0677	0,1299 ^a	0,0679
HRWAG	0,0062	0,0494	0,0437	0,0489	0,0059	0,0490
HRSKL	0,1046 ^b	0,0474	0,0633	0,0472	0,0587	0,0474
Autres facteurs						
SIZE	0,2488 ^c	0,0640	0,1914 ^c	0,0514	0,0555	0,0476
OCCUP	-0,1476 ^c	0,0570	-0,1354 ^b	0,0575	-0,2313 ^c	0,0636
QUEBEC	-0,1824 ^c	0,0483	-0,1399 ^c	0,0481	-0,2127 ^c	0,0495
DYNAM	0,0272	0,0749	0,1042	0,0738	-0,0117	0,0744
TRADIT	0,0603	0,0709	0,0407	0,0699	0,0103	0,0705
MANUF	-0,1496 ^b	0,0764	-0,1238	0,0757	-0,1054	0,0759
OTHER	0,0606	0,0566	0,1273 ^b	0,0553	0,0066	0,0566
DCAPLAB	-0,0404	0,0894	-0,0167	0,0712	-0,0941	0,2127
IMKTLAB	0,0134	0,0437	0,0171	0,0432	0,0565	0,0429
ICAPLAB	-0,0245	0,0437	-0,0385	0,0460	0,0248	0,0430
RETENRT	-0,0475	0,0479	-0,0220	0,0475	0,0160	0,0477
DLABPROD	-0,1079	0,0764	-0,0216	0,0431	-0,1362 ^a	0,0770
Remarques : ^a Significatif au seuil de 10 %.						
^b Significatif au seuil de 5 %.						
^c Significatif au seuil de 1 %.						

Lorsque les variables relatives à l'innovation sont incluses individuellement dans la régression (qui n'est pas présentée ici), bon nombre ont des coefficients positifs nettement supérieurs à zéro. Il apparaît que l'activité de R-D est un aspect de l'innovation qui joue toujours un rôle important. Les coefficients attachés au pourcentage d'investissement consacré à la R-D pour trouver de nouveaux procédés et les dépenses que l'entreprise consent en R-D par rapport à ses concurrents sont positifs et significatifs. D'autres aspects de l'innovation sont importants également. Il y a plus de probabilités que les entreprises qui cherchent davantage à mieux utiliser des matériaux existants et à réduire leurs factures énergétiques dispensent une formation. C'est également le cas des entreprises qui pratiquent une gestion des stocks en flux tendu et qui comptent un pourcentage élevé de travailleurs de la production.

L'importance attachée à la qualité est nettement liée à la formation, tant structurée que non structurée. En outre, la gestion de la qualité totale (GQT) joue un rôle par rapport à l'incidence de la formation structurée et à l'incidence de la formation de façon plus générale. Même si elle n'entre pas dans les composants principaux de l'innovation, il est probable que la note attribuée à la qualité est indirectement liée aux capacités d'innovation de l'entreprise. Pour améliorer la qualité, il faut s'intéresser à des techniques améliorées, à de nouvelles structures organisationnelles et à d'autres activités novatrices. Cependant, il est évident que l'attention portée à la qualité a un effet particulier sur ces variables.

Deux composants principaux des ressources humaines sont liés à la formation structurée. Le premier, soit l'entreprise qui a une stratégie de ressources humaines globale (HRCOMP), a peu d'importance pour la formation non structurée. L'adaptateur de compétences (HRSKL) est nettement lié à l'incidence de la formation dans l'ensemble, mais pas à celle de la formation structurée ou non structurée prises séparément. Cela confirme l'hypothèse selon laquelle l'importance accordée aux ressources humaines, comme à la qualité, a un effet distinct de celui des composants d'innovation reposant sur la R-D et la technologie.

Ce tableau est confirmé lorsque l'on calcule les régressions en utilisant séparément les variables de la main-d'oeuvre, dans leur forme originale (non reprises ici). Si l'on prend en compte la variable qui mesure l'importance que l'entreprise accorde à des régimes de rémunération novateurs avec les variables relatives aux compétences de la main-d'oeuvre, son coefficient est positif et significatif dans l'équation de la formation structurée. Les deux variables qui mesurent l'importance des compétences de la main-d'oeuvre pour l'entreprise ont des signes positifs, comme prévu par hypothèse, mais elles ne sont significatives que dans l'équation relative à l'incidence de la formation non structurée. Les deux variables sont très étroitement liées à l'incidence de la formation. Dans l'analyse à plusieurs variables, leur importance disparaît à cause de leur multicollinéarité avec d'autres variables relatives aux ressources humaines et de l'innovation elle-même. Les entreprises novatrices sont celles qui attachent beaucoup d'importance à la main-d'oeuvre qualifiée et qui appliquent des programmes de formation.

Quelques caractéristiques des entreprises ont une importance. La taille de l'entreprise a un coefficient positif et significatif pour la formation structurée ou générale mais pas pour la formation non structurée. Le pourcentage du personnel faisant partie de l'administration (OCCUP) influe négativement sur l'incidence de la formation, tant structurée que non structurée, et l'effet est significatif dans les deux cas⁶.

Bien que des études antérieures aient conclu que certaines mesures de l'évolution technologique sont liées à la décision de dispenser une formation, lorsque nous avons inclus dans celle-ci des mesures de la complexité et de l'évolution technologiques au niveau de l'entreprise, nous n'avons remporté qu'un succès inégal. L'incidence de la croissance du rapport capital-main-d'oeuvre (DCAPLAB) sur la formation est négative, quoique pas significative. Celle de la croissance de la productivité de la main-d'oeuvre (DLABPROD) sur la formation non structurée est faible mais accompagnée d'un coefficient négatif. Les résultats inégaux de ces variables au niveau de l'entreprise, qui contrastent fortement avec les réponses aux composants relatifs à l'innovation, montrent combien il est important de recueillir davantage de mesures globales des activités et des stratégies d'innovation au niveau de l'entreprise.

La rotation des effectifs est une mesure sur laquelle on a insisté ailleurs. Il n'est pas toujours possible d'obtenir des mesures directes de cette rotation, et on utilise souvent des indicateurs supplétifs. Dans la présente étude, le taux de rétention est calculé directement à partir de données administratives qui suivent les travailleurs dans le temps. Bien que l'on connaisse précisément le taux de rotation des effectifs des entreprises, cette variable (RETENRT) n'influe guère, en fait, sur la probabilité qu'une entreprise offre une formation structurée ou non structurée. Il se peut que cela tienne à une incapacité de différencier les effets contradictoires d'une incitation plus importante à dispenser une formation due à une plus grande ancienneté (et donc à un taux de rétention supérieur), par opposition à un besoin plus important de dispenser une formation dû à la fréquence de l'embauche de nouveaux employés (et donc à un taux de rétention moindre).

Une fois examinées les caractéristiques des entreprises et les différences sectorielles, il reste peu de différences notables entre les régions. La seule exception est le Québec, où l'incidence de la formation structurée et non structurée est nettement inférieure à celle des autres régions après que l'on a examiné les caractéristiques et les stratégies des entreprises.

Il existe de grandes différences dans l'intensité de la formation au niveau sectoriel. Plus de 60 p. 100 des entreprises du secteur des services aux entreprises proposent une formation structurée ou non structurée mais, dans le secteur de la construction, seules 40 p. 100 offrent des programmes de formation. Le secteur de la construction est le secteur omis. Après que l'on a pris en compte les caractéristiques des entreprises, les variables binaires de l'industrie sont rarement significatives. La probabilité que les entreprises du secteur manufacturier offrent une formation est nettement moindre, celle que les entreprises des autres

industries (primaires) proposent une formation structurée, plus grande. Il n'y a pas de différences sectorielles importantes pour ce qui est de la formation non structurée.

Si la conclusion selon laquelle les variables indicatrices sectorielles n'ont pas d'importance est intéressante au vu des différences dans l'incidence de la formation, il importe de comprendre qu'il existe sans doute encore des effets sectoriels. Les variables indicatrices sectorielles ne font que vérifier s'il existe un effet de nivellement sur l'incidence de la formation dû aux différences sectorielles, en partant du principe que les relations entre toutes les variables relatives à l'importance accordée aux stratégies sont constantes dans l'ensemble des secteurs. Il est plus probable que l'on rencontre les effets sectoriels dans des différences dans le rapport entre l'importance accordée à des stratégies et la formation, comme nous le verrons dans la partie suivante.

ANALYSE SECTORIELLE

CARACTÉRISTIQUES

L'ANALYSE À PLUSIEURS VARIABLES précédente donne à penser que l'esprit d'innovation et la formation sont étroitement liés dans divers types d'entreprises. Cette partie sert à trois grandes fins. D'abord, en examinant la différence réelle entre les activités de formation dans des entreprises novatrices et non novatrices, elle montre l'importance de l'esprit d'innovation d'une manière que ne peuvent illustrer les coefficients de l'analyse à plusieurs variables portant sur tous les secteurs. Ensuite, elle tient compte des différences dans les trois secteurs à examiner. Enfin, elle permet d'étudier des particularités sectorielles.

Trois grands secteurs sont analysés : le secteur manufacturier, le secteur des services traditionnels et celui des services dynamiques⁷. Le secteur des services traditionnels comprend des industries telles que les points de vente au détail, les services personnels, l'éducation, les services de santé et le logement. Les services dynamiques comprennent les finances, les communications et les services d'intérêt public, l'immobilier, les services de transport, le commerce de gros et les services aux entreprises. Des études antérieures ont relevé des différences notables entre ces secteurs⁸. Les données sur les autres secteurs, la construction et les industries primaires, que l'on a utilisées pour l'analyse générale, étaient insuffisantes pour permettre des analyses sectorielles.

Il est peu probable que les entreprises de différents secteurs prennent les mêmes décisions en matière de formation, parce que le marché sur lequel elles opèrent et la concurrence à laquelle elles font face ne sont pas uniformes. Certaines entreprises feront face à la concurrence avec une plus grande efficacité de la production, tandis que d'autres axeront leurs stratégies sur une plus grande différenciation de leurs produits. Certains secteurs feront reposer leur stratégie d'innovation sur des décisions technologiques, d'autres feront du perfectionnement des ressources humaines l'élément clé de cette stratégie.

TABLEAU 2

EMPLOI, VENTES ET INVESTISSEMENTS PAR BRANCHE D'ACTIVITÉ

Moyenne pour les entreprises	Secteurs		
	Manufacturier	Traditionnel	Dynamique
Nombre d'employés	64,73	41,25	52,19
Chiffre d'affaires en 1991 (milliers \$)	8 321,88	6 603,53	11 424,69
Chiffre d'affaires (milliers \$) par employé	128,56	160,09	218,91
Taux de rétention des employés (%)	75,27	73,68	78,41
Part de l'investissement consacrée à :			
R-D pour la création de produits (%)	18,86	11,83	12,65
R-D pour la création de procédés (%)	5,69	5,31	2,55
Machines et équipement (%)	44,60	21,00	36,41
Installations de production (%)	6,61	3,02	2,57
Expansion des marchés (%)	16,33	32,64	24,42
Formation (%)	5,20	20,56	17,90
Divers (%)	2,72	5,64	3,50
Remarque : Les moyennes ne sont pas pondérées.			

Les différences entre les caractéristiques des entreprises des secteurs considérés sont frappantes, comme on le voit au tableau 2. Le nombre d'employés dans une entreprise moyenne varie considérablement. Les entreprises manufacturières ont, en moyenne, les effectifs les plus nombreux, suivies par celles du secteur des services dynamiques.

Les ventes moyennes par entreprise laissent également apparaître de grandes variations entre les secteurs, puisqu'elles vont de 6,6 millions de dollars par an dans le secteur des services traditionnels à 8,3 millions et 11,4 millions dans le secteur manufacturier et le secteur des services dynamiques, respectivement.

C'est dans le secteur des services dynamiques que le taux de rétention des employés est le plus élevé et dans celui des services traditionnels qu'il l'est le moins.

La part de l'investissement consacrée à divers domaines fonctionnels varie considérablement dans les trois secteurs. Dans le secteur manufacturier, le gros de l'investissement va aux machines et à l'équipement. Les dépenses de formation viennent en queue de liste dans ces entreprises. Inversement, dans le secteur des services traditionnels, les dépenses de formation égalent celles consacrées aux machines et à l'équipement. Quant aux dépenses consenties pour développer les marchés, ce sont les entreprises du secteur des services traditionnels qui en font le plus. Les dépenses d'investissement des entreprises du secteur des services

TABLEAU 3

VARIATION SECTORIELLE DE L'INCIDENCE DE LA FORMATION

Pourcentage d'entreprises proposant	Secteurs		
	Manufacturier	Traditionnel	Dynamique
Une formation quelconque	58,55	60,00	61,97
Une formation structurée	42,76	41,63	51,06
Une formation non structurée	39,14	40,00	43,31

dynamiques sont très comparables à celles du secteur des services traditionnels, encore que l'investissement dans les machines et dans l'équipement y soit légèrement supérieur. C'est dans le secteur manufacturier que le pourcentage de l'investissement consacré à la R-D est le plus élevé.

Ces chiffres de l'investissement illustrent la direction première de l'entreprise et ce sur quoi elle met d'abord l'accent. Les entreprises manufacturières attachent relativement plus d'importance à l'achat de nouveaux équipements. Les entreprises de services, des secteurs traditionnels et dynamiques, attachent relativement plus d'importance aux nouveaux produits, aux nouveaux marchés et à la mise en valeur des ressources humaines.

L'incidence de la formation varie d'un secteur à l'autre. Les entreprises du secteur dynamique sont celles qui dispenseront le plus probablement une formation structurée et non structurée, comme l'indique le tableau 3. Les entreprises du secteur des services traditionnels auront plus tendance à dispenser une formation que celles du secteur manufacturier (encore qu'elles offriront un peu moins de formation structurée).

DIFFÉRENCES ENTRE LES ENTREPRISES NOVATRICES ET NON NOVATRICES

CES TROIS SECTEURS PEUVENT ÊTRE CLASSIFIÉS selon la double taxonomie présentée plus tôt. Les entreprises manufacturières correspondent au prototype d'une entreprise à forte intensité de capital physique. En tant que telles, elles concentrent leurs efforts d'innovation à l'amélioration des procédés de production. Dans le secteur des services traditionnels et dans celui des services dynamiques, qui sont des secteurs à forte intensité de capital humain, la valeur première du produit réside dans son aspect immatériel – le service du travailleur. Les entreprises du secteur des services consacrent une plus grande part de leur investissement à l'amélioration des capacités de leurs travailleurs. De même, ils consacrent beaucoup de ressources au développement des marchés, afin d'affronter la concurrence en y offrant des produits très adaptés.

Cela donne à penser que la différence entre les entreprises plus novatrices et moins novatrices, pour ce qui est de l'importance accordée aux ressources humaines, devrait être plus grande dans le secteur des services que dans le secteur manufacturier. On assimile davantage l'innovation aux compétences de la main-d'oeuvre dans les services que dans la fabrication, où elle est associée à la technologie.

Pour le démontrer, les entreprises de chaque secteur ont été classées en deux catégories, soit novatrices et non novatrices, et les notes attribuées à diverses stratégies en matière de ressources humaines ont été calculées comme l'indique le tableau 4. Les entreprises ont été classées selon les points obtenus pour le premier composant principal de l'innovation (GENINOV). Celles entrant dans la première moitié étaient jugées novatrices et celles entrant dans la seconde moitié, non novatrices. Le principal composant de l'innovation générale a servi de variable de classification, car de toutes les variables relatives à l'innovation, c'est celle qui saisit la plus grande variation.

Dans les trois secteurs, le climat de travail était meilleur dans les entreprises novatrices que dans les entreprises non novatrices. Cependant, les différences entre les deux étaient les plus marquées dans les secteurs des services. Les entreprises novatrices avaient tendance à mieux faire dans les trois secteurs pour ce qui est du niveau de compétence des employés. Cependant, dans le secteur manufacturier, la différence entre les entreprises novatrices et non novatrices était suffisamment minime pour ne pas être significative sur le plan statistique. La différence était notable dans les secteurs des services. En bref, si l'innovation était associée à des ressources humaines supérieures, la relation était la plus forte dans les secteurs des services.

Il n'est guère surprenant que les entreprises bénéficiant d'un climat de travail et de compétences supérieurs aient attribué le crédit de leur contribution à la croissance passée aux compétences de la main-d'oeuvre. Dans les trois secteurs, les entreprises novatrices accordaient plus d'importance à une main-d'oeuvre qualifiée en tant que facteur de la croissance passée que les entreprises non novatrices. Une fois de plus, c'est dans les secteurs des services traditionnels et dynamiques que les différences étaient les plus marquées.

Ce schéma de différences dans la valorisation des ressources humaines par les entreprises novatrices a été confirmé par la valeur qu'elles accordaient aux stratégies en matière de ressources humaines. En effet, elles attribuaient une plus grande valeur à chacune des trois stratégies concernées – formation continue du personnel, régimes de rémunération novateurs et autres moyens de motivation du personnel – que les entreprises non novatrices. Les différences étaient généralement plus importantes dans les secteurs des services. La stratégie relative à la formation continue du personnel était celle où la différence entre les deux groupes d'entreprises était très similaire dans les trois secteurs.

TABEAU 4
STRATÉGIES EN MATIÈRE DE RESSOURCES HUMAINES

	Secteur manufacturier	Services traditionnels	Services dynamiques
Position concurrentielle de l'entreprise par rapport			
au climat de travail			
entreprises novatrices	3,06	2,94	2,85
entreprises non novatrices	2,34	1,86	1,95
écart en %	31 ^c	58 ^c	46 ^c
au degré de compétence des effectifs			
entreprises novatrices	3,43	3,63	3,80
entreprises non novatrices	3,13	3,11	3,02
écart en %	10	17 ^c	26 ^c
Importance			
de la compétence de la main-d'oeuvre pour l'expansion			
entreprises novatrices	3,06	3,21	3,21
entreprises non novatrices	2,61	2,01	2,13
écart en %	17 ^b	57 ^c	51 ^c
de la formation continue du personnel			
entreprises novatrices	3,40	3,45	3,43
entreprises non novatrices	2,13	1,89	2,09
écart en %	60 ^c	84 ^c	63 ^c
d'un régime de rémunération novateur			
entreprises novatrices	2,91	2,93	2,96
entreprises non novatrices	1,56	1,22	1,50
écart en %	87 ^c	140 ^c	97 ^c
des autres moyens de motiver le personnel			
entreprises novatrices	3,53	3,73	3,58
entreprises non novatrices	2,36	1,98	2,23
écart en %	50 ^c	88 ^c	6 ^c
Remarques : ^a Significatif au seuil de 10 %.			
^b Significatif au seuil de 5 %.			
^c Significatif au seuil de 1 %.			

Par conséquent, les entreprises novatrices avaient tendance à mettre davantage l'accent sur les ressources humaines que les entreprises non novatrices. Le rapport entre l'innovation et les ressources humaines était plus marqué dans les secteurs des services traditionnels et dynamiques que dans le secteur manufacturier. La seule exception était la perception que l'entreprise avait de l'importance de la formation continue du personnel. La volonté d'assurer une formation continue était aussi étroitement liée à l'innovation dans le secteur manufacturier que dans les secteurs des services. Cela donne à penser que, dans le secteur manufacturier, la

formation découle de la stratégie en matière technologique, et qu'elle est essentielle à la réussite dans celui des services. Les données relatives aux différences dans l'incidence de la formation corroborent cette hypothèse, comme le montre le tableau 5.

Dans les entreprises novatrices, l'incidence de la formation était beaucoup plus forte. Cela valait dans les trois secteurs, pour la formation structurée, la formation non structurée ou l'un ou l'autre des types de formation. Entre 74 p. 100 et 77 p. 100 des entreprises novatrices offraient une formation structurée ou non structurée. À l'opposé, moins de 50 p. 100 des entreprises non novatrices proposaient un type de formation ou l'autre. La différence dans l'incidence de la formation entre les entreprises novatrices et non novatrices était la plus forte dans le secteur manufacturier. Quelque 61 p. 100 des entreprises manufacturières novatrices proposaient une formation structurée; seules 24 p. 100 des entreprises manufacturières non novatrices en faisaient de même. Le taux dans le groupe innovateur était plus de 150 p. 100 de celui du groupe non innovateur.

La croissance du rapport capital-main-d'oeuvre figure également au tableau 5 afin d'indiquer si des changements dans l'intensité de capital distinguent les stratégies novatrices des stratégies non novatrices. Tous les secteurs affichaient une croissance du rapport capital-main-d'oeuvre. Mais il existait des différences dans les résultats des groupes novateurs et non novateurs. Dans le secteur manufacturier, le groupe novateur enregistrait une plus forte augmentation de son intensité de capital que le groupe non novateur. Dans le secteur des services, il n'y avait aucune différence dans les changements d'intensité de capital entre les groupes d'entreprises novatrices et non novatrices.

Si les entreprises manufacturières novatrices attribuaient plus de valeur aux ressources humaines que les entreprises non novatrices, les différences en ce qui concerne l'incidence de la formation et la croissance du rapport capital-main-d'oeuvre étaient plus importantes et plus significatives. Pour les entreprises manufacturières, l'innovation était associée à une intensité de capital croissante et à davantage de formation.

Dans le secteur des services traditionnels, les entreprises novatrices ne se distinguaient pas des entreprises non novatrices par des différences de croissance du capital par travailleur. L'innovation était associée à une plus grande probabilité de formation, tant structurée que non structurée. Donc, l'innovation dans le secteur des services traditionnels reposait plus sur l'augmentation du capital humain de l'entreprise que sur celle de son capital physique. La tendance accrue des entreprises novatrices du secteur des services traditionnels à dispenser une formation peut tenir au fait qu'elles mettent plus l'accent sur les ressources humaines en tant qu'objectif même.

Les entreprises du secteur des services dynamiques ressemblaient à celles du secteur des services traditionnels en ceci qu'elles se caractérisaient par une forte intensité de capital et que l'innovation ne s'accompagnait pas d'un rapport capital-main-d'oeuvre plus élevé. Comme celles du secteur des services traditionnels, les

entreprises novatrices adoptaient une approche équilibrée par rapport aux ressources humaines. Comparé aux entreprises non novatrices, le climat de travail y était supérieur et les compétences de la main-d'œuvre, meilleures que chez leurs concurrents. En outre, elles attribuaient à ces compétences de la main-d'œuvre une plus grande part de la contribution à la croissance passée que les entreprises non novatrices. L'innovation s'accompagnait d'une probabilité particulièrement élevée de dispenser une formation structurée. Toutefois, la différence dans la formation non structurée était moins grande que dans les services traditionnels. Le secteur des services traditionnels, qui comprend le secteur de la vente au détail, a un taux de rotation des effectifs élevé et, par conséquent, besoin de plus de formation non structurée.

ANALYSE SECTORIELLE À PLUSIEURS VARIABLES

TABEAU 5			
ACTIVITÉS LIÉES À LA TECHNOLOGIE ET AUX RESSOURCES HUMAINES			
	Secteur manufacturier	Services traditionnels	Services dynamiques
Activités liées à la technologie			
Croissance du rapport capital-main-d'œuvre en pour cent (1984 à 1988)			
entreprises novatrices	54,30	50,58	24,50
entreprises non novatrices	29,02	47,09	37,68
écart en %	87 ^a	7	-35
Activités liées aux ressources humaines			
Formation-pourcentage d'entreprises offrant une formation quelconque			
entreprises novatrices	76,97	73,98	75,35
entreprises non novatrices	40,13	45,90	48,59
écart en %	92 ^c	62 ^c	55 ^c
Formation structurée			
entreprises novatrices	61,18	53,66	66,90
entreprises non novatrices	24,34	29,51	35,21
écart en %	151 ^c	82 ^c	90 ^c
Formation non structurée			
entreprises novatrices	49,34	51,22	49,30
entreprises non novatrices	28,95	28,69	37,30
écart en %	70 ^c	79 ^c	32 ^c
Remarques : ^a Significatif au seuil de 10 %.			
^b Significatif au seuil de 5 %.			
^c Significatif au seuil de 1 %.			

LES DIFFÉRENCES SECTORIELLES DONNENT à penser que les facteurs déterminants de la formation varient en importance dans les trois secteurs. Une analyse par la méthode des probits a été utilisée pour étudier ces différences, comme le montre le tableau 6. Le modèle élaboré auparavant pour toutes les industries a été appliqué à chacun des trois secteurs.

Le coefficient constamment positif attaché à tous les principaux composants de l'innovation dans les trois secteurs a confirmé l'importance de l'innovation. Le composant de l'innovation générale (GENINOV) était important dans le secteur manufacturier et dans le secteur des services dynamiques, où les stratégies d'innovation fondées sur la technologie sont essentielles. Il n'était pas important dans le secteur des services traditionnels. Les stratégies d'innovation reposant sur la R-D étaient elles aussi importantes dans le secteur manufacturier et dans le secteur des services dynamiques, deux secteurs dans lesquels la R-D est plus importante.

L'accent mis sur la qualité avait une incidence distincte et importante sur la formation dans les secteurs des services traditionnels et dynamiques. Dans le premier, c'était l'accent sur la variable de la qualité générale (qui représente la qualité des produits, le service à la clientèle et la gamme de produits de l'entreprise par rapport à ceux des concurrents) qui importait, tandis que dans le second, c'était la philosophie de la GQT la volonté d'améliorer continuellement la qualité grâce à des améliorations constantes de tous les facteurs de production, dont la main-d'oeuvre. Aucune des variables relatives à la qualité n'était un facteur déterminant de l'innovation dans le secteur manufacturier. Cela indiquait que la qualité était un composant plus distinctif de l'innovation (c.-à-d. distinct de la technologie et de la R-D) dans le secteur des services que dans le secteur manufacturier.

L'estimation par la méthode des probits a confirmé la différence dans l'importance séparée des stratégies en matière de ressources humaines dans le secteur des services. L'accent mis sur les ressources humaines était très lié à la formation dans les services traditionnels et dynamiques, mais pas dans le secteur manufacturier. Donc, l'innovation technologique dans le secteur des services dynamiques était complétée par l'innovation sous forme de progrès dans le capital humain, en quoi toutes deux sont des facteurs déterminants de la formation. L'innovation dans le secteur des services traditionnels est presque uniquement liée aux stratégies en matière de ressources humaines et à la qualité, puisque ce sont elles qui influent sur la décision de dispenser une formation.

Ces observations sont renforcées par le fait que le coefficient attaché à la croissance du rapport capital-main-d'oeuvre était positif et significatif dans le secteur manufacturier, mais pas dans les deux secteurs de services. Les entreprises manufacturières se caractérisent principalement par une forte intensité de capital physique, et elles prennent leurs décisions relatives à la formation parallèlement à celles qui touchent au capital. Inversement, les entreprises de services se caractérisent par une forte intensité de capital humain et elles mettent l'accent sur les décisions relatives au capital humain.

Si le taux de rétention avait un effet ambigu sur la formation dans

TABLEAU 6
**ANALYSE DE L'INCIDENCE DE LA FORMATION AU NIVEAU SECTORIEL
PAR LA MÉTHODE DES PROBITS**

	Secteur manufacturier		Services traditionnels		Services dynamiques	
	coefficient	erreur-type	coefficient	erreur-type	coefficient	erreur-type
Log du rapport de vraisemblance	140,61		106,77		119,86	
Coordonnées à l'origine	0,3402 ^c	0,0923	0,3641 ^c	0,1094	0,4994 ^c	0,1053
Principaux composants de l'innovation						
RDINOV	0,0626	0,0921	0,1210	0,1146	0,4403 ^c	0,1214
OUTINOV	0,1617 ^a	0,0901	0,1546	0,1049	0,1375	0,1123
GENINOV	0,3073 ^b	0,1366	0,0384	0,1474	0,2984 ^b	0,1406
PASINOV	0,1348	0,0976	0,0236	0,1091	0,3039 ^c	0,1035
Insistance sur la qualité						
QUAL	0,1374	0,1045	0,2943 ^b	0,1375	0,1365	0,1152
TQM	0,1023	0,1178	0,1848	0,1418	0,2919 ^b	0,1343
Principaux composants des ressources humaines						
HRCOMP	0,1178	0,1355	0,3641 ^b	0,1528	-0,1077	0,1394
HRWAG	0,0813	0,0953	0,0271	0,1145	0,0333	0,1025
HRSKL	0,0409	0,0963	0,1086	0,1041	0,2860 ^c	0,0978
Autres facteurs						
SIZE	0,1081	0,1128	0,6024 ^c	0,2130	0,4924 ^c	0,1888
OCCUP	-0,2796 ^c	0,1023	0,1237	0,1224	-0,1757	0,1189
QUEBEC	-0,2215 ^b	0,0953	-0,2600 ^b	0,1083	-0,3442 ^c	0,1057
DCAPLAB	0,2495 ^b	0,1129	-0,1391	0,1019	0,1201	0,1080
IMKTLAB	0,3573 ^a	0,2121	0,1277	0,1452	-0,1468	0,1312
DICAPLAB	-0,0522	0,0849	-0,0488	0,1073	0,0549	0,0880
RETENRT	0,0878	0,0916	-0,1918 ^b	0,1108	-0,0305	0,0972
DLABPROD	-0,0613	0,0845	0,0453	0,1310	-0,1810	0,1662

 Remarques : ^a Significatif au seuil de 10 %.

^b Significatif au seuil de 5 %.

^c Significatif au seuil de 1 %.

Les variables indépendantes ont été normalisées en fonction d'une moyenne nulle et d'un écart-type de 1.

l'étude générale, l'analyse sectorielle par la méthode des probits a pour sa part révélé des différences sectorielles dans la relation. Dans le secteur manufacturier, un taux de rétention plus élevé était étroitement lié à une plus forte incidence de la formation, bien que la relation n'ait pas été importante. Dans le secteur des services traditionnels, un taux de rétention plus faible stimulait beaucoup plus la formation.

Dans tous les secteurs, il y avait une corrélation positive entre la formation et la taille de l'entreprise, mais l'effet n'était significatif que dans les secteurs des services traditionnels et dynamiques.

CONCLUSION

LES ENTREPRISES TENTENT DIVERSES STRATÉGIES pour mieux se placer que leurs concurrents. Elles cherchent surtout à offrir des produits et des services de meilleure qualité et à les produire à moindre coût, et ce, en innovant dans leurs produits et dans leurs procédés. Les employés doivent acquérir de nouvelles compétences pour que les entreprises puissent mettre au point de nouveaux produits et adopter de nouveaux procédés dans le milieu de travail. En conséquence, la formation est une partie concomitante du processus d'innovation. Dans les industries à forte intensité de capital, l'innovation prend généralement la forme de la mise au point et de l'adoption de nouvelles techniques. Donc, les entreprises doivent former leurs travailleurs dans ces deux domaines. Dans les industries à forte intensité de capital humain, l'innovation prend nécessairement la forme du perfectionnement de ce capital.

Les données relatives aux entreprises présentées dans le présent article corroborent la relation hypothétique entre l'innovation et la formation. Bien des dimensions de l'esprit d'innovation et de l'intensité technologique d'une entreprise influent sur la formation. Il est plus probable que les quatre prototypes novateurs – l'innovateur général (GENINOV), l'adaptateur passif (PASINOV), l'innovateur axé sur la R-D (RDINOV) et l'innovateur tourné vers l'extérieur (OUTINOV) – aient mis en place un programme de formation. Plusieurs dimensions des stratégies en matière de ressources humaines et des stratégies relatives à la qualité, qui sont très complémentaires de l'innovation technologique ou qui constituent elles-mêmes une forme d'innovation, sont également liées à la formation.

La relation entre l'innovation et la formation dépend de la nature des activités de l'entreprise. Dans les industries manufacturières, où la stratégie d'investissement est fortement concentrée sur l'usine et sur l'équipement, l'innovation repose sur les stratégies et activités relatives à la technologie et à la R-D. Une formation y est nécessaire pour élaborer ces nouvelles techniques et pour permettre aux travailleurs de les utiliser. Si les stratégies relatives aux ressources

humaines et à la qualité sont importantes, c'est en tant que résultat de la stratégie d'innovation technologique et d'innovation liée à la R-D. Dans la présente étude, elles n'ont pas d'effet indépendant sur la formation.

Dans le secteur des services dynamiques, qui se caractérise essentiellement par une forte intensité de capital humain, les trois éléments de l'innovation sont importants. Améliorations des compétences de la main-d'oeuvre, technologie et stratégies en matière de qualité sont toutes suffisamment importantes en elles-mêmes pour avoir chacune des effets très positifs sur la formation.

Dans le secteur des services traditionnels, la stratégie d'innovation est uniquement représentée par les stratégies en matière de ressources humaines et par les stratégies relatives à la qualité. En mettant l'accent sur les unes ou sur les autres, l'entreprise est également incitée à offrir davantage de formation. Le taux de rotation plus élevé dans ces industries rend la formation non structurée tout aussi importante que la formation structurée.

Les résultats présentés ici soulignent l'importance de l'entreprise et de l'environnement sectoriel dans la décision de dispenser une formation. Des programmes de formation ne seront pas aussi utiles à toutes les entreprises. Celles qui seront le plus réceptives à des politiques de formation sont celles où il existe déjà des compétences en matière d'innovation, de ressources humaines et de gestion de la qualité. En conséquence, les politiques qui visent à stimuler les compléments de la formation – innovation et souci de la qualité – auront autant de chances de réussir à encourager les entreprises à dispenser une formation. Cependant, si l'on se concentre uniquement sur une politique d'innovation ou de formation, sans tenir compte des liens entre les deux, on risque d'avoir des incidences moindres que si l'on adopte une démarche coordonnée qui reconnaît les complémentarités des deux pour l'entreprise.

ANNEXE A

VARIABLES RELATIVES À L'INNOVATION

LES 24 VARIABLES DE L'INNOVATION peuvent se classer en cinq groupes. Celles du premier groupe mesurent divers aspects de l'importance de la recherche et du développement.

RDGWTH	La note attribuée à la R-D en tant que facteur contribuant à la croissance.
RDCOMP	La mesure dans laquelle une entreprise surpasse ses concurrents dans les dépenses de R-D.
RDPROD	Le pourcentage de l'investissement total consacré à la R-D pour trouver de nouveaux produits.
RDPROC	Le pourcentage de l'investissement total consacré à la R-D pour mettre au point de nouveaux procédés.

Le deuxième groupe mesure la complexité technologique. Il s'agit de l'ordre d'importance que l'entreprise accorde aux trois variables.

TECHGWTH	La capacité technologique en tant que facteur expliquant la croissance.
TECHOTH	L'adoption de techniques mises au point par d'autres.
TECHNEW	La mise au point de nouvelles techniques.

Les variables du troisième groupe mesurent la source d'innovations pour une entreprise et montrent si celle-ci est tournée vers l'extérieur ou refermée sur elle-même et si elle est décidée à utiliser des informations confidentielles ou pas. Les réponses à ces questions révèlent l'ordre d'importance que les entreprises accordent aux sources d'innovation suivantes.

SIMKT	Le marketing.
SICDNPAT	Les brevets canadiens.
SIFORPAT	Les brevets étrangers.
SIRD	L'unité de R-D.
SICUST	Les clients.
SISUP	Les fournisseurs.
SIMANAG	Les gestionnaires.
SIPAR	La société mère ou des filiales.
SIGOVT	Des contrats avec le gouvernement.
SICOMP	Les concurrents.
SIOther	Autre.

Le quatrième groupe évalue la stratégie suivie pour améliorer l'efficacité des intrants. Il s'agit de l'ordre d'importance choisi par l'entreprise aux variables suivantes.

CSTEN	La réduction des factures énergétiques.
CSTLAB	La réduction des coûts de la main-d'oeuvre.
CSTMAT	Une meilleure utilisation de matériaux existants.
NEWMAT	L'utilisation de nouveaux matériaux.

Le cinquième groupe évalue la stratégie suivie pour améliorer les pratiques de gestion. Il s'agit de l'ordre d'importance choisi par l'entreprise pour les deux variables.

JIT	La gestion des stocks en flux tendu.
PCONT	La maîtrise des procédés.

VARIABLES RELATIVES À LA QUALITÉ

L'IMPORTANCE DE LA QUALITÉ est représentée par les notes que les entreprises attribuent aux variables suivantes.

GQT	L'importance attachée à la gestion de la qualité totale.
QUALPROD	La mesure dans laquelle les entreprises se classent elles-mêmes devant leurs concurrents sur le plan de la qualité des produits.
CUSTSERV	La mesure dans laquelle les entreprises se classent elles-mêmes devant leurs concurrents en ce qui concerne le service à la clientèle.
RANGPROD	La mesure dans laquelle les entreprises se classent elles-mêmes devant leurs concurrents pour ce qui est de la gamme de produits.

VARIABLES RELATIVES AUX RESSOURCES HUMAINES

LES NOTES ATTRIBUÉES PAR L'ENTREPRISE à ces variables montrent si elle apprécie l'importance des compétences de la main-d'oeuvre et si elle attache de l'importance aux stratégies en matière de ressources humaines.

GWTHSKL	La main-d'oeuvre qualifiée en tant que facteur de croissance.
COMPSKL	Les niveaux de compétence de ses employés par rapport à ceux de ses concurrents.
LABCL	Le climat de travail de l'entreprise comparé à celui des concurrents.

COMPENS	L'utilisation de régimes de rémunération novateurs.
MANREM	Des programmes de rémunération des gestionnaires.
TRAIN	L'accent mis sur les programmes de formation continue.
GOVT	La valeur accordée à l'aide publique aux programmes de formation.

VARIABLES INDICATRICES SECTORIELLES

DYNAM	Les services dynamiques : finances, communications, services d'intérêt public, immobilier, services de transport, services aux entreprises, et commerce de gros et de distribution.
TRADIT	Les services traditionnels : points de vente au détail, éducation, services de santé, logement et services personnels.
MANU	Le secteur manufacturier.
OTHER	Le secteur primaire.

AUTRES VARIABLES

VOICI D'AUTRES variables explicatives.

SIZE	La taille de l'entreprise par rapport au nombre d'employés en 1991.
SALES	Les ventes de l'entreprise en 1991.
TURN	Le taux de rotation des effectifs calculé en tant que pourcentage des employés présents dans l'entreprise durant l'année t et encore présents dans l'entreprise durant l'année t+1 – taux calculé en valeur moyenne pour 1986-1987, 1987-1988 et 1988-1989.
GROWTH	Le taux de changement de la taille de l'entreprise (emplois) entre 1984 et 1988.
ICAPLAB	L'investissement dans la machinerie par rapport au ratio de main-d'oeuvre de l'entreprise en 1991.
IMKTLAB	L'investissement dans le développement des marchés par rapport au ratio de main-d'oeuvre de l'entreprise en 1991.
DCAPLAB	L'évolution du rapport capital-main-d'oeuvre entre 1984 et 1988.
DLABPROD	L'évolution de la productivité de la main-d'oeuvre de l'entreprise entre 1984 et 1988 par rapport à l'industrie.
OCCUP	La structure professionnelle mesurée en pourcentage des emplois que représentent les gestionnaires.

TABLEAU 7

POIDS DES PRINCIPAUX COMPOSANTS DE L'INNOVATION

Variable	Poids			
	GENINOV	PASINOV	RDINOV	OUTINOV
RDPROD	0,08	-0,02	0,35	0,26
RDPROC	0,07	0,05	0,21	0,18
RDCOMP	0,17	-0,04	0,33	0,26
RDGWTH	0,20	-0,06	0,35	0,22
TECHGWTH	0,22	-0,14	0,06	0,09
TECHNEW	0,25	-0,11	0,21	0,01
TECHOTH	0,22	-0,14	0,01	0,07
NEWMAT	0,26	-0,26	-0,02	-0,14
CSTMAT	0,26	-0,29	-0,09	-0,14
CSTLAB	0,25	-0,27	-0,14	-0,14
CSTEN	0,22	-0,28	-0,20	-0,17
JIT	0,20	-0,15	-0,09	-0,13
PCONT	0,25	-0,18	0,00	-0,02
SIMKT	0,25	0,25	-0,05	0,19
SIMANAG	0,24	0,27	-0,14	0,20
SIPAR	0,12	0,28	0,08	-0,28
SICDNPAT	0,16	0,30	0,21	-0,46
SIFORPAT	0,17	0,25	0,28	-0,46
SIGOV	0,16	0,24	-0,09	-0,09
SICUST	0,24	0,29	-0,25	0,17
SIRD	0,22	0,09	0,23	0,11
SICOMP	0,21	0,18	-0,32	0,16
SISUP	0,22	0,16	-0,31	0,11
SIOOTHER	0,01	0,04	0,01	0,05

TABLEAU 8

POIDS DES PRINCIPAUX COMPOSANTS DES RESSOURCES HUMAINES

Variable	Poids		
	HRCOMP	HRWAG	HRSKL
LABCL	0,38	-0,52	-0,51
COMPSKL	0,39	-0,54	0,01
GRWTHSKL	0,43	-0,13	0,82
MANREM	0,49	0,50	-0,23
COMPENS	0,52	0,42	-0,10

NOTES

- 1 Voir Conseil économique du Canada, 1991, p. 141-142 pour un résumé des résultats de l'incidence de la formation tirés d'autres enquêtes canadiennes. L'Enquête nationale de 1991 sur la formation réalisée pour le Centre canadien du marché du travail et de la productivité concluait qu'environ la moitié des entreprises consacraient directement des fonds à une formation structurée de leurs employés.
- 2 Il est possible de s'en procurer un exemplaire en communiquant avec l'auteur, à la Direction des analyses micro-économiques de Statistique Canada.
- 3 Bien que l'enquête n'ait porté que sur des entreprises en expansion, les caractéristiques de la formation, l'intensité de la R-D et la répartition professionnelle des entreprises de l'échantillon étaient généralement représentatives de la population dans son ensemble.
- 4 Dans une étude antérieure, Baldwin et Johnson (1994) examinaient les facteurs déterminant l'incidence et l'intensité de la formation (nombre d'employés formés et dépenses de formation par employé). Les stratégies et autres activités de l'entreprise influençaient beaucoup sur la décision initiale de dispenser une formation. Cependant, une fois la décision prise, le nombre des employés formés dépendait essentiellement des effectifs de l'entreprise, et les dépenses de formation, tout simplement du nombre d'employés formés. En conséquence, la présente étude ne passera en revue que les facteurs influant sur l'incidence de la formation.
- 5 Simpson (1984) utilisait un taux de rotation calculé à partir des réponses données par des directeurs du personnel, tandis que Bartel (1992) se servait de l'ancienneté moyenne pour connaître les effets de la rotation. Il est à noter qu'un problème simultané s'ajoute au problème de quantification que pose l'examen de la relation entre la rotation des effectifs et la formation. Une rotation plus importante augmente le besoin de formation et une plus grande ancienneté laisse supposer plus d'avantages, mais il se peut que le lien de causalité fonctionne aussi inversement. Les entreprises qui ne proposent aucune formation risquent d'avoir une main-d'œuvre insatisfaite et, en conséquence, un taux de rotation plus élevé. Les auteurs estiment que ce problème est minime.
- 6 Il s'agit d'un résultat intéressant, étant donné notamment les conclusions antérieures selon lesquelles les gestionnaires ont moins de chances de recevoir une formation que les employés des autres catégories professionnelles (Hum et Simpson, 1993). Ce résultat tient peut-être en partie à l'effet de la taille de l'entreprise - il est typique que les gestionnaires représentent un plus grand pourcentage du personnel dans les entreprises de plus petite taille, et il est moins probable que ces entreprises dispensent une formation à leurs employés. Toutefois, on ne peut attribuer tout l'effet à la taille de l'entreprise, car les variables relatives à celle-ci et aux professions sont importantes. Ce point mérite d'être étudié de plus près sur un échantillon plus nombreux, afin de pouvoir examiner les effets sectoriels possibles.
- 7 Au total, 433 entreprises manufacturières ont répondu au sondage, ce qui donne un taux de réponse de 72,7 p. 100. Dans le secteur des services traditionnels, 344 entreprises ont répondu, soit 67,7 p. 100, et dans le secteur des services dynamiques, 411 ont répondu, soit 55,8 p. 100.
- 8 Le Conseil économique du Canada (1991) a relevé plusieurs différences sectorielles dans la composition des ressources humaines et dans les stratégies les visant. Près des trois quarts des travailleurs du secteur manufacturier étaient des ouvriers, comparé à tout juste 15 p. 100 dans le secteur des services (p. 104). Si les taux de salaire étaient plus favorables dans le secteur manufacturier que dans celui des services traditionnels, ils étaient plus élevés dans

celui des services dynamiques (p. 158). La croissance de l'emploi de 1974 à 1989 était similaire dans les secteurs des services traditionnels et dynamiques, chacun contribuant à un tiers environ de la croissance totale de l'emploi au Canada. Inversement, le secteur manufacturier n'entraîne que pour quelque 5 p. 100 dans la croissance de l'emploi au cours de la même période (p. 177).

BIBLIOGRAPHIE

- Anderson, Andy B., Alexander Basilevsky et Derek P. J. Hum. «Measurement: Theory and Techniques.» *Handbook of Survey Research*. Ed. Peter H. Rossi, James D. Wright et Andy B. Anderson. New York : Academic Press, 1983.
- Baldwin, J. R., W. Chandler, C. Le et T. Papailiadis. *Stratégies de recherche*. Catalogue 61-523F. Ottawa : Statistique Canada, 1994.
- Baldwin, J. R. et Joanne Johnson. «Développement du capital humain et innovation : la formation dans les petites et moyennes entreprises.» Statistique Canada, Séries de documents de recherche, n° 74. Ottawa, 1995.
- Bartel, A. P. «Employee Training Programs in US Businesses.» *Market Failure in Training? New Economic Analyses and Evidence on Training of Adult Employees*. Ed. D. Stern et J. Ritzen. Springer-Verlag, 1991.
- Bartel, A. P. «Training, Wage Growth and Job Performance: Evidence from a Company Database.» National Bureau of Economic Research Working Paper No. 4027, 1992.
- Bartel, A. P. et F. Lichtenberg. «The Comparative Advantage of Educated Workers in Implementing New Technology.» *The Review of Economics and Statistics*. (Février 1987).
- Betcherman, G. «Are Firms Underinvesting in Training?» *Canadian Business Economics*. 1, (1992) : 25-33.
- Betcherman, G. «Inside the Black Box: Human Resource Management and the Labour Market.» Document préparé pour le volume de la série C.D. Howe, intitulé *The Social Policy Challenge*, portant sur le marché du travail. Deuxième ébauche, 1994.
- Centre canadien du marché du travail et de la productivité. *Sondage national de 1991 sur la formation*. Ottawa, 1993.
- Conseil économique du Canada. *Tertiarisation et polarisation de l'emploi*. Ottawa : Approvisionnement et Services Canada, 1991.
- Doeringer, P. et M. Piore. *Internal Labour Markets and Manpower Analysis*. Lexington, MA : D.C. Heath, 1971.
- Gunderson, M. «The Case for Government-Supported Training Programs.» *Relations Industrielles*. 29, (1974) : 709-725.
- Hashimoto, M. «Bonus Payments, On-the-Job Training, and Life-Time Employment in Japan.» *Journal of Political Economy*. (1979) : 1086-1104.
- Hum, D. et W. Simpson. «Which Employers Train? Sectoral Evidence on Employer-Based Training in Canada.» Document non-publié préparé pour *Emploi et Immigration Canada*, 1993.
- Lillard, L. et H. Tan. «Training: Who Gets It and What Are Its Effects.» Rand Corp. R-331-DOI, mars 1986.
- Mincer, J. «Human Capital Responses to Technological Change in the Labor Market.» National Bureau of Economic Research Working Paper No. 3207, 1989.

- Mowery, David C. et Nathan Rosenberg. *Technology and the pursuit of economic growth*. Cambridge : Cambridge University Press, 1989.
- Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE). «La formation assurée par les entreprises.» *OCDE Perspectives de l'emploi*. Paris : OCDE, 1991, p. 143-189.
- Picot, G. «The Participation in Training by Women, the Unemployed, and the Educationally Disadvantaged.» Direction des études analytiques, Statistique Canada, *Document de recherche* n° 24, 1986.
- Simpson, W. «An Econometric Analysis of Industrial Training in Canada.» *The Journal of Human Resources*. (1984) : p. 435-451.
- Simpson, W., R. Sproule et D. Hum. «Specification of on-the-job training incidence.» Document non-publié, 1993.
- Statistique Canada. *Résultats de l'enquête sur le développement des ressources humaines*, 1987. Catalogue 81-574F. Ottawa : Statistique Canada, 1990.

Commentaires

Lewis Alexander

Département du Commerce des États-Unis

Ces deux dernières années, j'ai eu l'occasion de participer aux discussions du Groupe des Sept et de l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE) sur les interactions entre la technologie, le rendement des entreprises et l'emploi. À mon avis, l'utilisation de données venant des entreprises parallèlement aux données des enquêtes sur l'exploitation de la technologie et l'innovation est l'approche empirique la plus prometteuse pour nous aider à mieux comprendre des relations d'une telle importance pour l'élaboration des politiques. John Baldwin et ses collègues de Statistique Canada font figure de pionniers en la matière. Ils ont publié une longue série d'études très intéressantes sur la dynamique de la concurrence des industries canadiennes et le rôle que jouent la technologie et l'innovation à cet égard. Leur nouvel article constitue une autre contribution à la documentation de plus en plus abondante sur la question.

Après la tendance à la baisse qui a marqué une grande partie de l'après-guerre, le salaire des travailleurs spécialisés a connu une hausse par rapport à celui de la main-d'oeuvre non spécialisée au cours des 15 à 20 dernières années. L'origine de cet écart est mal comprise. Maints auteurs sont parvenus à la conclusion qu'on le doit notamment à un virage technologique biaisé par les compétences, facteur qu'ils qualifient d'important, sinon de capital. Peu de chercheurs ont néanmoins fourni des preuves directes étayant cette explication. Krueger (1993) et Entorf et Kramarz (1995) ont montré que les travailleurs qui se servent d'un ordinateur

gagnent davantage, même quand on tient compte des autres caractéristiques des travailleurs. De leur côté, Doins, Dunne et Troske (1995) ont constaté que les établissements qui font appel à un plus grand nombre de technologies avancées proposent des salaires plus élevés, même après élimination des caractéristiques propres à l'établissement et à son effectif. Baldwin et Johnson relient l'activité poursuivie au niveau de l'innovation à la demande de formation en montrant que les petites et moyennes entreprises efficaces qui misent davantage sur l'innovation offrent aussi plus de possibilités de formation. Il s'agit d'une autre preuve appuyant l'hypothèse d'un virage technologique biaisé par les compétences. Une telle approche s'avère particulièrement intéressante car elle ne repose pas sur le salaire. Beaucoup de pays industrialisés, ceux d'Europe surtout, n'ont pas connu la hausse salariale observée pour la main-d'oeuvre spécialisée aux États-Unis, peut-être parce que les institutions qui fixent la rémunération des travailleurs se comportent différemment. Des résultats similaires à ceux de Baldwin et Johnson, mais pour d'autres pays, en particulier ceux où la hausse du salaire des travailleurs spécialisés ne s'est pas matérialisée, apporteraient beaucoup à la confirmation de cette théorie.

Les résultats présentés dans l'article ont d'autres utilités. La recherche empirique poursuivie au Canada et dans d'autres pays industrialisés montre qu'il existe plus d'une explication au succès de certaines entreprises. Les sociétés prospères semblent recourir à un jeu complexe de stratégies. Baldwin et Johnson émettent l'hypothèse que l'innovation et la formation se complètent dans ce jeu de stratégies.

L'article s'inspire des données de l'enquête de Statistique Canada sur les petites et moyennes entreprises en croissance (PMEC). Cette enquête, effectuée en 1992, portait sur une série de petites et moyennes entreprises (sociétés comptant moins de 500 employés et un actif inférieur à 100 millions de dollars en 1984) nées durant la deuxième moitié des années 80. Les entreprises avaient été sélectionnées dans un panel couvrant les années 1984 et 1988. Les résultats de la PMEC ont une grande valeur, car ils nous renseignent sur maintes caractéristiques des entreprises, notamment les méthodes de gestion, l'innovation, la formation, le financement, le marketing, les exportations et l'aide publique. Les réponses de l'enquête ont été couplées à d'autres données sur le rendement de l'entreprise. L'ampleur des données recueillies nous permet d'analyser les interactions entre une multitude de facteurs susceptibles d'affecter le rendement de l'entreprise.

L'enquête soulève toutefois un problème. En effet, il se pourrait que la restriction de l'échantillon fausse les résultats. Au strict minimum, l'observateur doit se rappeler que les données portent uniquement sur un sous-ensemble d'entreprises canadiennes. Une des difficultés vient de l'exclusion des grandes entreprises. En effet, la taille de l'entreprise joue toujours un rôle prépondérant dans la performance de cette dernière. Dans les régressions de Baldwin et Johnson, la variable SIZE est habituellement significative. Il est vrai qu'à l'inverse de ce qui se passe dans le secteur manufacturier américain, au Canada, les petites et moyennes entreprises expliquent une part disproportionnée de la création nette d'emplois. Quoi qu'il en soit, l'exclusion des sociétés les plus importantes crée un vide.

L'élimination des entreprises qui n'ont pas pris de l'expansion à la fin des années 80 ou nées après 1988 pourrait aussi fausser les résultats. L'usage des données des entreprises pose souvent un problème analogue, à cause des entreprises qui ouvrent ou ferment leurs portes. Quand on désire comparer le rendement d'un ensemble d'établissements ou d'entreprises à deux points donnés dans le temps, on ignore toujours quoi faire des entreprises qui voient le jour ou font faillite durant la période à l'étude. Les exclure de l'analyse pourrait créer un biais. Par exemple, Olley et Pakes (1992) ont estimé les fonctions de production de l'industrie américaine du matériel de télécommunication lors de la déréglementation qui les a touchées au cours des années 70 et 80. Les auteurs ont recouru pour cela à une méthode novatrice en deux étapes, qui tenait compte du biais de sélection créé par la disparition des vieilles entreprises et l'apparition de nouvelles. Ils ont ainsi montré que l'estimation des fonctions de production est très sensible à une correction de ce genre.

Le raisonnement à l'origine de la PMEC était peut-être qu'on en apprendrait plus d'une réussite que d'un échec. La chose est loin d'être évidente. Par exemple, dans le cadre d'autres travaux, on a réparti les répondants entre entreprises plus efficaces et moins efficaces. La variation des réponses à diverses questions a contribué à déterminer ce qui concourt à la performance de l'entreprise. Je ne peux blâmer les auteurs pour s'être servis des résultats de la PME. On y retrouve une foule de données qu'il conviendrait d'approfondir. Cependant, je ne peux m'empêcher de me demander quels résultats on aurait obtenus sans la restriction de l'échantillon.

Les résultats de base divulgués par Baldwin et Johnson sont assez simples et raisonnables. Les auteurs montrent que l'innovation et la formation sont reliées dans le cadre de l'enquête. Cette dernière comprenait plusieurs questions sur l'innovation, par exemple différentes manières de mesurer l'importance des travaux de recherche et de développement poursuivis par l'entreprise, la technologie, les sources d'innovation (brevets étrangers ou canadiens, etc.), les stratégies visant à accroître le rendement, le rôle du marketing et les méthodes de gestion novatrices. L'analyse de la composante principale a permis de réduire le nombre de dimensions des données. On s'est servi d'indicateurs de l'innovation pour créer quatre variables représentant différents types d'activités associées à l'innovation :

- un indicateur global de l'innovation baptisé innovateur général;
- un indicateur faisant ressortir une forte dépendance sur la recherche et le développement, appelé innovateur axé sur la R-D;
- un indicateur illustrant l'importance des sources externes d'innovation comme les brevets, baptisé adaptateur passif; et
- un indicateur qui attribue un poids élevé à la R-D et au marketing, que les auteurs ont nommé innovateur tourné vers l'extérieur.

Ces quatre variables et d'autres caractéristiques de l'entreprise, par exemple l'importance accordée à la qualité, les politiques en matière de ressources humaines (aussi représentées par des éléments de la composante principale), et plusieurs variables secondaires (taille de l'entreprise, rapport entre les immobilisations et la main-d'oeuvre, productivité et variables fictives pour l'industrie) ont été rattachées à la formation offerte ou non par l'entreprise, au moyen des techniques de régression des probits¹. L'innovateur R-D, l'innovateur tourné vers l'extérieur et l'innovateur général sont significativement reliés à la probabilité que l'entreprise assure la formation de ses employés.

Les auteurs ont ensuite divisé l'échantillon en trois – secteur manufacturier, services traditionnels et services dynamiques – avant de comparer les liens entre les variables de l'innovateur général et la formation selon la même approche. Dans ce cas, ils ont obtenu des résultats légèrement différents. L'innovateur général joue un rôle significatif dans la régression de la formation pour le secteur manufacturier et celui des services dynamiques. L'innovateur R-D et l'adaptateur passif ne sont significatifs que pour la formation dans le secteur des services dynamiques. Les auteurs soutiennent que pareille constatation est raisonnable. En effet, le secteur manufacturier exige une injection massive de capitaux. Il n'est donc guère surprenant que dans ce secteur, la formation ne réagisse pas à la recherche et au développement. Au contraire, le secteur des services dynamiques mise énormément sur le capital humain, si bien que la formation réagira davantage à l'innovation.

L'aspect méthodologique le plus intrigant à maints égards dans l'article concerne sans doute la classification des activités d'innovation implicite à la ventilation des grandes composantes. Le fait que les variables semblent déboucher sur des résultats raisonnables, ou du moins qu'on peut interpréter au niveau sectoriel, appuie l'approche retenue par les auteurs. Il serait intéressant de déterminer l'utilité d'une telle classification dans d'autres contextes.

Il est logique de penser que les entreprises novatrices investissent davantage dans la formation. Néanmoins, le problème de causalité demeure. Baldwin et Johnson soutiennent que leurs résultats confirment l'existence d'une forte complémentarité entre les compétences et d'autres paramètres de l'innovation. Je crois pour ma part qu'il s'agit d'une surestimation. Les auteurs montrent qu'il existe un lien entre l'innovation et la formation, pas que ces deux facteurs se complètent. Ma remarque soulève un problème plus général, celui de la causalité. Il s'agit d'un des problèmes les plus épineux dans ce domaine – comment trouver de meilleures techniques pour déduire les liens de cause à effet.

Prenons un exemple. Les données sur le secteur manufacturier américain montrent que le recours à des technologies de pointe, mesuré à un point précis dans le temps (p. ex., 1988), est étroitement lié à diverses mesures du rendement de l'entreprise, notamment la croissance de l'emploi et de la production, la rémunération, le taux de survie et les bénéfices bruts. Toutefois, de nouvelles recherches indiquent que l'adoption de techniques avancées ne contribue pas en soi considérablement au rendement de l'entreprise. On peut donc se demander si

la technologie a un lien causal avec le rendement ou si le recours aux techniques de pointe n'est qu'un outil permettant d'identifier les entreprises florissantes. La conclusion qui semble émerger de diverses études, dont bon nombre de celles entreprises par Statistique Canada, est que la technologie et l'innovation occupent une place importante dans la stratégie des entreprises efficaces.

Pour prouver que la formation et l'innovation se complètent, il faudrait montrer que la poursuite simultanée de ces deux activités ajoute plus au rendement de l'entreprise qu'elles le font séparément. On pourrait y arriver au moyen de la PMEC. Auparavant, les répondants de l'enquête étaient répartis en deux groupes, selon la performance de l'entreprise. On pourrait recourir au même genre d'analyse des probits pour voir si la combinaison innovation-formation accroît la probabilité qu'une entreprise se retrouve dans le groupe des «entreprises les plus efficaces». Parallèlement, on pourrait estimer l'incidence d'une telle interaction directement sur le rendement des entreprises.

Nous espérons pouvoir appliquer cette approche à de nouvelles données sur les pratiques américaines en ressources humaines. Ces données seront couplées à la base de données longitudinale du Census Bureau et à l'enquête sur la technologie dans le secteur manufacturier, et devraient nous aider à entreprendre une analyse de ce genre pour ce secteur.

REMERCIEMENTS

J'aimerais remercier Industrie Canada et les organisateurs du colloque dont s'inspire le présent ouvrage pour m'avoir donné l'occasion d'y participer. Mes collègues du Département du Commerce américain et moi avons beaucoup appris de la foule d'excellentes analyses, en grande partie parrainées par Industrie Canada, sur le rendement du secteur privé au Canada.

BIBLIOGRAPHIE

- Doms, Mark, Timothy Dunne et Ken Troske. «Workers Wages, and Technology.» Document soumis à la conférence The Effects of Technology and Innovation on Firm Performance and Employment. Washington (D.C.), 1 et 2 mai 1995.
- Entorf, Horst et Francis Kramarz. «The Impact of New Technologies on Wages: Lessons from Matching Panels on Employees and on Their Firms.» Document présenté à la conférence The Effects of Technology and Innovation on Firm Performance and Employment. Washington (D.C.), 1 et 2 mai 1995.
- Krueger, Alan. «How Computers Changes the Wage Structure: Evidence from Micro Data, 1984-1989.» *Quarterly Journal of Economics*. (1993).
- Olley, G. Steven et Ariel Pakes. «The Dynamics of Productivity in the Telecommunications Equipment Industry.» CES Discussion Paper 922, 1992.



*Partie II Le savoir dans l'examen des
problèmes soulevés par les
politiques cadres*



Richard G. Harris
Département d'économique, Université Simon Fraser
et Institut canadien des recherches avancées

4

Preuve empirique et débat sur l'intégration économique et la croissance économique

INTRODUCTION

L'INCIDENCE DU COMMERCE et de l'intégration de l'économie sur la croissance économique a fait couler beaucoup d'encre. Dans son célèbre ouvrage sur l'intégration économique de l'Europe de l'Ouest (1958), Scitovsky soutient vigoureusement que les effets dynamiques de l'intégration dépasseront les améliorations de rendement statiques auxquelles les tenants de la théorie classique sur le commerce accordent toute leur attention. Aussi visionnaire soit-il, ce point de vue n'a donné lieu à aucun effort concret de théorisation ni d'évaluation quantitative à l'époque. Vers le milieu des années 1970, la question a de nouveau ressurgi face au mécontentement que soulevait le modèle de développement économique par substitution des importations. Divers économistes ont entrepris des recherches empiriques dans l'espoir d'associer le taux de croissance national au rendement et à l'orientation des exportations. L'hypothèse de la «croissance économique articulée sur les exportations» a bénéficié d'une crédibilité appréciable, consécutivement à l'essor remarquable des pays de l'Asie de l'Est, si bien que la Banque mondiale en a fait son credo officiel. La théorie économique tirait néanmoins de l'arrière en l'absence d'une théorie formelle. L'avènement d'une nouvelle théorie, la théorie de la croissance endogène, a vite débouché sur la création de modèles expliquant davantage le lien entre le commerce international et la croissance économique. Dans certains cas, le lien était positif (Rivera-Batiz et Romer, 1991). Dans d'autres cependant, il était négatif (Young, 1992) ou indéterminé dans une large mesure face à la difficulté de quantifier certains paramètres (Grossman et Helpman, 1991). Ces modèles attribuaient la croissance économique aux retombées des progrès technologiques des autres pays, à l'apprentissage sur le tas, à l'investissement dans le capital physique, à l'expansion du capital humain et aux investissements dans la recherche et le développement – éléments qu'on a parfois regroupés sous l'appellation «croissance articulée sur le savoir». Le présent article s'intéresse relativement peu aux théories qui précèdent. On ne s'entend pas encore assez sur la théorie idéale ni sur la base de données

empiriques qui permettraient une exploitation utile des modèles. Néanmoins, on a réalisé certains progrès sur la prolifération des liens commerciaux au cours des dix dernières années. Nous dresserons donc le bilan de ce que nous avons appris à leur sujet.

Le débat qui entoure l'ouverture des marchés et la croissance économique est en grande partie étroitement lié à l'hypothèse de convergence formulée par Abramovitz (1990) et d'autres – soit l'idée que la croissance peut largement être expliquée par le «rattrapage technique». Bien que leurs écrits n'aient aucun rapport direct avec la question du changement technologique endogène dans les pays industrialisés, ces auteurs ont passablement guidé le débat sur les origines de la croissance économique au cours des dix dernières années. Une partie appréciable de nos connaissances au sujet des effets de l'intégration sur la croissance économique vient des ouvrages sur la convergence. Le programme de la Communauté européenne visant à implanter un marché européen d'ici 1992 (CE 1992), qui a eu pour point culminant le célèbre rapport Cecchini (1988), a aussi considérablement défrayé la chronique. En Europe, les recherches ont débuté vers le milieu des années 1980 et on a beaucoup spéculé sur les gains dynamiques que pourrait entraîner une plus grande intégration de l'économie européenne. En réalité, les théories ou les liens décrits ici ont suscité très peu de recherches quantitatives. Quoi qu'il en soit, on a réussi à susciter considérablement d'intérêt pour cette question et à faire avancer le débat empirique sur l'importance de l'intégration économique pour l'essor d'un pays'.

Je ne m'attarderai pas à la multitude de données qui se rapportent aux entreprises s'intéressant au changement technologique et à la diffusion de la technologie dans le monde – notamment au rôle des investissements directs à l'étranger. Je me pencherai plutôt sur l'économie nationale, bref la croissance et la performance commerciale d'un pays. Les données qui se rapportent aux entreprises n'ont pas encore été intégrées aux données nationales sur les échanges commerciaux, la croissance et l'investissement.

L'article débute par un examen succinct du modèle de croissance néoclassique réduit à sa plus simple expression et étudie comment l'intégration économique peut affecter la croissance de l'économie. On fait d'importantes distinctions empiriques entre l'équilibre et les périodes de transition. Suit une analyse des données macroéconomiques qui ont été avancées pour expliquer la manière dont les régimes commerciaux modifient la croissance. Cet aspect du problème fait toujours l'objet d'une controverse considérable, en dépit des apparences. La dernière partie du document abandonne l'analyse des données historiques pour passer aux modèles de l'équilibre général dynamique étalonnés de façon empirique qui ont servi à étudier le lien entre les changements explicites apportés aux politiques commerciales et la croissance économique. Les modèles de ce genre foisonnent et leurs résultats ne sont guère concluants. Ils n'en demeurent pas moins fort intéressants et permettent d'isoler les facteurs qui associent probablement le commerce international et l'intégration à la croissance de l'économie.

En guise de conclusion, j'esquisserai les leçons qu'on peut tirer de ce programme de recherche et parlerai des développements auxquels on peut s'attendre dans l'avenir.

CONTEXTE : RUDIMENTS THÉORIQUES

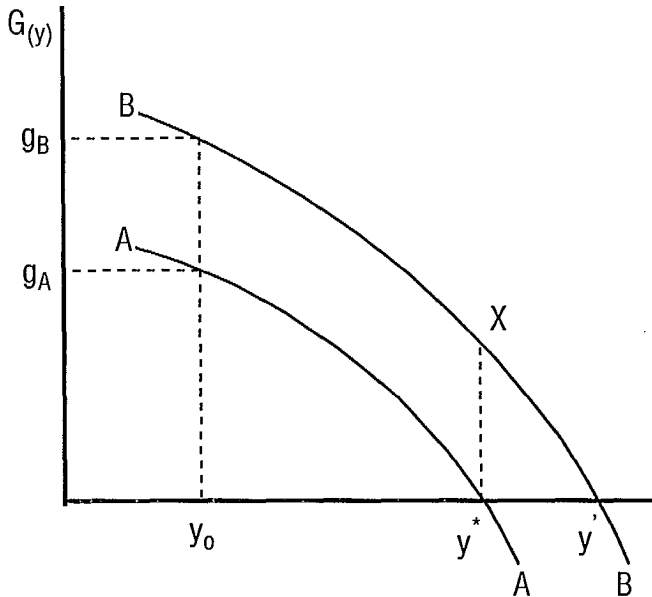
DANS LA PRÉSENTE PARTIE, JE REPLACERAI la question de l'intégration et de la croissance de l'économie dans son contexte théorique en présentant sommairement quelques modèles simples. Ainsi qu'on le constatera à l'examen des travaux empiriques, la théorie reste remarquablement faible ou présente généralement peu d'utilité en la matière. Il y a deux raisons à cela. Tout d'abord, élaborer et estimer des modèles qui simuleront des échanges commerciaux dynamiques entre de nombreux secteurs ou pays est un domaine où beaucoup de « progrès » restent à accomplir. Quoiqu'on dispose déjà d'un grand nombre de modèles très désagrégés sur le commerce qui font relativement bien ressortir les problèmes d'intégration des échanges, ces modèles laissent généralement à désirer quand vient le temps d'analyser les implications relatives à la croissance et à l'investissement. De cette observation, en découle une autre, soit que les modèles dynamiques utilisés jusqu'à présent ont tendance à donner des modèles de croissance très agrégés. L'estimation et la résolution de tels modèles ont soulevé un intérêt considérable à la fin des années 1980, mais cet intérêt ne s'est pas encore étendu à l'élaboration de vastes modèles désagrégés qui mettraient naturellement en relief les échanges commerciaux. Un vide énorme subsiste donc qu'il faudrait remplir. Le présent article est essentiellement un rapport d'étape dégageant les orientations possibles et ne se veut pas une récapitulation des recherches dans un sous-domaine bien développé, parvenu à maturité.

Une bonne partie de la publicité qui a récemment entouré la théorie de la croissance endogène est due à la conclusion que certaines variables de politique comme les tarifs douaniers ou les accords de marché commun pourraient influencer sur le taux de croissance économique. La série de modèles présentée par Grossman et Helpman (1991) illustre très bien ce genre d'analyse théorique. Du point de vue pratique cependant, le contraste frappant entre la croissance endogène et la croissance exogène ne présente pas autant d'intérêt qu'on pourrait l'imaginer, que ce soit pour l'identification empirique des mécanismes par lesquels le commerce affecte la croissance économique ou pour la construction de modèles utiles à l'égard d'une analyse de l'intégration économique.

Le point capital est que les effets dynamiques à moyen terme d'un changement de politique sur le niveau de croissance plutôt que le taux de croissance sont difficiles à discerner, à l'analyse. Le diagramme de transition de la figure 1 illustre cette remarque pour un modèle Solow-Swan typique, avec taux d'épargne fixe. On y voit la progression du taux de croissance du revenu moyen par rapport au revenu moyen. Le modèle repose sur les équations suivantes :

FIGURE 1

RELATION ENTRE LE TAUX DE CROISSANCE ET UN REVENU À LA HAUSSE



$$y=f(k)$$

$$\dot{k}=sf(k)-(n+\delta)k \quad (1)$$

où y représente le produit intérieur brut (PIB) par habitant, k , le capital par travailleur et $f(k)$, la fonction de production intensive donnant la production par travailleur d'après le capital par travailleur. Le paramètre s correspond au taux d'épargne, n au taux de croissance démographique et δ au taux de dépréciation du capital. $G(y)$ donne le taux de croissance de y . Après transformation pour isoler y , le diagramme ressemble à ce qui suit, AA représentant la phase de transition, à savoir la relation entre le taux de croissance et le revenu.

En l'absence de progrès technologique exogène, le taux de croissance est positif pour y plus petit que y^* , alors qu'il est négatif pour y plus grand que y^* . Si l'économie au point de départ est $y_0=f(k_0)$, on note une hausse du revenu pendant la période de transition et le taux de croissance du revenu moyen ralentit. Il y a deux façons d'examiner la libéralisation des échanges avec les modèles de croissance non endogène. La première suppose qu'au moment de l'ouverture des marchés attribuable à l'intégration, l'économie occupe une position similaire à celle de y_0 , c'est-à-dire qu'elle ne s'est pas stabilisée et a un taux de croissance de

g_A au moment 0. Un changement de la productivité ou de structure économique modifie la fonction $f(k)$, qui crée une nouvelle courbe BB pour la phase de transition. Le taux de croissance augmente alors instantanément à g_B . À mesure que l'économie se stabilise à un autre niveau, le taux de croissance diminue et on s'approche du nouveau revenu à long terme y' . Il y a effectivement croissance, mais seulement durant la période de transition. Dans la plupart des ouvrages qui traite de la question, on suppose avoir comme point de départ l'équilibre, par exemple y^* . On mesure les effets du changement de politique en comparant y^* avec la nouvelle transition de X à y' .

Deux questions empiriques se posent : combien de temps la période de transition durera-t-elle et l'hypothèse initiale de l'équilibre économique reflète-t-elle raisonnablement la réalité? Pour répondre à la première, disons que la période de transition est relativement longue pour la plupart des modèles (même les plus néoclassiques). Les premières expériences de Sato-Atkinson suggèrent une demi-vie de 30 à 100 ans, estimation qui paraît toujours valable aujourd'hui. Pour une raison inconnue, il existe un théorème populaire parmi les auteurs voulant que les transitions néoclassiques soient relativement rapides, mais dans la mesure où je peux en juger, les résultats ne le confirment pas. En règle générale, les périodes de transition s'allongent à mesure que la définition de capital gagne en complexité ou qu'on s'approche des modèles à capital non malléable. Une des implications immédiates est qu'une analyse comparative des états stables ne présente guère d'utilité aux fins de politique. On s'est ensuite demandé si l'hypothèse de l'équilibre décrit de façon raisonnable l'économie avant le choc créé par une réorientation des politiques. À cet égard, les chercheurs disposent d'une marge de manoeuvre beaucoup plus grande. Pour la plupart des pays en développement, un tel changement de politique constitue un acte de foi. Les pays industrialisés, par contre, hésiteront davantage à aller de l'avant. La littérature économique comporte des exemples clairs de modèles épousant le point de vue empirique que certaines forces de l'offre ou de la demande infirment l'hypothèse initiale de l'équilibre.

Le dilemme entre le taux de croissance et le niveau de croissance semble néanmoins beaucoup plus futile qu'on l'imagine pour la presque totalité des modèles dont les indices d'évaluation sociale recourent à l'actualisation. Ainsi, à la figure 1, BB pourrait donner un meilleur taux de croissance à moyen terme que AA, à partir du point y_0 , par exemple au bout de 20 à 40 ans, mais les effets sur la valeur des flux de consommation actualisés sont plus étroitement liés à la comparaison des revenus à moyen terme qu'à celle des taux de croissance à long terme.

La possibilité d'une croissance endogène laisse entrevoir l'idée que l'ouverture des marchés puisse influencer sur le taux de croissance à long terme. La plupart des modèles de croissance endogène intègrent une hausse quelconque du rendement social à l'accumulation des facteurs. Le modèle le plus simple a une fonction de production linéaire pour un seul facteur reproductible, appelé K , de telle sorte que

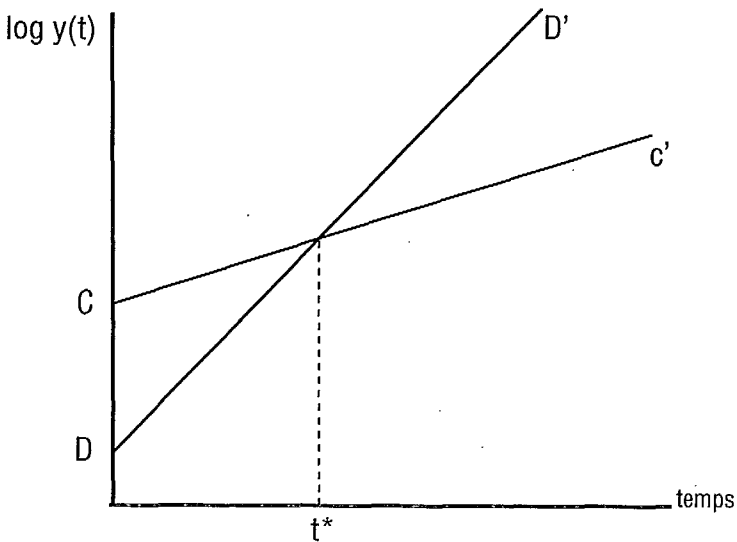
$Y = aK$, Y représentant la production totale. Avec une telle fonction, l'absence de croissance démographique, un taux de dépréciation constant δ et un taux d'épargne constant s , le taux de croissance $g(Y)$ est égal à :

$$g(Y) = sa - \delta. \quad (2)$$

Le taux de croissance dépend donc directement du taux d'épargne – si bien que les politiques peuvent avoir des effets dynamiques à long terme. Supposons que la courbe initiale de $\log y(t)$ du modèle corresponde à CC , tel qu'illustré à la figure 2. La pente donne le taux de croissance initial. Supposons ensuite que le régime commercial change et donne lieu à un taux de croissance à long terme supérieur, entraînant par la même occasion une diminution à court terme du revenu au moment 0 – date où la politique entre en vigueur. La courbe suivie par le revenu est représentée par DD' sur le même diagramme. On constate que le taux de croissance est plus élevé, mais le revenu reste plus faible jusqu'à la date t^* . Le taux de croissance supérieur est sans nul doute intéressant, cependant si t^* correspond à 100 ans, quelle utilité aurait-on à modifier la politique? En outre, les preuves de croissance endogène sont en réalité très peu convaincantes².

FIGURE 2

RELATION ENTRE LE TAUX DE CROISSANCE ET UN REVENU À LA BAISSÉ



ÉCHANGES COMMERCIAUX, CROISSANCE ET INTÉGRATION ÉCONOMIQUE : QUELQUES PREUVES EMPIRIQUES

LE DÉBAT RELATIF AUX EFFETS POTENTIELS de la libéralisation des échanges et de l'ampleur du commerce (ou de l'accessibilité des marchés) sur la croissance repose dans une large mesure sur les analyses des données historiques ou statistiques soutenant l'existence d'un tel lien. Avec la CE 1992 et l'ALENA, le débat s'est élargi à des formes plus générales d'intégration économique. Comme je le mentionnais dans l'introduction, ce débat remonte aux discussions entourant la création de la CE dans les années 1950. Pour restreindre le champ des recherches, j'examinerai les preuves et les théories les plus récentes, dont la popularité n'a cessé de grandir dans les années 1970.

EXPORTATIONS ET CROISSANCE

APRÈS MICHAELY (1977) ET BALASSA (1982), au cours des vingt dernières années, de nombreuses études ont illustré l'existence d'une corrélation entre les exportations et la croissance économique en prenant comme exemple des pays industrialisés et sous-développés¹. En règle générale, les chercheurs ont constaté qu'il existait un lien entre les exportations, exprimées sous forme de pourcentage du PIB et de la croissance, ou entre la croissance économique et la hausse des exportations. Beaucoup d'auteurs ont trouvé les signes d'un effet de seuil, bref ont noté que la croissance ne survenait qu'une fois franchi un niveau d'exportation minimal. Sur le plan théorique, plusieurs raisons laissent soupçonner un lien entre l'accroissement des exportations et la croissance du PIB d'après les particularités de la demande. Les ouvrages sur la croissance endogène et le commerce international expliquent les prétendus liens dynamiques en reprenant les arguments relatifs à l'apprentissage et au transfert de la technologie souvent cités, quoique de manière informelle.

La plupart des études qu'on retrouve dans la documentation antérieure à la théorie de la croissance endogène font intervenir un jeu de fonctions à production statique implicite ou explicite. Feder (1983) a été le premier à échafauder un modèle de base formel en illustrant la distinction logique entre la croissance attribuable aux exportations résultant de l'existence d'une externalité pigovienne entre le secteur d'exportation et les autres secteurs, et la croissance attribuable à un changement de composition de la production, consécutivement à un écart de rendement entre les secteurs évolués (exportations) et les secteurs informels. Imaginons une économie constituée de deux secteurs : un secteur qui exporte (X) et un autre qui n'exporte pas (N), dont les fonctions de production sont représentées comme suit :

$$N = F^N(L_N, K_N; X)$$

$$X = F^X(L_X, K_X) \quad (3)$$

X représente une externalité de production pour le secteur qui n'exporte pas ses produits. Sous réserve de l'organisation institutionnelle de cette économie imaginaire, les produits marginaux (privés) pourraient ou non faire l'objet d'une péréquation entre les deux secteurs. Supposons par exemple que les produits marginaux des deux secteurs soient constants en raison de l'inutilisation de certaines ressources et soient plus élevés de δ pour les deux facteurs dans le secteur d'exportation. En ne prenant que l'écart de croissance du secteur d'exportation à différents intervalles de temps et en maintenant l'effet externe du secteur N à zéro, on constate une croissance globale grâce à la productivité accrue du secteur d'exportation. Parallèlement, si on répartit uniformément les produits marginaux privés entre les deux secteurs, la croissance du secteur d'exportation suffit à entraîner une croissance générale, si X n'a pas d'effet externe nul sur le secteur N.

En principe, une estimation des fonctions de production permettrait de faire la part entre ces deux hypothèses, mais les analyses existantes sur ce modèle rudimentaire n'ont pas vraiment réussi à effectuer cette distinction. On ne peut que déplorer l'absence d'un modèle complet de l'équilibre général. Bien qu'un cadre comme celui décrit précédemment permette d'engendrer des effets temporaires sur le niveau de rendement global par une modification exogène quelconque des exportations, il n'indique pas exactement comment un changement du taux de croissance du revenu moyen (changement lié à la croissance des exportations) déborderait d'un tel cadre.

Ces études, qui reposent pour la plupart sur des échantillons transversaux, négligent totalement la question du lien causal. S'inspirant des méthodes de causalité de Granger, Jung et Marshall (1985) se sont récemment penchés sur des séries chronologiques et ont exprimé des doutes quant à l'existence d'une relation de cause à effet entre l'expansion des exportations et la croissance économique, au sens statistique du terme. D'aucuns soutiendront, par exemple, qu'une croissance exogène élevée du rendement dans le secteur manufacturier débouchera nécessairement sur l'exportation des produits, donc l'essor de l'économie, si l'on en croit diverses théories sur le commerce. La véritable origine de cet essor n'en demeure pas moins la hausse de rendement – et non une réorientation des politiques vers l'exportation. L'hypothèse d'une croissance économique alimentée par les exportations et les multiples analyses auxquelles elle a donné lieu ont maintenant débouché sur de nombreuses études microéconomiques qui traitent directement de la croissance observée du rendement. Il suffit de penser à Havlyshyn (1992). Ces études ne parviennent pas non plus à montrer de façon concluante le lien qui existe entre l'ouverture des marchés et la productivité totale des facteurs (PTF). Malgré l'absence d'une base théorique et de preuves empiriques concluantes, l'hypothèse d'une croissance économique alimentée par les exportations a sans aucun doute stimulé la rédaction d'une bonne partie des ouvrages empiriques et théoriques subséquents sur les liens qui unissent commerce et essor de l'économie.

LIBÉRALISATION DES ÉCHANGES ET CROISSANCE ÉCONOMIQUE

S'ÉCARTANT DE L'HYPOTHÈSE D'UNE CROISSANCE engendrée par les exportations, une deuxième série d'auteurs se sont penchés sur les relations entre la libéralisation des échanges et la croissance économique. Leurs travaux reposent presque entièrement sur l'étude minutieuse de certains pays précis et ont en grande partie été entrepris sous l'égide de la Banque mondiale. En règle générale, ils épousent l'idée que la réforme du commerce a supprimé le «biais anti-exportation» de diverses politiques protectionnistes, donc a concouru à un accroissement des exportations. On cite souvent le lien qui existe entre la croissance économique et l'accroissement des exportations, mais on n'établit pas clairement de distinction entre cette idée et celle voulant que les gains statiques issus de la réforme du commerce entraînent une amélioration passagère du rendement, donc de l'essor économique. L'étude la plus importante a été effectuée par Choski, Michaely et Papageorgiou (CMP) (1991). Elle portait sur la libéralisation des échanges dans 19 pays. Les trois chercheurs estiment le taux de croissance moyen des exportations réelles à 4,4 pour cent, trois ans avant la libéralisation, et à 10,5 pour cent, trois années après. Le taux de croissance moyen de la production trois ans avant l'ouverture des marchés s'établissait à 4,45 pour cent contre 5,51 pour cent, trois ans plus tard. Quoique leur analyse manque de fini du point de vue méthodologique, les résultats évoquent très bien le lien causal entre la libéralisation des échanges et la croissance économique.

Lorsqu'on suppose l'existence d'une relation entre l'accroissement des exportations et la croissance de l'économie, on peut se demander de quelle manière il est possible de vérifier l'effet cumulatif d'une libéralisation des échanges. L'approche de Greenaway et Sapsford (1994) est fort intéressante. Ces chercheurs ont prélevé un échantillon de l'étude CMP et estimé l'accroissement des exportations pour chacun des 19 pays. L'équation de base est devenue la suivante :

$$\dot{N} = a_1 + a_2 \dot{X} + a_3 \dot{K} + a_4 \dot{L} + u \quad (4)$$

où N représente le PIB moins les exportations et X , les exportations. (Le point au-dessus des variables dénote un taux de changement proportionnel.) En déterminant la croissance de la production du secteur qui n'exporte pas, on élimine le problème de double comptage noté lorsqu'on se sert du PIB pour mesurer la production. Les deux auteurs ont ensuite ajouté la pente et les constantes fictives qui correspondent à chaque période de libéralisation décrite par CMP. Des contraintes au niveau des données ont réduit l'échantillon à 12 pays. Dans huit cas sur 12, il semble que l'ouverture des marchés n'ait aucune incidence sur le lien entre la croissance de l'économie et les exportations. Dans trois cas, le changement était statistiquement significatif et il en allait autant pour l'effet négatif observé dans un autre cas. Pour ce qui est du coefficient de la pente, aucun effet n'était apparent dans dix cas sur 12, mais il y avait un effet positif dans un cas

et négatif dans le dernier. Avec une telle méthodologie, on ne peut vraiment dire que la libéralisation des échanges rend la croissance de l'économie plus sensible à la hausse des exportations. Le véritable problème, comme l'avouent eux-mêmes les auteurs, pourrait venir des variables omises, entre autres le capital humain. La spécification (4) cadre généralement mal avec une grande partie de ce qui s'est écrit sur l'ouverture des marchés et la croissance économique, selon quoi le degré de libéralisation ou l'importance des exportations constituerait un élément déterminant du taux de croissance. L'absence d'un modèle étroitement défini complique l'interprétation d'une équation qui calcule la croissance.

Libéralisation du commerce, ouverture des marchés et croissance économique – preuve transversale

LES NOMBREUSES ÉTUDES SUR LES DONNÉES de plusieurs pays principalement effectuées dans les années 1980 ont considérablement relancé la question de la croissance résultant du commerce international et de l'ouverture des marchés. Ces études ont en grande partie vu le jour à la suite de l'accroissement des données comparables sur de nombreux pays. Les travaux de Summers et Heston (1988, 1991) en sont un bon exemple. Les études transversales ont déjà fait l'objet d'importantes analyses et critiques à maintes reprises. De nombreuses variables explicatives ont été utilisées à cette fin et le débat portait en grande partie sur l'hypothèse de convergence. Je parlerai donc brièvement de la place occupée par l'ouverture des marchés dans ce débat. Cette partie s'inspire fortement de l'étude de Levine et Renelt (1992).

Selon ces deux auteurs et d'autres analystes, bon nombre des déterminants de la croissance envisagés sont bien corrélés à cette dernière; mais les liens sont statistiquement fragiles. Partant d'une analyse des points limites, Levine et Renelt ont constaté que le lien avec la croissance économique ne résistait que pour un petit nombre de variables.

L'équation typique à laquelle adhèrent passablement d'auteurs est la suivante⁴ :

$$\text{CROISS}_j = a_0 + a_1 \text{INV}_j + a_2 \text{SCOL}_j + a_3 \text{OUV} + \beta \text{REV}_j + u_j \quad (5)$$

où CROISS désigne la croissance du revenu par habitant; INV, la part des investissements dans le PIB; SCOL, une mesure quelconque du niveau de scolarité; OUV, un indice de l'ouverture de marchés et REV, le revenu initial. On applique la régression à divers pays pour une période quelconque, de 1970 à 1988 par exemple, en utilisant les données corrigées pour la parité du pouvoir d'achat (PPA). Le coefficient β devrait être négatif, donc révéler une convergence conditionnelle. En d'autres termes, les pays relativement pauvres au départ devraient subséquemment connaître une croissance plus rapide. Maints auteurs ont proposé des variables tenant compte de la modification des politiques qu'on peut ajouter à (5). Quelques-unes des plus fréquentes sont reproduites au tableau 1.

TABLEAU 1
MOYENNES INTERNATIONALES DE 1960 À 1989

Variable	Pays à croissance rapide	Pays à croissance lente
Part de l'investissement dans le PIB	0,23	0,17
Inscriptions au cours secondaire en 1960	0,30	0,10
Inscriptions au cours primaire en 1970	0,90	0,54
Consommation par le gouvernement/PIB	0,16	0,12
Taux d'inflation	12,34	31,13
Majoration du taux de change sur le marché noir	13,57	57,13
Part des exportations par rapport au PIB	0,32	0,23

Remarques : Taux de croissance moyen = 1,92.
 Les pays à croissance rapide ont un taux de croissance supérieur à la moyenne. Les pays à croissance lente ont un taux de croissance inférieur à la moyenne.

Source : Levine et Renelt (1992).

Levine et Renelt se sont penchés sur divers indicateurs de l'ouverture des marchés et(ou) des politiques commerciales et constaté que bon nombre d'entre eux étaient corrélés à la croissance de l'économie. Toutefois, cette relation se révèle peu résistante dès qu'on inclut la part des investissements, sans doute parce que beaucoup d'indices de l'ouverture des marchés paraissent avoir une corrélation étroite avec la part des investissements. Ainsi, dans l'échantillon retenu par les deux chercheurs, la part des exportations et celle des investissements ont un coefficient de corrélation de 0,50. Selon eux, ces résultats indiquent que la relation entre le commerce et la croissance de l'économie pourrait venir de la plus grande accumulation des ressources permise par les échanges commerciaux, plutôt que d'une meilleure répartition de ces dernières. Bref, le commerce engendre un essor économique parce qu'il accroît les investissements du fait d'un mécanisme distinct. Bon nombre de modèles théoriques sur le commerce et la croissance économique ne mettent pas ce lien en évidence.

La plupart des documents qui traitent de la croissance économique articulée sur les exportations laissent à désirer parce que leur auteur se sert d'indices subjectifs relatifs à l'orientation des échanges, indices impossibles à comparer d'un pays à l'autre, ou parce qu'ils attribuent les exportations à une plus grande ouverture des marchés. La Corée illustre parfaitement cette différence d'interprétation. La Banque mondiale cite la Corée en exemple pour illustrer une politique commerciale efficace tournée vers le monde tandis que maints auteurs (Collins et Park, 1988; Sachs, 1987) voient dans le même pays une nation à croissance rapide qui n'a pas libéralisé son régime commercial. On comprend donc qu'il faut trouver d'autres indices, plus objectifs si possible, de la distorsion qu'introduit la politique commerciale. Edwards (1992) a fait une tentative éloquente en ce sens.

L'auteur débute avec une fonction de production agrégative identique pour tous les pays sauf à l'égard du coefficient technologique A de Hicks-Neutral. On suppose que l'évolution de A dans chaque pays s'effectue comme suit :

$$\frac{\dot{A}}{A} = \left[\alpha + \delta \left(\frac{W-A}{A} \right) \right] + \beta \omega \quad (6)$$

où W représente la somme mondiale de savoir progressant au taux exogène ω et où β est un paramètre situé entre zéro et la capacité du pays à exploiter les inventions étrangères. Remarquons qu'en vertu d'une telle formule, les progrès techniques de chaque pays dépendent de l'écart technologique (il y a convergence) et d'un facteur de rattrapage lié au taux de croissance du savoir mondial.

Edwards a montré que le taux de croissance d'un pays peut fort bien dépendre ou non de son orientation commerciale, sous réserve de la valeur des paramètres et pourvu que cette orientation n'affecte que le paramètre β . Dans un tel cas, l'écart entre les connaissances reste stable et A croît indépendamment de l'orientation commerciale, c'est-à-dire du paramètre β . Il n'en va pas autant du PIB, qui dépend de l'orientation commerciale, car à l'équilibre, A est négativement corrélé à la distorsion des échanges. Les efforts de libéralisation se caractériseront donc par une accumulation plus rapide des connaissances, soit une croissance plus vive de l'économie pendant les périodes de transition.

Aux autres valeurs des paramètres, la croissance de A est positivement corrélée à la politique commerciale. Par conséquent, les pays où les échanges sont les moins faussés bénéficieront d'un taux de croissance plus élevé qu'à l'état stable. Le problème évoqué précédemment réapparaît, à savoir que même un modèle théorique très agrégatif ne fait pas de distinction entre le taux de croissance prévu à l'état stable et les effets de la période de transition sur la croissance économique sans de solides hypothèses sur la valeur des paramètres.

L'équation de base, qui exprime la croissance moyenne expérimentée entre 1970 et 1982, a été estimée avec 51 pays industrialisés et pays en développement. Elle adopte la forme suivante :

$$\text{CROISS}_j = a_0 + a_1 \text{INV}_j + a_2 \text{ÉCART}_j + a_3 \text{COM}_j + u_j \quad (7)$$

où ÉCART représente l'écart entre le savoir national et le bagage de connaissances mondial, COM , un indice des interventions sur le marché et j , un indice des pays⁷.

La force de l'analyse réside dans divers indices représentant l'ouverture des marchés et les interventions commerciales. Construire de tels indices s'avère difficile en raison de l'importance des barrières non tarifaires érigées par la plupart des pays en développement. Pour remédier au problème, Edwards s'est servi des indices élaborés par Leamer (1988) pour l'ouverture des marchés. Ces indices reposent sur l'écart entre l'intensité prévue et l'intensité réelle des échanges,

calculés au moyen du modèle empirique de Heckscher-Ohlin (H-O) de manière à obtenir le rapport prévu de l'intensité des échanges. L'écart devrait refléter l'effet des obstacles au commerce. L'avantage est que les indices obtenus sont objectifs et dérivent d'un modèle du commerce statique, bien formulé. En principe, ces indices ne devraient pas fausser la prévision du taux de croissance. L'inconvénient, bien sûr, est que le modèle H-O exige lui-même maintes qualifications, notamment l'hypothèse fondamentale que les pays partagent tous la même technologie. Cette hypothèse s'écarte considérablement de l'hypothèse sous-jacente sur les origines de la croissance du rendement avancée par Edwards.

Utilisant divers indices, Edwards a obtenu des résultats qui appuient considérablement l'hypothèse qu'une intervention au niveau du marché modifie significativement la croissance dans la direction prévue. Un véritable arsenal d'épreuves économétriques a permis de vérifier la résistance des résultats et l'auteur en conclut que ces derniers sont valables. Fait intéressant, il relève deux cas d'exception : Hong Kong et Singapour. Après leur élimination, les résultats tiennent toujours. Edwards a aussi vérifié trois variables explicatives potentielles pour la croissance : le capital humain, l'instabilité politique et la taille du gouvernement. Dans chaque cas, la variable améliore la valeur explicative de l'équation sans atténuer la signification ou le signe des indices exprimant la distorsion des échanges.

En guise de conclusion, Edwards s'est penché sur plusieurs autres indicateurs du régime commercial. Ces derniers n'étaient cependant appliqués qu'à un sous-échantillon de l'échantillon original. En voici quelques-uns :

- prime moyenne pour le marché noir;
- coefficient de variation des primes pour le marché noir;
- indice des distorsions de prix relatives entre les produits faisant ou non l'objet des échanges;
- droits de douane moyens appliqués aux importations;
- couverture moyenne des barrières non tarifaires;
- indice des mesures protectionnistes efficaces; et
- indice subjectif de la Banque mondiale pour la libéralisation du commerce.

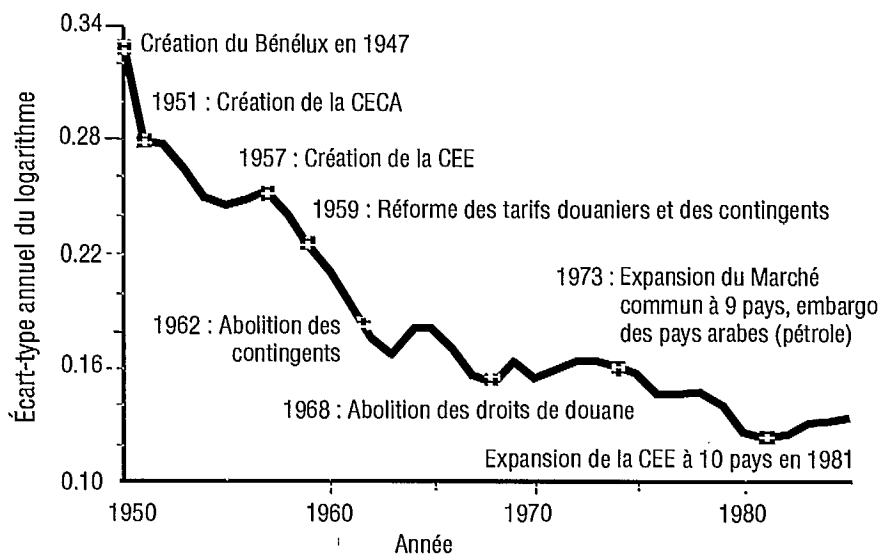
Toutes les variables avaient une valeur négative dans l'analyse de régression de la croissance pour l'échantillon réduit (sauf l'indice pour les barrières non tarifaires), mais la valeur n'était pas toujours significative. En règle générale, estime Edwards, l'hypothèse qu'une intervention sur le marché ralentit le taux de croissance est valable, mais les preuves recueillies par l'auteur n'ont pas nécessairement pu être reliées directement aux théories à la base de l'hypothèse qu'il formule.

CONVERGENCE ET DATE DE LA LIBÉRALISATION DES ÉCHANGES LE CAS DE LA COMMUNAUTÉ EUROPÉENNE (CE)

UNE DES PRINCIPALES DIFFICULTÉS que rencontrent la plupart des analyses économétriques, surtout celles de nature transversale, est qu'on possède peu d'indications sur la causalité qui existe entre la libéralisation du commerce et la croissance économique et sur les effets du moment où survient la libéralisation. Ben-David (1993) a pris une approche légèrement indirecte pour surmonter ces difficultés dans une nouvelle étude où il examine la création de la CE et son impact sur la convergence des revenus en Europe. Il utilise comme points de comparaison les tentatives de convergence antérieures à la CE, l'expérience la plus récente des pays de la CE et les essais d'autres pays. L'hypothèse de convergence est étroitement associée à l'incidence du commerce sur la croissance économique. Ben-David insiste cependant plus sur la convergence des niveaux de revenu que sur celle des taux de croissance. Les données relatives à la CE apparaissent à la figure 3, qui illustre la disparition rapide de l'écart du revenu par habitant dans les six pays originaux du Marché commun, entre 1950 et 1968. Les politiques d'ouverture des marchés qui ont suivi la signature du Traité de Rome en 1957 comprenaient la réduction des tarifs douaniers au sein du Marché commun, l'implantation d'un régime de contingentement interne non discriminatoire en 1959 et l'achèvement de l'union douanière en 1968. Les changements apportés à la structure commerciale de la CE durant cette période sont bien connus. Ainsi, les importations entre pays de la CEE (Communauté économique européenne), qui représentaient moins de 4 pour cent du PIB de la Communauté en 1950, s'établissaient légèrement en-dessous de 12 pour cent en 1970. Par contre, au cours du même laps de temps, le volume des produits importés des pays extérieurs est resté relativement stable, soit autour de 11 pour cent du PIB.

FIGURE 3

ÉCART DU REVENU PAR HABITANT DANS LES SIX PREMIERS PAYS DE LA CEE, 1950-1978



Le point principal qui ressort de cette étude néanmoins est le lien qui existe entre la libéralisation des échanges et la convergence. Ben-David définit ce lien de trois façons :

- en comparant la période qui a suivi la guerre à celle qui l'a précédée;
- en étudiant les effets de l'ouverture des marchés sur les trois pays qui se sont joints à la Communauté en 1973; et
- en comparant la CE à d'autres cas, en l'occurrence le monde et les États-Unis.

En étudiant les expériences effectuées avant la guerre, Ben-David a découvert que l'indice de dispersion était relativement stable de 1870 à 1950 puis diminuait sensiblement de 1950 à 1970. Il l'explique par la libéralisation des échanges et l'auteur rejette la théorie voulant que la convergence marque le retour à la normalité après la guerre. Les données sur les trois pays qui ont rallié la Communauté en 1973 (Irlande, Danemark et Royaume-Uni) confirment l'hypothèse de la convergence pour les années 1970. L'indice de dispersion de la CE a néanmoins légèrement dévié au cours des années 1980, signe que les forces responsables de la convergence ont faibli.

Ben-David s'est également servi d'une équation de convergence classique (sans condition) pour estimer la rapidité avec laquelle le revenu par habitant (ou PIB par habitant) des pays de la CEE convergait vers le revenu moyen durant chacune des trois périodes, soit avant la libéralisation du commerce dans le Marché commun, au cours de la période de transition de dix ans où les barrières tarifaires ont été abolies et lors des années subséquentes. Ses estimations révèlent une convergence beaucoup plus rapide des revenus au cours de la période de libéralisation des échanges. Le taux de convergence, Φ , a été estimé au moyen de l'équation suivante :

$$(y_i/\bar{y})_t = (y_i/\bar{y})_{t-1}^{\Phi} \quad (8)$$

où y_i représente le revenu par habitant du pays i et \bar{y} , le revenu moyen de la région. L'équation s'inspire du modèle de croissance néoclassique, qui suppose une technologie identique dans les différents pays⁶.

Avant la Deuxième Guerre mondiale, Φ avait une valeur de 0,9908, ce qui signifie que l'écart de revenu par habitant diminuait de moitié tous les 75 ans. Après la guerre (1951 à 1985), Φ était égal à 0,9707, signe que l'écart de revenu diminuait de moitié tous les 23 ans. Par ailleurs, au cours des années qui ont suivi immédiatement la naissance du Marché commun (1957 à 1968), période durant laquelle les barrières tarifaires ont été abattues, l'écart s'est rétréci de moitié tous les 13,3 ans ($\Phi = 0,9494$). Les preuves finales viennent d'une estimation du taux de convergence dans le monde – région très peu intégrée – et aux États-Unis – région très intégrée. La demi-vie de la convergence est de 15,3 années pour les États-Unis (1931 à 1984), comparativement à 93,9 ans pour le monde (107 pays, de 1960 à 1985). Ben-David en conclut que le moment où on a entrepris la libéralisation des échanges et la convergence observée au sein de la CE laissent fortement entrevoir l'existence d'un lien causal entre l'intégration de l'économie et la convergence des revenus.

PRODUCTIVITÉ TOTALE DES FACTEURS ET DIFFUSION INTERNATIONALE DE LA TECHNOLOGIE : L'ÉTUDE D'HELLIWELL

JOHN HELLIWELL (1992, 1994a, 1994b) s'est penché sur une vaste série de données de l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE) concernant la situation de 19 pays industrialisés, de 1963 à 1989, pour rédiger plusieurs articles. Son but consistait en grande partie à vérifier l'hypothèse de la convergence. Helliwell (1994a) s'est intéressé aux liens empiriques entre le commerce et le progrès technique. Plus précisément, il s'est demandé si les possibilités d'agrégation de la production dans les pays de l'OCDE entre 1963 et 1989 tendaient vers l'uniformisation et si les échanges commerciaux favorisaient le transfert international des connaissances essentielles à l'apparition de conditions techniques identiques au niveau de la production. La grande valeur de cette

approche est qu'elle tente de mesurer directement la convergence de la PTF en fonction du commerce plutôt que d'autres mesures sommaires du rendement comme le revenu par habitant ou la productivité moyenne de la main-d'oeuvre. L'auteur évite également certains des écueils les plus manifestes de l'interprétation des études transversales en se servant d'une série de données transversales chronologiquement reliées sur l'OCDE.

La production globale de chaque pays est mesurée au moyen d'une fonction de production Cobb-Douglas combinant deux facteurs, pour chaque pays i , durant la période t :

$$Y_{it} = K_{it}^{\alpha} (A_{it} L_{it})^{1-\alpha} \quad (9)$$

où K représente le capital national; L , le niveau d'emploi et A , le degré de technologie. Notons que l'auteur suppose des paramètres de partage identiques pour tous les pays, ces derniers n'étant différenciés que par le capital et la main-d'oeuvre, et le paramètre A qui représente la technologie ou la PTF⁷.

Pour mesurer le niveau technologique, on attribue une valeur à a et calcule la PTF ou valeur résiduelle de Solow de la manière habituelle, à partir de la fonction de production, en prenant les valeurs mesurables de Y , K et L pour obtenir A . En règle générale, A_{it} varie considérablement d'un pays à l'autre et dans le temps. Helliwell a pris comme point de départ la formule de convergence générale suivante :

$$d \ln A_{it} = \beta_{0i,t} + \beta_1 \ln(A_{1,t-1}/A_{it,t-1}) + \beta_2 d \ln A_{i,t-1} + \beta_3 C_i + u_{it} \quad (10)$$

dans laquelle le deuxième terme illustre l'importance du rattrapage technologique du pays examiné par rapport au pays le plus avancé – indice 1, les États-Unis; β_2 montre la persistance potentielle des valeurs résiduelles de Solow, sur laquelle s'appuie tout ce qui s'est écrit sur le cycle économique; et C_i correspond aux variables cycliques illustrant les effets de l'utilisation de la capacité. L'estimation portait sur les 19 pays. Les résultats appuient fortement la convergence des taux de progrès technique, mais ces derniers varient énormément d'un pays à l'autre.

L'auteur introduit le paramètre «commerce» en estimant d'abord l'intensité des échanges par une analyse de régression regroupant des données transversales et chronologiques :

$$TI = \log((X+M)/GDP) \quad (11)$$

Dans cette équation sur le temps et le PIB, l'intensité du commerce est le logarithme du rapport entre le volume total des échanges (exportations plus importations) et le PIB; TI est régressé au moyen d'une constante – temps et PIB réel. On ne sera guère surpris de constater que le temps a une valeur positive

tandis que la taille du pays est significativement négative dans l'explication de l'intensité des échanges.

L'approche fondamentale consiste à déterminer si l'intensité des échanges modifie la tendance d'une convergence de la technologie à l'échelon international. Ayant noté relativement peu d'indications d'une mise en commun quand il a étudié (10) sous la forme d'un jeu d'équations représentatives d'une série chronologique, Helliwell a pris les équations de convergence comme un ensemble de 27 analyses comptant chacune 19 observations, avec modification du terme constant d'une année à l'autre. L'équation qu'il a vérifiée était la suivante :

$$d\ln A_{i,t} = \beta_0 + \beta_1 \ln(A_{i,t-1}/A_{i,t-1}) + \beta_2 d\ln A_{i,t-1} + \beta_3 TI_{i,t} + \beta_4 \ln GDP_{i,t} + u_{i,t} \quad (12)$$

Pour représenter TI, Helliwell s'est servi des valeurs résiduelles de l'équation sur l'intensité des échanges. Par conséquent, on suppose que le taux de convergence technologique n'est touché que par les effets de l'intensité des échanges, expliqués par la taille du pays.

L'auteur a constaté des effets d'échelle et des effets d'intensité des échanges significatifs pour la plupart des années examinées. Le terme constant reproduit le mouvement exogène de technologie qu'on observe dans tous les pays du monde. Les coefficients relatifs à la convergence, à la taille du pays et à l'intensité des échanges ne varient pas d'un pays et d'une année à l'autre. Malgré une valeur significative, l'intensité des échanges et l'échelle concourent remarquablement peu au progrès technique cumulatif durant cette période. C'est la convergence qui explique de loin la plus grande partie des changements observés – combinés, les effets de la taille du pays et de l'ouverture du marché expliquent moins de 10 pour cent du progrès technique cumulatif. La théorie ne disant pas vraiment si les échanges commerciaux agissent sur le niveau ou sur la croissance, Helliwell a également vérifié (12) en prenant comme variable explicative supplémentaire la fluctuation de TI. Il a découvert que les effets de niveau et de fluctuation ne semblent pas avoir la même importance dans les résultats. Il formule la conclusion suivante :

Dans l'ensemble, les expériences suggèrent que le degré d'ouverture du marché influe à la fois sur le niveau et le taux de croissance de la productivité. Si l'hypothèse se confirme, il s'ensuit que certains liens positifs entre l'ouverture du marché et la croissance économique pourraient avoir un rapport avec les gains issus de l'expansion du commerce plutôt qu'avec le transfert des connaissances entre différents pays (Helliwell, 1994b, p. 265-266).

Cette conclusion doit être jugée avec circonspection, car l'auteur s'est largement fié au maintien de l'hypothèse de convergence faisant partie intégrante de l'équation (10). Bon nombre d'analyses théoriques peuvent être interprétées d'une manière analogue. L'ouverture du marché modifie le taux de diffusion du

savoir, des pays les moins technologiquement avancés aux pays les plus évolués. Faute d'un écart entre le pays à la tête et celui qui le suit, l'ouverture des marchés ne devrait pas expliquer une croissance supplémentaire de la PTF. Une autre façon d'interpréter l'hypothèse de l'ouverture des marchés serait de voir le paramètre de convergence relatif à l'écart technologique comme une fonction du degré d'ouverture des marchés et de la taille du pays, qui ne ferait alors plus partie des variables explicatives indépendantes de la croissance de la PTF. Quoiqu'elle suggère un transfert plus facile du savoir par les échanges commerciaux, l'étude de Helliwell laisse planer des doutes sur l'importance de ce mécanisme par rapport à d'autres⁸.

INVESTISSEMENT ET ENTRÉES DE CAPITAUX

LES ANALYSES TANT THÉORIQUES qu'empiriques sur la croissance donnent à penser qu'il existe un lien étroit entre l'investissement et la croissance de l'économie. Un des principaux liens de causalité théorique entre les investissements et la croissance a trait au progrès technique qu'entraîne le transfert de nouvelles techniques par le biais de l'importation de biens d'équipement. De Long et Summers (1991) ont remarqué que le prix de la machinerie et de l'équipement varie considérablement d'un pays à l'autre. Ainsi, les investissements ont tendance à être moins onéreux dans les pays riches et, sous réserve de taux d'épargne identiques, ces pays connaissent un taux élevé d'accumulation de capitaux. Ces observations ont poussé Lee (1994) à étudier le lien entre les entrées de capitaux et la croissance économique. L'auteur a calculé le prix national des investissements intérieurs pour plusieurs pays pauvres et constaté que les investissements y étaient relativement plus coûteux, soit 1,55 fois plus qu'aux États-Unis. Lee a mis au point un modèle simple de croissance endogène avec échanges commerciaux libres en partant du modèle de Rebello (1991)⁹. Ce modèle comporte deux secteurs : consommation et investissement. Dans les pays moins développés (PMD), les entrées de capitaux sont différenciées entre investissements étrangers et investissements locaux. Le chercheur fait également la distinction entre les pays industrialisés (PI) et les PMD. La croissance est exogène dans les PI, qui importent des biens de consommation et exportent leurs biens d'équipement. Les PMD, par contre, se servent des biens d'équipement étrangers et locaux et exportent des biens de consommation. Les biens d'équipement étrangers coûtent moins cher que les biens d'équipement locaux dans les PMD. La famille moyenne maximise la durée de vie des produits de la manière habituelle, ce qui permet des économies optimales.

Le modèle fait plusieurs prévisions simples. À l'équilibre, les PMD et les PI montrent un taux de croissance identique, les importations représentant une part stable et positive dans les investissements des PMD. Les prévisions les plus intéressantes se rapportent à la période de transition.

- Durant cette période, le taux de croissance du revenu est plus élevé dans les pays où les entrées de capitaux étrangers sont supérieures. Par conséquent, un pays qui recourt relativement plus aux biens d'équipement importés pour accumuler le capital connaît une croissance plus rapide.

- Quand deux PMD ont le même revenu moyen et commencent avec le même PI, le pays qui consacre une part plus importante de son revenu à l'importation de biens d'équipement bon marché verra son économie croître plus rapidement que l'autre pays.

L'analyse empirique porte essentiellement sur la prévision du modèle à l'égard de la période de transition, soit que le rapport (volume) entre les biens d'équipement nationaux et les biens d'équipement importés a un effet important sur la croissance. Les distorsions que les échanges commerciaux créent au niveau des biens d'équipement, par exemple les tarifs douaniers ou les restrictions quantitatives qui modifient le prix ou le volume des importations, deviennent d'importantes variables pour les politiques. L'équation empirique appliquée à la croissance d'un échantillon transversal de 89 pays entre 1960 et 1985 est la suivante :

$$\text{CROISS}_i = \text{const} + a\text{IMPORT}_i + b\text{INFO}_i + u_i \quad (13)$$

où CROISS représente la croissance du revenu moyen, IMPORT, le rapport entre les investissements étrangers et les investissements locaux et INFO, les autres variables utilisées pour expliquer la croissance. Ces dernières comprennent le PIB réel initial, le taux d'inscription initial au cours secondaire, le taux de croissance démographique et la part des investissements dans le PIB⁰.

Les résultats montrent nettement combien l'effet des biens d'équipement importés est important. Lorsqu'on utilise la méthode des moindres carrés (MC), le coefficient estimatif des entrées de capitaux indique qu'une hausse de 0,1 du rapport entre importations et investissements totaux entraîne une hausse annuelle de 0,3 pour cent du revenu moyen. Avec la méthode des doubles moindres carrés (DMC), la hausse passe à 0,7 pour cent. Les résultats donnent à penser que les capitaux importés sont beaucoup plus productifs que les biens de facture locale. Puisque les variables relatives au commerce jouent souvent un rôle significatif dans les analyses de régression de la croissance, Lee a vérifié la résistance de ses spécifications en y intégrant les ratios des importations totales. Sous réserve des autres variables, dont le ratio des investissements étrangers, il a ainsi constaté que les importations totales n'avaient pas d'effet significatif¹.

MODÉLISATION DES EFFETS DYNAMIQUES DE L'INTÉGRATION ÉCONOMIQUE

DANS CETTE PARTIE, NOUS UTILISERONS des modèles hypothétiques pour illustrer les effets dynamiques d'une intégration de l'économie. Chaque modèle se rapporte à une théorie explicite sur la manière dont le commerce affecte la dynamique de l'accumulation. Les modèles examinés illustrent la diversité des approches utilisées par les économistes et donnent l'ordre de grandeur des effets sur la production, l'emploi et les conditions sociales résultant des changements apportés à la politique commerciale.

NOTRE POINT DE COMPARAISON : LE MODÈLE NÉOCLASSIQUE

L'APPLICATION DU MODÈLE DYNAMIQUE DE Ho et Jorgenson (1994) aux nouvelles politiques commerciales des États-Unis est un bon exemple de modèle dynamique sans croissance endogène pourvu d'un cadre néoclassique assez traditionnel à un pays. Ce modèle suppose l'existence d'un consommateur éternel qui utilise au maximum les produits qu'il achète, donc en mesure d'économiser ou d'accumuler des capitaux réels. On procède à une ventilation en dix industries dont les fonctions de production sont caractérisées par les intrants habituels – immobilisations, main-d'oeuvre, énergie et matériaux (KLEM). Le changement technologique exogène suit le modèle de Harrod-Neutral. L'approvisionnement de main-d'oeuvre est endogène. En supposant une parfaite prévision de l'avenir, les décisions que prennent les consommateurs au niveau de l'épargne sont bien sûr plus que rationnelles. Une particularité intéressante du modèle concerne la spécification du commerce. Les demandes d'importation et d'exportation ne sont pas homothétiques et dépendent du temps pendant les périodes de transition. À prix et à revenu constants, on présume que la part des importations change de façon logistique en augmentant peu à peu avant de se stabiliser à un palier supérieur, à long terme. La fonction de demande des exportations est exogène et élastique par rapport au revenu étranger lorsqu'il est différent de un. En réalité, on suppose que la plupart des élasticités entre le revenu et les exportations dépassent un durant la période de transition mais sont égales à l'unité à l'équilibre¹².

La façon dont on traite le compte courant est moins intéressante. On estime qu'il évolue de façon exogène. Par conséquent, les modifications apportées aux politiques commerciales changent les conditions des échanges de manière à équilibrer le compte courant, comme on le faisait avec l'ancienne approche des élasticités dans la théorie sur la balance des paiements. Le comportement au niveau de l'épargne change dans une certaine mesure, mais on n'observe aucune variation au niveau des emprunts nets ou des prêts de l'étranger. La chose est malheureuse car on néglige la dynamique endogène qui peut avoir un effet important sur le compte courant et le compte de capital, avec les conséquences éventuelles qu'on suppose sur l'accumulation des richesses. Quoi qu'il en soit, outre les effets statiques habituels de la libéralisation des échanges, le modèle intègre l'effet d'accumulation habituellement associé aux modèles d'une économie fermée dans laquelle les politiques fiscales agissent sur l'économie et l'investissement.

On s'est servi d'un ensemble de variables sur l'état initial pour effectuer une estimation et une simulation économétriques du modèle Ho-Jorgenson. Aucune restriction n'a été imposée à l'équilibre dans le cas de base. Les équations sur le commerce n'étant pas homothétiques, presque tous les changements surviennent durant la période de transition, jusqu'au nouvel équilibre. De plus, on suppose que la croissance démographique atteint zéro à la fin de la simulation de 75 ans. Bien que cette restriction semble n'avoir été imposée que pour faciliter le calcul, le passage graduel à une croissance démographique nulle a certains effets d'accumulation.

En règle générale, les politiques commerciales ont des effets plus importants dans le modèle Ho-Jorgenson que dans les modèles statiques. La réduction des tarifs douaniers et des contingents aux États-Unis et ailleurs dans le monde à partir de 1980 se traduit par une hausse du PIB d'environ 0,5 pour cent et une hausse de la consommation de 1,2 pour cent en 2040. Le stock de capital progresse de 0,8 pour cent, signe qu'on ne peut passer sous silence les effets d'accumulation. On doit la situation à un recul assez important du prix des biens d'équipement (environ 1,2 pour cent). Contrairement à de nombreux modèles statiques illustrant des coupures multilatérales aux droits de douane, le modèle Ho-Jorgenson prévoit une détérioration des conditions relatives aux échanges commerciaux pour les États-Unis. Si les chiffres semblent anodins, ils demeurent nettement supérieurs aux gains que devraient réaliser les États-Unis, selon les modèles statiques comme celui de Deardorff et Stern (1986) - 0,1 pour cent du PIB américain – ou celui de Whalley (1985) - 0,05 pour cent pour une réduction multilatérale de 50 pour cent.

Il est peu étonnant que le modèle révèle une très faible croissance. L'élimination de toutes les barrières tarifaires ou presque relève le taux de croissance annuel moyen du PIB réel de 3,47 à 3,50 pour cent entre 1980 et 1990. De 1980 à 2000, le taux de croissance passe de 2,34 à 2,38 pour cent¹³.

Le modèle soulève quelques points intéressants. Tout d'abord, dans quelle mesure les résultats sont-ils sensibles aux élasticités de revenu non unitaires dans les équations sur le commerce? De toute évidence, le modèle s'appuie sur un tableau passablement optimiste de la croissance des exportations américaines par rapport au reste du monde. Pour faciliter la comparaison, on aurait besoin d'un modèle articulé sur l'hypothèse d'un équilibre, même si une telle comparaison n'a guère d'utilité aux fins de politique. Enfin, il conviendrait d'approfondir l'analyse du compte de capital et du compte courant. Dans l'ensemble cependant, il s'agit d'un excellent exemple de la manière dont on peut accroître le dynamisme des modèles néoclassiques sur le commerce et l'intégration de l'économie.

UNE ANALYSE SÉRIEUSE DU COMPTE DE CAPITAL : GOULDER–EICHENGREEN

LE MODÈLE DE GOULDER ET EICHENGREEN (1992) est intéressant parce qu'il combine plusieurs pays. Ce modèle néoclassique explicite optimise les consommateurs et les producteurs. La spécification des aspects consommation, commerce et production ressemble passablement à celle de Ho-Jorgenson, à deux grandes exceptions près. Tout d'abord, il existe une dynamique manifeste des investissements du côté de la production, par la simple supposition de coûts d'ajustement – contrairement au modèle Ho-Jorgenson où l'épargne se traduisait automatiquement par un investissement, avec rectification instantanée du stock de capital. Pour l'industrie, il s'ensuit que le capital ne bouge pas d'un secteur à l'autre et qu'investir prend du temps. Deuxièmement, il s'agit d'un modèle à deux pays, si bien que la dynamique du compte courant devient endogène. Les

décisions en matière d'investissement y sont intégrées par l'introduction d'une «préférence» entre l'actif étranger et l'actif national. Plus exactement, une fonction agrégative CES détermine la préférence entre les deux sources d'actif. La part du portefeuille détenue par chaque type d'actif dépend du taux de rendement respectif, après imposition. On suppose que les consommateurs et les investisseurs privilégient les éléments d'actif nationaux, conformément au comportement observé au niveau des investissements. Cette préférence devient un important mécanisme de transmission quand les orientations en matière d'investissement changent, ce qui affecte le compte de capital, donc la dynamique du compte courant d'une façon largement cohérente avec la manière dont les théories modernes sur les finances internationales présentent l'équilibre des investissements. Si les puristes critiquent la façon dont le modèle incorpore les préférences en matière d'actif, on ne peut négliger cet aspect dans un monde où le capital financier est si mobile, si l'on veut analyser les effets intertemporels de la libéralisation des échanges ou de l'intégration de l'économie¹⁴.

Les coupures multilatérales de tarif douanier améliorent les conditions sociales de 2,8 pour cent – un des résultats les plus élevés qu'il m'a été donné de voir avec un modèle de type néoclassique. Dans leur analyse, Goulder et Eichengreen s'intéressent principalement aux réductions unilatérales des droits de douane et des contingents américains, ainsi qu'à l'effet du marché international des capitaux sur la réaction du modèle à la libéralisation du commerce. Je me concentrerai sur ce dernier aspect, qui est l'élément le plus innovateur du modèle.

Une réduction des tarifs douaniers américains a des effets négatifs sur la situation commerciale des États-Unis. La détérioration s'accroît avec le temps, à mesure que les États-Unis modifient leur stock de capital en fonction de la hausse des importations. Gould et Eichengreen soutiennent que l'effet principal résulte dans une large mesure de la demande – c'est-à-dire que les indices de la demande accordent plus de poids aux marchandises importées. L'érosion des investissements dans les secteurs qui doivent concurrencer les importations consécutivement aux coupures tarifaires réduit le stock de capital à long terme. Le compte courant évolue essentiellement d'après la manière dont les investissements s'ajustent aux changements de tarif – aspect que négligent pratiquement les autres modèles dynamiques sur le commerce. Pour ajuster les investissements dans le modèle, on normalise les prix en établissant un salaire nominal dans les deux pays. Pour cela, il est nécessaire d'introduire un taux de change. L'abolition des tarifs affaiblit le dollar américain, ce qui diminue la valeur des actions américaines détenues par les pays étrangers sous le niveau souhaité. Pour rétablir l'équilibre, les investisseurs étrangers consacrent une plus grande partie de leurs économies à l'accumulation de valeurs américaines ce qui, en retour, fait fléchir le taux d'intérêt et les épargnes aux États-Unis, et relance les investissements. Le compte courant finit donc par accuser un déficit.

Gould et Eichengreen ont constaté que la balance commerciale retrouve une position excédentaire au bout de neuf ans, cela afin de pallier la progression du niveau d'endettement à l'égard des autres pays. Les chercheurs ont aussi déterminé

la rapidité approximative de l'ajustement en prenant comme étalon la demi-vie du rapport capital-production. Dans le cas d'une coupure unilatérale des tarifs douaniers, il faut huit ans pour atteindre le point correspondant à la demi-vie, laps de temps relativement court comparativement à celui que donnent d'autres modèles.

Les auteurs mettent en relief la manière dont les résultats peuvent varier quand on suppose la mobilité du capital en examinant le cas où l'échange de valeurs entre pays est interdit d'une manière quelconque, p. ex. moins grande ouverture du marché financier. L'effet principal vient d'une réduction de l'actif étranger détenu par chaque pays quand les capitaux ne sont plus aussi mobiles. Supposons que les habitants des États-Unis soient propriétaires de la plupart des capitaux américains au moment où surviennent les coupures tarifaires. Les pertes et les gains de capitaux subséquents réalisés sur les valeurs américaines sont entièrement absorbés par les États-Unis. L'abolition du tarif douanier accroît la valeur des entreprises inframarginales. Ce gain compense partiellement les pertes de rendement et la détérioration des conditions commerciales qui résultent de la réduction des tarifs. Si les placements avaient été diversifiés sur le plan international, les investisseurs étrangers auraient profité d'une partie des gains. Le point principal est que la modification du prix de l'actif, consécutivement à un changement de politique, influe sur la répartition internationale de la richesse et des conditions sociales dans un modèle où le revenu et le niveau de vie ne sont pas les mêmes pour des agents différents. Il est essentiel de modéliser le degré d'ouverture du marché des valeurs si on veut évaluer l'intégration du marché des marchandises ou des facteurs. Gould et Eichengreen ont également remarqué qu'une fermeture des marchés, même si elle réduit les possibilités de régularisation de la consommation, n'exerce pas une grande influence sur le modèle. Selon eux, la réduction des coûts d'ajustement accélère la réalisation de la situation à long terme, donc amplifie les résultats de nature sociale. Il s'ensuit que les modèles statiques qui ne tiennent pas compte des coûts d'ajustement surestiment le coût et les avantages des changements de politique¹⁵.

INVESTISSEMENTS, ÉCONOMIES D'ÉCHELLE ET CONCURRENCE IMPARFAITE : MERCENIER—AKITOBY 1993

VOICI UN MODÈLE MULTISECTORIEL à équilibre général de l'économie européenne recourant à six régions : la Grande-Bretagne, l'Allemagne, la France, l'Italie, le reste de la Communauté européenne (RE) et le reste de l'OCDE (RM-reste du monde). Le modèle se distingue des modèles néoclassiques à deux égards. En premier lieu, il suppose que les marchés de produits se caractérisent par une concurrence imparfaite, subissent l'influence de la majorité des prix et se caractérisent par des économies d'échelle statiques. Deuxièmement, le marché du travail a pour caractéristique la rigidité des salaires institutionnels réels à court terme. Par conséquent, au lieu de se concentrer sur les effets réels de l'intégration

économique sur les salaires, le modèle insiste sur les gains potentiels au niveau de l'emploi. Étant donné l'indexation des salaires, tout changement de productivité se répercute d'abord sur les prix.

La documentation des dix dernières années sur la politique commerciale de l'Europe aborde une question importante, à savoir comment modéliser l'effet de l'intégration de 1992. Le problème fondamental est que les barrières tarifaires entre les pays européens sont relativement faibles et la quantification des barrières non tarifaires de la CE s'avère particulièrement difficile. Ceux qui s'intéressent à la concurrence imparfaite dans la CE 1992 ont pris pour habitude de contourner le problème et de prendre l'intégration économique comme un changement structurel du comportement des oligopoles en ce qui concerne la fixation des prix. Plus précisément, on suppose qu'avant l'intégration, les prix font une discrimination entre les marchés nationaux. La discrimination des prix ne peut être préservée après l'intégration en raison de l'arbitrage implicite suivant celle-ci. Il est facile de procéder à une telle modélisation, dont Smith et Venables (1988) ont été les pionniers. La base empirique d'une telle hypothèse, à savoir les conséquences de l'intégration sur le fonctionnement du marché, repose sur deux observations mentionnées dans une importante étude de la Commission européenne sur la CE 1992¹⁶. Tout d'abord, on a remarqué une dispersion appréciable des prix entre les marchés régionaux de la CE à partir de données assez désagrégées. La dispersion est plus importante à l'intérieur de la CE que sur une base nationale. Deuxièmement, ce sont les secteurs pour lesquels les barrières non tarifaires étaient plus élevées qui semblent montrer la plus forte dispersion des prix. On suppose que l'abolition des barrières non tarifaires éliminera la dispersion attribuable à la segmentation des marchés nationaux¹⁷.

Une agrégation dynamique réduisant l'avenir infini en deux périodes (court terme et long terme) simplifie considérablement la dynamique du modèle. Il est ainsi possible de détailler la structure de l'industrie davantage et d'étudier les effets de l'entrée et de la sortie des industries après l'intégration. On ne le fait cependant pas sans inconvénient. En effet, limiter l'analyse à deux périodes entraîne une simplification à outrance de la description des possibilités de production intertemporelles. De plus, l'usage d'un horizon fini s'impose; dans l'exemple empirique, cet horizon est de 20 ans¹⁸.

Le modèle compte neuf secteurs et décrit à loisir la structure de l'industrie, comme il est désormais courant de le faire dans les analyses de l'équilibre général appliqué (EGA), dans des conditions de concurrence imparfaite. Les économies d'échelle et les majorations sont calibrées au point de référence. Les économies d'échelle sont passablement importantes à ce point. Ainsi, le rapport entre le coût marginal et le coût moyen varie d'une moyenne d'environ 0,62 pour les produits pharmaceutiques à 0,83 pour l'équipement de bureau, au sein de la CE. On note aussi une forte discrimination des prix au point de référence. En règle générale, la majoration des prix a tendance à être plus élevée sur le marché intérieur que sur le marché d'exportation, le prix des exportations étant de 10 à 2 pour cent inférieur à celui du prix national pour le même produit.

Le principal avantage du modèle est qu'il intègre la dynamique de l'entrée et de la sortie d'une industrie dans une économie non concurrentielle par un usage astucieux de l'analyse périodique de Marshall. On suppose que l'industrie a une structure fixe à court terme et peut enregistrer des pertes ou des bénéfices anormaux. À long terme, l'entrée et la sortie des entreprises crée un bénéfice nul. Une dynamique de ce genre peut différer considérablement de la dynamique illustrée par les modèles néoclassiques d'ajustement des coûts et déboucher sur un mécanisme fort distinct d'accumulation du capital.

En règle générale, les résultats quantitatifs du modèle confirment l'hypothèse que la CE 1992 donnera lieu à des améliorations appréciables – elles sont cependant inférieures à celles mentionnées dans le rapport Cecchini. Le niveau de vie se relève dans tous les pays. À l'exception du reste de l'Europe (RE), les améliorations varient de 1,5 à 2,4 pour cent du PIB. Dans tous les pays sauf RE, on remarque une nette amélioration des économies d'échelle. Le principal effet dynamique (à long terme) du changement est l'accroissement des investissements, ce qui concourt à augmenter la capacité de production à long terme. L'amélioration varie d'une hausse de 2,6 pour cent en Allemagne à une hausse de 1,5 pour cent en Italie. Seul RE accuse un recul des investissements, attribuable aux effets de la détérioration des conditions commerciales. La situation de l'emploi se redresse de façon significative (de 1,1 à 0,5 pour cent). Puisque le salaire réel est fixe, la réduction des prix fait fléchir les salaires, donc accroît la compétitivité de l'Europe par rapport au reste du monde (RM).

Étant donné des méthodes d'agrégation utilisées par le modèle, il est impossible de déterminer exactement les résultats qu'on obtiendrait sans agrégation au niveau du temps. Il conviendrait d'approfondir la question. Les résultats indiquent néanmoins que si le programme d'intégration CE 1992 a pour but d'éliminer la discrimination des prix, les effets pourraient ne pas être aussi importants que prévu. Le modèle général utilisé présente cependant beaucoup plus d'intérêt. Il serait curieux de l'appliquer à un cas caractérisé par des barrières commerciales beaucoup plus conventionnelles.

EXTERNALITÉS DU STOCK DE CAPITAL – LE MODÈLE DE BALDWIN

LES TRAVAUX DE BALDWIN (1992) constituent une importante innovation, car cet auteur est le premier à s'attaquer au problème des effets quantitatifs dynamiques d'une accumulation induite en présence d'externalités de capital. Baldwin recourt à un modèle de croissance ordinaire avec agent représentatif d'un secteur unique, mais introduit le capital physique en tant qu'externalité positive dans la fonction de production, à savoir que le produit marginal social du capital diffère du produit marginal privé.

L'effet externe est modélisé de la façon suivante. Les entreprises sont décrites par une fonction de production «privée» comme celle-ci :

$$y = Ak^\alpha l^{1-\alpha} \quad (14)$$

On calcule les intrants totaux K et L en additionnant les k et l individuels des entreprises. A représente la productivité totale des facteurs indiquée par les entreprises. On suppose que A évolue en fonction de l'équation :

$$A(t) = e^{nt} K^\theta \quad (15)$$

Les économies externes viennent donc d'une hausse du stock de capital global.

Supposons que l'effet statique de la libéralisation des échanges ou de l'intégration de l'économie sur la production en pour cent est $\hat{\beta}$ étant donné un stock de capital stable. Baldwin exprime l'effet dynamique du changement de production globale à un point indéterminé dans le temps comme suit :

$$\hat{Y} = \left(\frac{1}{\alpha + \theta} - 1 \right) \hat{\beta} + \hat{\beta} \quad (16)$$

Cette formule illustre le rôle capital de l'élasticité capital social-production, $\alpha + \theta$.

On ne s'entend pas sur l'ordre de grandeur exact de cette élasticité. Citant diverses études, Baldwin estime que la valeur du paramètre varie de 0,195 à 0,576 en Europe. On peut supposer que l'accumulation induite de capital est un multiple de l'effet statique observé en (16). Partant des estimations de $\alpha + \theta$, l'effet statique $\hat{\beta}$ sous-estime la variation de la production réelle de 30 à 136 pour cent. Plus l'élasticité capital-production est grande, plus importante est l'erreur entre l'estimation dynamique et l'estimation statique. L'auteur montre l'incidence d'une telle correction des effets courants du PIB pour plusieurs pays de la CE en se servant des estimations du rapport Cecchini sur l'effet statique de l'intégration de l'Europe en 1992. Par exemple, dans le rapport, l'effet statique sur le PIB de l'Allemagne varie entre 3,2 et 8,4 pour cent. Après correction cependant, Baldwin obtient des changements dynamiques variant de 5,7 à 14,9 pour cent¹⁹.

Pour calculer la variation des conditions sociales, il est nécessaire d'actualiser les gains de consommation qui résultent de la nouvelle accumulation. L'effet de multiplication est assez important et varie de 0,17 à 0,87 pour la Belgique, par exemple. Bref, le niveau de vie s'améliore de 17 à 87 pour cent, comparativement à la situation indiquée par une mesure statique classique de l'espérance mathématique ou de la valeur courante.

TABLEAU 2

VALEURS DE DÉPART POUR LA CONVERGENCE

	Revenu par habitant en 1985 (\$ PPA)	$\frac{y_i}{\bar{y}}$	Population (millions d'habitants)		
			1989	2000	2025
Amérique centrale et Antilles	2 222	0,43	42	54	84
Mexique	5 332	0,77	85	103	142
Brésil	3 995	0,54	147	178	236
Autres pays d'Amérique du Sud	3 597	0,51	131	173	232
États-Unis et Canada	16 610	1,03	275	301	341

Source : Harris et Robertson (1993).

L'HYPOTHÈSE DE CONVERGENCE – HARRIS–ROBERTSON

L'IDÉE QUE LA CONVERGENCE AIT MAILLE À PARTIR avec la politique commerciale ou l'intégration de l'économie est celle qui est revenue le plus souvent dans notre analyse jusqu'à présent. Harris et Robertson (1993) sont partis du même point de vue pour estimer les gains dynamiques potentiels que pourrait entraîner la création d'une zone de libre-échange dans l'hémisphère occidental – par un élargissement de l'ALENA baptisé ALEHO qui inclurait les pays d'Amérique latine et les Antilles. Les gains statiques résultant de l'ALEHO sont significatifs, les gains estimatifs allant de 2 à 7 pour cent du PIB pour l'Amérique latine. Les gains totaux estimés sont généralement assez faibles – soit de 0,5 à 1,5 pour cent. L'exercice entrepris par Harris-Robertson a pour origine l'observation de Ben-David selon laquelle l'importance de l'intégration économique modifie le taux de convergence des niveaux dans la région concernée. La question qu'on pourrait se poser parallèlement est la suivante : en quoi la croissance et le revenu seraient-ils affectés si l'ALEHO reproduisait en Amérique latine l'expérience de l'Europe après la signature du Traité de Rome? Le modèle théorique de base utilisé pour l'analyse est le modèle de croissance néoclassique Solow-Swan, qui calibre le niveau de revenu à l'équilibre, combiné à une équation de convergence qui devrait varier avec les changements subis par le régime commercial.

Que signifierait un tel taux de convergence pour les pays des deux Amériques, en ce qui concerne la croissance du PIB par habitant, advenant le cas où l'expérience ressemble à celle des pays d'Europe après la formation du Marché commun? Pour le savoir, les auteurs recourent à une version de l'équation de convergence fondamentale en y assortissant quelques hypothèses sur la tendance suivie par la progression des revenus au Canada et aux États-Unis et sur la croissance démographique observée dans les deux régions. Les valeurs initiales du revenu moyen dans cinq grandes infrarégions de l'hémisphère occidental viennent

TABLEAU 3

ÉCART PRÉVU PAR RAPPORT AU REVENU DES ÉTATS-UNIS ET DU CANADA (%)

Année	Amérique centrale et Antilles			Amérique du Sud (sauf Brésil et Mexique)			Brésil			Mexique		
	Lent	Rapide	Base	Lent	Rapide	Base	Lent	Rapide	Base	Lent	Rapide	Base
1995	85,2	85,2	85,2	77,0	77,0	77,0	74,7	74,7	74,7	67,1	67,1	67,1
2000	78,0	80,7	84,4	69,7	72,4	76,3	67,5	70,2	74,1	60,6	63,0	66,7
2005	69,5	75,5	83,6	61,4	67,2	75,6	59,4	65,1	73,3	53,2	58,4	66,1
2006	67,7	74,4	83,5	59,7	66,1	75,4	57,7	64,0	73,2	51,8	57,5	66,0

Remarque : Φ Rapide = 0,9301; Φ lent = 0,9597; Φ base = 0,9908.
 Voir le corps du texte pour des explications.
 Source : Harris et Robertson (1993).

des tables Penn World de Summers et Heston (1991). Ces valeurs et la population prévue, donnée par la Banque mondiale (1991b), apparaissent au tableau 2.

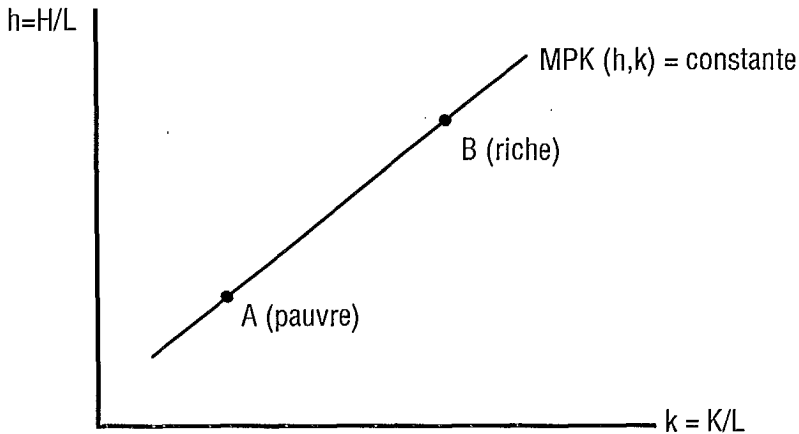
On a comparé les estimations du PIB total et du PIB par habitant pour deux scénarios : la signature d'un accord de libre-échange «hémisphérique» en 1995, avec abolition des tarifs douaniers d'ici l'an 2000, et aucune réduction de tarif, avec convergence des revenus au taux correspondant à celui observé en Europe avant la signature du Traité de Rome, à savoir demi-vie de 75 ans. Les tableaux qui suivent montrent l'écart de croissance du PIB. Le tableau 3 indique l'écart du revenu moyen pour plusieurs pays de l'hémisphère occidental et la région États-Unis-Canada, avec et sans ALEHO.

Avec le scénario de l'ALEHO, les deux colonnes représentent respectivement la limite inférieure et la limite supérieure de l'écart-type des estimations de Ben-David. On suppose que le statu quo survenu vers 1985 se maintient indéfiniment au niveau de la politique commerciale. On présume aussi la préservation de l'Accord de libre-échange entre le Canada et les États-Unis (ALE) dans tous les cas. L'écart de revenu est défini par $-100(y^i - y^N)/y^N$ pour le pays/la région i , où y représente le PIB par habitant et y^N , le PIB par habitant de la région Canada-États-Unis. Durant la période de dix ans, l'écart moyen diminue d'environ 13 pour cent pour l'Amérique centrale, le Brésil et l'Amérique du Sud. Dans le cas du Mexique, la réduction atteint environ 14 pour cent. Remarquons que même après ce laps de temps, un important écart demeure au niveau du revenu par habitant, mais il rétrécit beaucoup plus vite avec un marché commun qu'en l'absence d'une telle structure.

Quand on examine les gains de revenu en fonction du PIB national au lieu de l'écart avec le revenu de la région Canada-États-Unis, on obtient des chiffres étonnants. Dans le cas du Brésil par exemple, les résultats révèlent une hausse de 34 à 57 pour cent du PIB d'ici l'an 2006, comparativement à ce qu'on observe en

FIGURE 4

DISPERSION DU REVENU PAR HABITANT ENTRE LES SIX PREMIERS PAYS
DE LA CEE, 1950-1985



l'absence de l'ALEHO. Les chiffres surestiment sans aucun doute l'incidence du libre-échange dans la région. La comparaison avec l'Europe pourrait s'avérer inappropriée en raison de la proximité géographique des pays en Europe, proximité qui n'est pas aussi importante en Amérique du Sud²⁰. Quoi qu'il en soit, les résultats suggèrent qu'on doit tenir compte de l'énorme importance potentielle d'une convergence des revenus lorsqu'on examine les avantages à long terme d'une libéralisation des échanges.

CAPITAL HUMAIN ET FLUX INTERNATIONAUX DE CAPITAUX

LE CAPITAL HUMAIN EST UN DES MOTEURS de la croissance qu'on retrouve dans les anciennes et les nouvelles théories sur la croissance. Lucas (1988, 1990) donne une raison pour laquelle certains pays restent pauvres : le capital s'écoule mal des pays riches aux pays pauvres si ceux-ci ne disposent pas d'un capital humain suffisant par travailleur. La théorie de base est assez simple. Supposons que la capacité de production d'un pays soit décrite par la fonction de production agrégative néoclassique que voici :

$$Y=F(K,H,L) \quad (17)$$

Les facteurs de production sont le capital physique K , le capital humain H et la main-d'oeuvre brute L . Le produit marginal du capital physique est une fonction qui dépend des rapports $k=K/L$ et $h=H/L$. Cette fonction est représentée par $(MPK)(k,h)$. Si $F(\cdot)$ présente les propriétés néoclassiques habituelles, la productivité marginale du lieu géométrique que représente l'isovaleur du capital (MPK) a une pente positive, comme l'indique la figure 4.

TABLEAU 4

REVENU RELATIF PAR HABITANT ET CAPITAL HUMAIN RELATIF EN 1980

	Revenu relatif par habitant (%)	Part en pour cent de l'écart de revenu expliquée par le capital humain (%)	Importance relative du capital humain par personne (%)
Bangladesh	4,4	15,2	45,2
Brésil	29,7	55,0	37,8
Cameroun	10,1	19,4	49,6
Canada	85,7	92,9	91,4
Équateur	21,7	50,6	27,6
Honduras	9,7	22,8	49,4
Japon	63,8	32,5	82,3
Nouvelle-Zélande	61,0	96,7	5,9
Panama	23,3	37,5	54,4
Sri Lanka	10,8	43,5	43,5

Source : Gundlach (1994).

Les pays riches détiennent un vaste capital physique et humain, ainsi que l'illustre le point B au lieu géométrique iso-MPK. Le capital humain et le capital physique des pays pauvres représentés par A, par contre, sont relativement faibles. Si le capital se déplace d'un pays à l'autre mais pas le capital humain, comme l'indique le graphique, on peut atteindre l'équilibre à long terme sans qu'il y ait écoulement du capital physique, car le produit marginal du capital physique est identique aux deux endroits, alors que d'importants écarts demeurent au niveau du revenu moyen. Cette approche théorique fondamentale permet d'accommoder considérablement les écarts de revenu sans tenir compte de la variation apparente de la base technologique dans les deux pays. Rares sont ceux qui soutiennent que les écarts de revenu proviennent tous d'une variation du capital humain, mais beaucoup d'analystes accepteront cette raison pour expliquer une grande partie de l'écart observé. Gundlach (1994) a récemment estimé quelle part du revenu moyen de nombreux pays peut être expliquée par une variation du capital humain, quand on compare ces pays aux États-Unis. Le tableau 4 donne les résultats obtenus pour quelques-uns de ces pays.

Selon le pays, l'importance du capital humain peut expliquer à elle seule une grande partie de l'écart de revenu. On s'est cependant relativement peu intéressé aux conséquences de telles observations sur le commerce et la croissance de

l'économie. Parallèlement, étant donné la forte proportion du revenu national attribuable à la main-d'oeuvre et puisqu'une bonne partie de ce revenu peut être considérée comme le rendement du capital humain, une modification importante des politiques, similaire à l'intégration de l'économie, devrait agir à la fois sur le rendement du capital humain et son accumulation subséquente.

Harris (1994) étudie la question au moyen d'un modèle de croissance explicite à deux pays, qu'il applique à l'intégration économique de l'Amérique du Nord et de l'Amérique du Sud dans le cadre d'un accord similaire à l'ALENA. Le modèle présente les caractéristiques fondamentales suivantes :

- mobilité des nouveaux investissements entre les pays;
- immobilité du capital humain et de la main-d'oeuvre brute;
- formation de capital humain restreinte par le revenu;
- divergence des tendances démographiques à long terme; et
- technologie identique dans les régions.

Ce modèle part de l'hypothèse extrême que tous les écarts de revenu résultent de la variation du capital humain et du capital physique. Puisqu'on suppose en outre que les nouveaux investissements sont mobiles, le modèle doit être étalonné pour qu'au point d'équilibre initial, le capital physique ne puisse se déplacer d'une région à l'autre. Pour rendre le modèle cohérent avec les données observées, il est nécessaire d'y intégrer les obstacles au déplacement du capital, qu'il s'agisse de restrictions juridiques, de contrôles gouvernementaux sur les investissements étrangers, de mesures fiscales sur le capital ou de l'incertitude concernant les droits de propriété. Ces obstacles prennent la forme d'un impôt *ad valorem* sur le rendement du capital d'origine étrangère investi en Amérique du Sud (le Sud).

Une fois le modèle correctement étalonné pour l'analyse des données sur la croissance de l'Amérique du Nord et de l'Amérique du Sud entre 1970 et 1988 et la simulation de la situation au cours du siècle suivant, on constate une convergence relativement faible des revenus. Il semble y avoir deux raisons à cela. Tout d'abord, dans un modèle où les revenus diminuent, la rapidité de la convergence est liée au recul de la productivité marginale des facteurs en train de s'accumuler par rapport à l'augmentation du capital. Elle correspond à peu près à l'élasticité de la production dans la définition générale du stock de capital – physique et humain. Dans le présent modèle, la valeur obtenue se situe entre 0,60 et 0,65 – elle est beaucoup plus près de l'unité que dans les modèles habituels qui ne tiennent compte que du capital physique. Il s'ensuit une convergence beaucoup plus lente qu'en d'autres cas. Dans un modèle à économie fermée reprenant ce cadre, la demi-vie de la convergence jusqu'à l'équilibre est d'environ 30 à 35 ans. Il faut aussi tenir compte du capital humain non échangé, qui ralentit la vitesse à laquelle les ratios capital-main-d'oeuvre convergent entre les pays. De

plus, puisque le taux d'économie et le taux de croissance démographique diffèrent d'une région à l'autre, la dynamique potentielle du modèle est passablement complexe face à un écoulement élastique du capital. Par exemple, la croissance plus rapide de la population active dans le Sud entraîne une hausse du rendement du capital dans cette région, ce qui attire les investissements alors qu'une accumulation plus faible du capital humain a tendance à avoir l'effet inverse. Pour des raisons d'ordre pratique, tout se joue au niveau de la dynamique de la période de transition.

L'approximation des gains de production statiques résultant de la libéralisation des échanges est un peu perçue comme un changement unique du rendement des facteurs de production dans une fonction agrégative du PIB, conformément à la méthode mise au point par Baldwin (1992)²¹. On peut donc considérer que l'ouverture des marchés accroît la productivité de tous les facteurs (hausse «neutre») ou d'un seul d'entre eux (hausse «biaisée»). Envisageons la fonction de production générale suivante :

$$Y=F(\tau_L, \tau_K, \tau_H H) \quad (18)$$

Les paramètres du changement τ_f donnent une valeur approximative de l'effet unique d'une réduction des barrières tarifaires sur le rendement des facteurs. Avec des effets essentiellement neutres sur la productivité, on peut dire qu'il y a une hausse proportionnelle de tous les paramètres τ . Dans ce cas, le prix des facteurs joue un rôle déterminant dans le mécanisme de transmission voulant que l'intégration du commerce ait des effets à long terme sur l'accumulation, avec un effet de «croissance» induit en prime. Le prix des facteurs peut être considéré comme la valeur dérivée des facteurs de la fonction agrégative du PIB. Se demander quel paramètre τ_f augmente à la suite de la libéralisation des échanges revient un peu à se demander le prix de quel facteur sera le plus touché par une telle ouverture du marché.

On examine trois «biais» de productivité attribuables au choc de l'intégration. Le premier est que tous les changements de productivité ont un effet neutre sur les facteurs, de sorte que le prix de ces derniers connaît la même hausse proportionnelle. Parallèlement, les théories sur le commerce suggèrent que l'ouverture des marchés a tendance à accroître différemment le rendement de certains facteurs par rapport à d'autres. Vue sous l'angle de la «nouvelle théorie sur le commerce», la protection, par exemple, débouche sur la prévision que ce sont les facteurs exploités de façon intensive par les secteurs protégés qui voient leur rendement augmenter le plus après la libéralisation des échanges²². Le genre de protection utilisé dans les deux Amériques est passablement clair. En Amérique du Nord (le Nord), on protège les produits qui exigent une main-d'oeuvre abondante et l'agriculture, tandis qu'en Amérique latine, la substitution des importations dans le secteur manufacturier, pratiquée depuis si longtemps, a levé des barrières qui interdisent une production de type industriel. Selon Harris et Robertson (1993),

77 pour cent des améliorations statiques totales du niveau de vie que l'Amérique latine retirerait d'un accord de libre-échange dans l'hémisphère occidental se réaliseraient dans le secteur manufacturier. Pack (1988) a résumé ce point de vue sur la concentration insuffisante du capital dans les pays en développement. De son côté, en 1983, Kreuger a entrepris une série d'études qui ont dégagé les effets potentiellement importants de la substitution des importations sur l'emploi. Ces effets ont tendance à favoriser une expansion artificielle des secteurs avides de capitaux²³.

Le point de vue opposé à celui de la «nouvelle théorie sur le commerce» nous est suggéré par le modèle classique à deux facteurs de Heckscher-Ohlin. Selon ce modèle, la protection a tendance à réduire la productivité du secteur des exportations. Connaissant l'axe de protection Nord-Sud qui existe dans l'hémisphère occidental, un ALEHO accroîtrait le rendement des produits exigeant une main-d'oeuvre intensive dans le Sud et celui des exportations à forte injection de capitaux dans le Nord. Conformément au théorème de Stolper-Samuelson, le prix des facteurs s'en ressentirait. Un choc similaire à celui de l'adoption de l'ALEHO dans le modèle de Heckscher-Ohlin entraînerait le relèvement des salaires réels dans le Sud et du rendement réel des investissements dans le Nord. C'est ce qu'on appelle le biais Heckscher-Ohlin. Du point de vue analytique, toutes les hausses de productivité de la main-d'oeuvre sont attribuées à une amélioration du rendement de la main-d'oeuvre manuelle plutôt qu'à une hausse du rendement du capital humain.

Le principal changement de politique hypothétique examiné concerne l'introduction de l'ALEHO en 1995. Le choc statique qu'une telle politique aurait sur la productivité, exprimé par la hausse des paramètres τ_i , se répartit sur cinq ans jusqu'en 2000. L'aspect intéressant du modèle est la forte persistance du choc de l'intégration sur la répartition des facteurs entre les régions et sur l'accumulation des facteurs. La hausse de rendement augmente généralement les revenus, ce qui accroît le capital humain et attire les investissements. Les changements de productivité biaisés agissent sur la répartition des facteurs. En supposant que la «nouvelle théorie sur le commerce» fausse le choc de l'intégration subi par la productivité, il y aurait hausse du rendement relatif du capital dans le Sud, ce qui modifierait la part des investissements totaux dans la région, le Sud étant la partie de l'hémisphère susceptible de bénéficier le plus de la libéralisation. L'effet persiste cependant longtemps. Après avoir augmenté, la part des investissements reste élevée, car le Sud détient désormais une plus grande proportion du PIB et du stock de capital régionaux. En ce qui concerne le biais de Heckscher-Ohlin, les gains de productivité réalisés dans le Sud affectent plus les salaires que le rendement du capital. Par conséquent, la migration des investissements vers le Sud ralentit. La nature instable du modèle revêt alors une importance capitale. En effet, la population active grossit beaucoup plus rapidement dans le Sud que dans le Nord – elle double pratiquement au cours de la période à l'étude. Puisque

TABLEAU 5

FACTEUR DE MULTIPLICATION DYNAMIQUE DU RENDEMENT

Année	2000	2005	2010	2015	2020	2025
Choc neutre						
Y_s	1,25	1,54	1,78	1,97	2,14	2,28
Y_n	1,01	1,04	1,10	1,17	1,23	1,29
Y_w	1,21	1,47	1,71	1,94	2,15	2,35
Choc biaisé : main-d'oeuvre dans l'hémisphère Nord et capital dans l'hémisphère Sud						
Y_s	1,10	1,41	1,64	1,82	1,98	2,11
Y_n	0,72	0,58	0,47	0,38	0,28	0,17
Y_w	1,01	1,23	1,42	1,59	1,75	1,89
Choc biaisé : capital dans l'hémisphère Nord et main-d'oeuvre dans l'hémisphère Sud						
Y_s	1,17	1,40	1,59	1,74	1,87	1,98
Y_n	0,99	1,11	1,25	1,40	1,55	1,69
Y_w	1,14	1,38	1,61	1,82	2,02	2,20
Source : Harris (1994), tableaux M1-M3.						

la productivité du facteur le plus abondant dans le Sud augmente elle aussi, la hausse des revenus dans le Sud dépasse celle qu'elle aurait dû être si la croissance de productivité avait affecté des facteurs à progression plus lente.

Quoi qu'il en soit, l'intégration a d'importants effets à long terme, distincts des effets statiques à court terme. Les résultats de cette «multiplication dynamique» des gains apparaissent au tableau 5. Le multiplicateur correspond à la variation du PIB par rapport à sa hausse statique hypothétique au cours d'une année donnée. Par exemple, si l'effet statique est de 2 pour cent et le multiplicateur 2,0 en 2010, on peut conclure qu'en 2010, le PIB régional dépassera de 4 pour cent le PIB qu'on aurait relevé sans intégration du commerce. Les données du tableau 5 supposent un gain de productivité de 6 pour cent dans le Sud, consécutivement à l'adoption de l'ALEHO, et un gain de 1 pour cent dans le Nord. Y_w représente le PIB global de l'hémisphère occidental; Y_n , le PIB du Canada et des États-Unis et Y_s le PIB du reste de l'hémisphère²⁴.

Le tableau est intéressant à plusieurs égards. Tout d'abord, en examinant le cas neutre, on constate que tous les multiplicateurs dépassent l'unité – les gains dynamiques sont significativement plus élevés que les gains statiques, même si leur ordre de grandeur est différent de celui suggéré par le modèle de convergence. Le temps aidant, le multiplicateur du Nord diminue et se rapproche considérablement de l'unité au bout de 30 ans. On remarque néanmoins d'importants effets de distribution quand la productivité n'a pas d'effets neutres. Lorsque les gains de

productivité touchent le capital dans le Sud et la main-d'oeuvre dans le Nord, c'est cette dernière région qui accuse les «pertes» les plus importantes par rapport aux perspectives que laissent entrevoir les estimations statiques. La raison est simple – il y a détournement des investissements. Le Sud accueille une part plus importante des investissements totaux aux dépens du Nord. Si les gains de productivité s'appliquent à la main-d'oeuvre dans le Sud et au capital dans le Nord, par contre, les deux régions enregistrent des gains dynamiques plus importants, et ceux-ci continuent de grandir. Le PIB réel de la région, dans sa totalité, est 2,2 fois plus important que celui révélé par les évaluations statiques. Ces résultats montrent que l'incorporation des effets d'accumulation dynamiques peut avoir une grande importance quantitative pour l'évaluation des conséquences de l'intégration économique sur la distribution et le rendement. L'analyse donne également à penser qu'il faudrait en apprendre davantage au sujet de la nature exacte des effets sur la productivité si l'on veut procéder à une bonne évaluation dynamique d'un changement de politique.

RÉSUMÉ : ÉVALUATION DES MODÈLES

LES MODÈLES EXAMINÉS PRÉSENTENT une vaste gamme de points de vue théoriques et quantitatifs sur les liens qui existent entre le commerce et la croissance économique. Aucun de ces points de vue n'a cependant encore tenu compte des mécanismes microéconomiques associés à un changement endogène de la technologie. Même sans cette complication cependant, la variété de théories et le nombre d'exigences relatives aux données et aux paramètres demeurent incroyables. Vers le milieu des années 1970, lorsque les modèles d'équilibre général des échanges ont commencé à voir le jour, les analystes s'entendaient raisonnablement bien pour dire que le modèle néoclassique de l'équilibre général statique suffisait aux analyses, car il respectait les exigences suivantes :

- il dérivait d'un cadre théorique plausible et bien compris;
- il offrait un cadre comptable pour la collecte des données; et
- les exigences applicables à la plupart des paramètres étaient réalisables.

Ce modèle a donc été largement et rapidement adopté. On ne peut certainement en dire autant des modèles de croissance en 1995. Les analystes font appel à tout un arsenal de théories pour résoudre les problèmes de dynamique à long terme. Tant qu'on n'aura pu rejeter de façon catégorique certaines théories, ou qu'on ne sera pas parvenu à un plus grand consensus sur les principaux mécanismes, il est peu probable que la situation évolue.

CONCLUSION

TIRER DES CONCLUSIONS SOLIDES DES TRAVAUX que nous venons d'examiner serait difficile, aussi intéressé soit-on à solutionner le problème. Bien que les économistes soutiennent depuis longtemps que les effets dynamiques de la libéralisation des échanges sur le rendement sont beaucoup plus importants que les effets statiques, les fondements empiriques d'une telle allégation demeurent des spéculations. Le mieux qu'on puisse dire au sujet des effets dynamiques d'une intégration de l'économie à moyen et à long termes est que beaucoup reste à apprendre. La situation résulte des bases empiriques inadéquates sur lesquelles repose la théorie actuelle de la croissance et les liens de cette dernière avec les questions relatives aux échanges commerciaux et à l'intégration. Je me permettrai donc de présenter quelques conclusions préliminaires sur un domaine encore en gestation.

1. Bon nombre des données empiriques sur la croissance recueillies au cours des 15 dernières années s'appuient sur l'expérience qui a suivi la guerre dans maints pays en développement ou industrialisés depuis peu. Si beaucoup de personnes estiment que ces données confirment le modèle néoclassique de croissance fondamental, il est clair que celui-ci ne convient pas à la croissance de la productivité dans les pays limités. On ne s'entend pas encore beaucoup sur l'importance relative du capital humain, des investissements ou de la recherche et du développement à l'échelon national, ni sur la manière dont ils interagissent avec les échanges internationaux pour déterminer le taux de croissance.
2. Un solide argument empirique donne à penser qu'une plus grande ouverture des marchés accélère la croissance de l'économie. Des données historiques, statistiques et contrefactuelles appuient ce point de vue. Les mécanismes microéconomiques exacts par lesquels la libéralisation des échanges affecte la croissance économique demeurent néanmoins imprécis. Encore une fois, bon nombre de preuves présentées pour appuyer ce point de vue viennent de pays qui n'avaient pas encore franchi les frontières de la technologie.
3. Sur le plan analytique, incorporer la dynamique à long terme de l'accumulation des facteurs aux modèles d'intégration économique entraîne inévitablement une analyse explicite de très longues périodes de transition entre les états d'équilibre, périodes souvent de l'ordre de quatre ou cinq décennies, sinon plus. Cette constatation, apparemment résistante, exerce un tribut très lourd sur les modélisateurs lorsqu'ils s'efforcent de justifier les structures dynamiques de leurs modèles et les réactions hypothétiques des investissements, de l'éducation et de la richesse aux changements relatifs des prix et des revenus.

4. Il semble que les effets dynamiques sur le rendement calculés d'après les modèles existants de la politique commerciale sont beaucoup plus importants que les effets statiques. Cette constatation est valable pour maints modèles, y compris le modèle de croissance néoclassique le plus élémentaire. Toutefois, si les effets de la politique commerciale sur le rendement sont importants, il pourrait en aller autant des conséquences au niveau de la distribution. L'évaluation des politiques sur le plan social s'en trouve automatiquement compliquée, mais elle demeure utile et nécessaire.
5. La recherche sur le changement technologique endogène ayant pour cadre un équilibre général de plusieurs pays en est encore à ses balbutiements. On trouve bien plusieurs modèles théoriques très stylisés dans la documentation, mais on ne s'entend pas sur celui qui convient le mieux, ni sur la façon de les étalonner en fonction des économies réelles dans le monde. La situation évolue cependant rapidement et pourrait encore changer d'ici quelques années. Dans l'intervalle, on devrait se servir des meilleures preuves historiques et microéconomiques pour appuyer les décisions de politique relatives à l'intégration de l'économie.

NOTES

- 1 Baldwin (1989) fait le point sur ce débat.
- 2 Howitt examine une partie des preuves mentionnées.
- 3 Pour des études plus récentes, lire Edwards (1993) et Harrison (1991).
- 4 Théoriquement, la croissance démographique et la détérioration des ressources devraient aussi apparaître dans l'équation (lire Brander, 1992). La majorité des auteurs n'en parlent cependant pas, car ils ne les jugent pas significatives.
- 5 On évalue l'écart approximatif relatif au savoir de deux façons. Au niveau initial (1970) du PIB réel, l'équation ressemble beaucoup à l'équation de convergence habituelle. L'autre façon d'estimer l'écart technologique consiste à déterminer le nombre d'ingénieurs qui poursuivent des travaux de recherche et de développement par millier d'habitants. Le problème, bien sûr, est que cette donnée se rapproche plus de la capacité d'absorption de la technologie que de l'écart technologique proprement dit.
- 6 On présume que la dynamique sous-jacente au niveau de revenu résulte d'une lente diffusion de la technologie pratique, en moyenne. Cette interprétation s'écarte légèrement des hypothèses voulant qu'on diffuse les meilleures techniques.
- 7 Cette description de la technologie inclut évidemment beaucoup de suppositions. Il se pourrait fort bien, par exemple, que les structures de microproduction nationales soient identiques au niveau de l'industrie et que la fonction de valeur ajoutée globale, prise comme une approximation de Cobb-Douglas, diffère considérablement d'un pays à l'autre, pour diverses raisons, entre autres une composition différente de l'industrie, d'autres régimes relatifs des prix, une variation du stock de ressources et du capital humain, et le reste. On effectue bien certaines corrections pour tenir compte de différences fondamentales au niveau des prix, au moyen de la méthode désormais

- classique utilisée pour corriger les différences de PPA, soit la mesure du PIB et du capital national réels. En toute honnêteté cependant, la même critique est valable pour la majeure partie des analyses qui comparent la productivité de différents pays.
- 8 On prétend souvent que l'investissement favorise la convergence par le transfert des connaissances implicite qu'entraîne l'échange de biens d'équipement. Pour s'en assurer, Helliwell a ajouté des taux d'investissement bruts moyens à l'équation (12) et constaté que cette variable était relativement peu explicative. Il s'agit d'une véritable contradiction puisque la plupart des ouvrages sur la croissance et l'ouverture des marchés accordent une grande importance aux taux d'investissement en tant que variable explicative.
 - 9 Le modèle de Rebello entraîne une croissance endogène parce que le secteur produisant les biens d'équipement est linéaire pour les facteurs reproductibles. Dans le modèle de Lee, les investissements résultent d'une technologie linéaire $I=aK$. Il y a donc croissance endogène. Le modèle avec échanges commerciaux entre deux secteurs se rapproche beaucoup du fameux modèle d'Oniki-Uzawa (1965).
 - 10 Pour tenir compte de la simultanéité des entrées de capitaux et d'autres particularités structurelles de l'économie, on estime (13) par la méthode DMC en prenant les variables qui suivent comme instruments : superficie des terres (ressources), éloignement des partenaires commerciaux (modèle gravitationnel) et tarifs douaniers. On évalue les biens d'équipement importés d'après les données de l'OCDE sur les exportations vers différents pays. Les investissements nationaux sont obtenus par soustraction des investissements d'origine étrangère des investissements totaux, après correction des effets du prix relatif au moyen du prix international courant ajusté pour la PPA, donné dans Summers et Heston (1991).
 - 11 Quand on n'applique le modèle qu'aux pays de l'OCDE, les entrées de capitaux ont un signe négatif et ne sont pas significatives.
 - 12 Le modèle diffère donc beaucoup des modèles dynamiques de l'équilibre général qu'on retrouve dans la documentation sur les finances publiques. Dans cette dernière, les fonctions et les comparaisons ont pour but de vérifier l'existence d'une croissance équilibrée à l'état stable pouvant servir de point de comparaison. Lire Ballard, Fullerton, Shoven et Whalley (1985), par exemple.
 - 13 Bien que le modèle ait pour cadre un consommateur éternel faisant un usage maximum des produits qu'il achète, on ne fournit aucune donnée sociale. Comme c'est le cas dans la majeure partie de la documentation sur la fiscalité dynamique, il est probable que les chiffres sont extrêmement bas (rapport des variations équivalentes de la consommation ou du PIB futurs avec la valeur courante), compte tenu de l'actualisation.
 - 14 Le concept de l'équilibre est celui d'un équilibre conventionnel attribuable à la compétitivité, étant donné des prévisions parfaites dans des conditions certaines. Le modèle s'appuie sur l'hypothèse d'un état stable. Le changement technologique et la croissance démographique sont constants et exogènes. Toutes les préférences sont homothétiques et les fonctions de production donnent un rendement d'échelle constant. Le modèle débouche sur une croissance équilibrée et bien définie à l'équilibre. Il est étalonné plutôt qu'estimé, ce qui n'est guère surprenant étant donné la complexité de sa structure. Un aspect malheureux de l'étalonnage empirique est que les valeurs des paramètres pour le reste du monde sont adaptées aux circonstances, ayant été générées de l'hypothèse d'une forte symétrie, à savoir les États-Unis contre le reste du monde, qui a la même taille et la même structure que les États-Unis. Pareille hypothèse réduit considérablement la valeur empirique des simulations de politiques multilatérales.

- 15 Il est malheureux que, Gould et Eichengreen n'aient pas dévoilé les résultats qu'ils ont obtenus pour les taux de croissance. Néanmoins, étant donné l'ordre de grandeur des résultats sociaux, on peut présumer qu'ils ne sont guère élevés.
- 16 Lire Emerson et al. (1991).
- 17 Il vaut la peine de souligner que certains gains importants, cités dans le rapport Cecchini (1988), reposent sur des données similaires à l'égard de la dispersion des prix. Si on suppose par exemple que les prix observés se déplacent vers la valeur la plus faible de la distribution, et si les dépenses réelles relatives à chaque produit demeurent constantes, le «gain» estimatif correspond à la diminution du coût à la consommation et peut atteindre 8,3 pour cent du PIB. Ce «gain» ne constitue cependant pas un véritable gain social puisqu'on ne déduit pas les pertes des producteurs des gains des consommateurs.
- 18 Tronquer l'horizon d'un modèle dynamique est un vieux truc des modélisateurs. Le problème est qu'il faut évaluer d'une manière quelconque le stock de capital subsistant à la fin de la dernière période.
- 19 Il est important de souligner que ces pourcentages reposent sur la formule (16), qui n'est à strictement parler qu'une approximation linéaire. Si le stock de capital change de façon appréciable entre le point de référence et le moment du choc, la précision d'une telle approximation pourrait devenir préoccupante.
- 20 Un reproche que l'on fait à la méthode de Ben-David est que la convergence observée en Europe après 1955 pourrait en partie être attribuable au rétablissement du stock de capital qui existait avant la Deuxième Guerre mondiale. Ben-David a vérifié l'hypothèse et constaté que la convergence parmi les pays du Marché commun avant la guerre était relativement faible. Le lecteur devrait aussi veiller à ne pas confondre la convergence du revenu dans deux pays (au sens où on l'utilise dans cet article), avec la convergence vers un revenu plus élevé, à l'équilibre (un autre sens courant de l'expression).
- 21 Cette méthode ne trouve sa justification qu'en tant qu'approximation, puisqu'on ne peut intégrer les changements de prix relatifs qui résultent de la réforme des échanges pour obtenir une véritable agrégation des secteurs. La fonction de production agrégative garde néanmoins son utilité, car il s'avère commode de suivre l'évolution du prix des facteurs par rapport aux changements des intrants totaux et à la modification de la capacité de production attribuable à la réforme du commerce.
- 22 Dans les modèles où la concurrence est imparfaite et où les économies d'échelle sont réalisables, la protection des importations a tendance à réduire la productivité absolue des facteurs utilisés par le secteur protégé. Lire Harris (1995). Le biais mentionné ici provient de l'application totale de la perte de rendement aux facteurs utilisés de façon intensive par le secteur protégé.
- 23 À partir d'un échantillon de huit pays, Krueger a constaté qu'étant donné un capital fixe, ne pas recourir à une stratégie de substitution des importations accroîtrait le taux d'emploi d'en moyenne 47 pour cent. Dans le modèle décrit, l'emploi est une variable exogène mais il est manifeste qu'en s'écartant de la protection des secteurs à forte injection de capitaux, on pourrait considérablement augmenter la productivité.
- 24 Les multiplicateurs sont assez semblables pour ce qui est de la forte fluctuation de l'ordre de grandeur des gains statiques.

BIBLIOGRAPHIE

- Abramovitz, M., «The Catch-Up Factor in Postwar Economic Growth», *Economic Inquiry*, vol. 28, (1990), p. 1-18.
- Balassa, B., «Development strategies and economic performance», tiré de *Developing strategies in semi-industrialized economies*, sous la direction de B. Balassa, Londres : Oxford University Press, 1982.
- Baldwin, R., «The Growth Effects of 1992», *Economic Policy*, octobre 1989.
- Baldwin, R., «Measurable Dynamic Gains From Trade», *Journal of Political Economy*, vol. 100, n° 1, (1992), p. 162-174.
- Ballard, C., D. Fullerton, J.B. Shoven et J. Whalley, *A General Equilibrium Model for Tax Policy Evaluation*, Chicago, Chicago University Press, 1985.
- Barro, R.J. et X. Sali-i-Martin, «Convergence», *Journal of Political Economy*, 100, (2), (1992), p. 223.
- Ben-David, D., «Equalizing Exchange: Trade Liberalization and Income Convergence», *Quarterly Journal of Economics*, vol. 108, (1993), p. 653-679.
- Brander, J., «Croissance économique comparative : faits et interprétations», *Revue canadienne d'économique*, n° 25, (1992), p. 792-818.
- Cecchini, Paolo, et al., *European Challenge, 1992: The benefits of a single market*, European Community Monograph, Brookfield : Gower Publishing Company, 1988.
- Choski, A., Michaely et Papageorgiou, *Trade liberalization episodes*, Oxford : Basil Blackwell, 1991.
- Collins, S. et W. Park., «External debt and macroeconomic performance in South Korea», NBER Working Paper, n° 2596, Cambridge, MA, 1988.
- De Long, J. Bradford et Lawrence H. Summers, «Equipment Investment and Economic Growth», *Quarterly Journal of Economics*, n° 106, (1991), p. 445-502.
- Deardorff, A. et R.M. Stern, *The Michigan Model of World Production and Trade*, Cambridge, MA : MIT Press, 1986.
- Edwards, S., «Trade orientation, distortions and growth in developing countries», *Journal of Development Economics*, n° 39, (1992), p. 31-57.
- Edwards, S. «Openness, Trade Liberalization, and Growth in Developing Countries», *Journal of Economic Literature*, XXI, 3, (1993), p. 1358-1393.
- Emerson, M., et al., *The Economics of 1992*, Oxford : Oxford University Press, 1991.
- Feder, G., «On Exports and Economic Growth», *Journal of Development Economics*, (1989), p. 59-73.
- Goulder, L. et B. Eichengreen, «Libéralisation du commerce dans un cadre d'équilibre général : effets inter-temporels et inter-industriels», *Revue canadienne d'économique*, XXV, n° 2, (1992), p. 253-280.
- Greenaway, D. et D. Sapsford, «What Does Liberalisation Do for Exports and Growth», *Weltwirtschaftliches Archiv*. Band 130, Heft 1, (1994), p. 152-173.
- Grossman, G.M. et E. Helpman, *Innovation and Growth in the Global Economy*, Cambridge, MA : MIT Press, 1991.
- Gundlach, E., «Accounting for the Stock of Human Capital: Selected Evidence and Potential Implications», *Weltwirtschaftliches Archiv*. Band 130, Heft 2, (1994), p. 350-371.
- Harris, R. G., «Human Capital and the Dynamic Gains from Economic Integration», Discussion Paper, 95-3, Department of Economics, Simon Fraser University, Burnaby, B.C., 1994.

- Harris, R.G., *Trade, Industrial Policy and Canadian Manufacturing*, Conseil économique de l'Ontario, 1985.
- Harris, R.G. et P. Robertson, «Free Trade in the Americas: Estimates of the Impact of a Western Hemispheric Free Trade Area», Institut canadien des recherches avancées, Working Paper, Harbour Centre, Simon Fraser University, Vancouver, Canada, 1993.
- Harrison, A., «Openness and Growth: A Time-Series, Cross-Country Analysis for Developing Countries», World Bank Policy Research Working Paper WPS809, Washington, 1991.
- Havrylyshyn, O., «Trade Policy and Productivity Gains in Developing Countries», *The World Bank Observer*, vol. 5, n° 1, (1990), p. 1-24.
- Helliwell, John F. et Alan Chung, «Tri-polar Growth and Real Exchange Rates: How Much Can be Explained by Convergence?», tiré de *A Quest for a More Stable World Economic System*, sous la direction de L.R. Klein, C. Moriguchi et A. Amano, New York : Kluwer, 1992.
- Helliwell, John F., «Trade and Technical Progress», tiré de *Economic Growth and the Structure of Long-Term-Development*, sous la direction de L.L. Pasinetti et R.M. Solow, St. Martin's Press, International Economic Association, 1994a, p. 253-271.
- Helliwell, John F., «International Growth Linkages: Evidence From Asia and the OECD», tiré de *Macroeconomic Linkage: Savings, Exchange Rates, and Capital Flows*, sous la direction de T. Ito et A.O. Krueger, Chicago : University of Chicago Press, 1994b, p. 7-28.
- Ho, M.S. et D.W. Jorgenson, «Trade Policy and U.S. Economic Growth», *Journal of Policy Modeling*, 16 (2), (1994), p. 119-146.
- Jung, W.S. et P.J. Marshall, «Exports, Growth and Causality in Developing Countries», *Journal of Development Economics*, 18 (1), (1985), p. 1-12.
- Kreuger, A., *Trade and Employment in Developing Countries: Synthesis and Conclusions*, Chicago : University of Chicago Press, 1983.
- Leamer, E.E., «Measures of Openness», tiré de *Trade Policy Issues and Empirical Analysis*, sous la direction de R.E. Baldwin, Chicago : University of Chicago Press, 1988.
- Lee, Jong-Wha, «Capital Goods Imports and Long Run Growth», NBER Working Paper n° 4725, Cambridge, MA, avril 1994.
- Levine, Ross et David Renelt, «A Sensitivity Analysis of Cross-Country Growth Regressions», *American Economic Review*, 82, (1992), p. 942-963.
- Lucas, R.E., «On the mechanics of economic development», *Journal of Monetary Economics*, 22, (1988), p. 3-42.
- Lucas, R.E., «Why Doesn't Capital Flow from Rich to Poor Countries?», *American Economic Review*, vol. 90, (1990), p. 92-96.
- Mercenier, J. et B. Akitoby, «On Intertemporal General-Equilibrium Reallocation Effects of Europe's Move to a Single Market», Institute for Empirical Macroeconomics, Discussion Paper n° 87, Federal Reserve Bank of Minneapolis, 1993.
- Michaely, M., «Exports and growth: An empirical investigation», *Journal of Development Economics*, 1, (1993), p. 49-53.
- Mun S. Ho et D.W. Jorgenson, «Trade policy and U.S. economic growth», *Journal of Policy Modeling*, 16, (2), (1994), p. 119-146.
- Oniki, H. et H. Uzawa, «Patterns of Trade and Investment in a Dynamic Model of International Trade», *Review of Economic Studies*, 32, (1965), p. 15-38.
- Pack, H., «Industrialization and Trade», tiré de *Handbook of Development Economics*, vol. 1, sous la direction de H. Chenery et T.N. Srinivisan, New York : North Holland, 1988.

- Rebelo, Sergio, «Long Run Policy Analysis and Long Run Growth», *Journal of Political Economy*, 98, (1990), p. 500-521.
- Rivera-Batiz, L.A. et P. Romer, «Economic Integration and Endogenous Growth», *Quarterly Journal of Economics*, vol. CVI (2), mai 1991, p. 531-556.
- Romer, Paul, «Human Capital and Growth: Theory and Evidences», *Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy*, 1990.
- Sachs, J., «Trade and exchange rate policies in growth-oriented adjustment programs», tiré de *Growth-oriented adjustment programs*, sous la direction de V. Corbo, M. Goldstein et M. Khan, Washington, DC : International Monetary Fund and the World Bank, 1987.
- Scitovsky, T.D., *Economic Theory and Western European Economic Integration*, Stanford : Stanford University Press, 1958.
- Smith, A. et A. J. Venables, «Completing the internal market in the European Community: some industry estimates», *European Economic Review*, 32, (1988), p. 1501-1525.
- Summers, R. et A. Heston, «A New Set of International Comparisons of Real Product and Prices: Estimates for 130 Countries, 1950 to 1985», *Review of Income and Wealth*, vol. 34, (1988), p. 125.
- Summers, R. et A. Heston, «The Penn World Tables (Mark 5): An Expanded Set of International Comparisons, 1950-1968», *The Quarterly Journal of Economics*, mai 1991, p. 327-365.
- United Nations, *World Demographic Estimates and Projections, 1950-2025*, 1988.
- United Nations, *Human Development Report*, Oxford University Press, 1992.
- Whalley, J., *Trade Liberalization Among Major World Trading Areas*, Cambridge, MA : MIT Press, 1985.
- World Bank, *World Development Report*, Washington, DC : World Bank, 1987.
- World Bank, *World Development Report*, Washington, DC : World Bank, 1991a.
- World Bank, *World Tables*, Washington, DC : World Bank, 1991b.
- Young, A.W., «Learning by Doing and the Dynamic Effects of International Trade», *Quarterly Journal of Economics*, vol. 106, (1991), p. 369-405.

REMERCIEMENTS

L'auteur remercie les personnes qui ont prêté leur concours à l'exposé et donné des commentaires sur l'ébauche du document. Les points de vue exprimés dans ce document et les erreurs qu'il pourrait contenir restent l'entière responsabilité de l'auteur.

Commentaires

James A. Brander
Faculté de commerce
Université de la Colombie - Britannique

INTRODUCTION

RICHARD HARRIS A BROSSÉ UN TABLEAU TRÈS UTILE de la recherche récente sur la relation entre l'intégration économique et la croissance économique. J'ai commencé ma réflexion en me demandant comment sa communication s'insérait dans le thème global de la conférence : «La croissance fondée sur le savoir et son incidence sur les politiques microéconomiques». Réflexion faite, il me semble que la question qui lie la communication et le sujet de la conférence peut être exprimée comme suit : comment notre compréhension de la «croissance fondée sur les connaissances» devrait-elle influencer sur la politique gouvernementale en matière de commerce international, d'investissement international et d'intégration internationale?

Une conclusion que l'on peut tirer de la communication de Harris est que nous ne sommes pas encore en mesure d'en dire beaucoup sur cette question, ce à quoi je dois souscrire. Toutefois, il a été fait beaucoup de recherche intéressante visant à expliquer les causes de la croissance économique et à comprendre le rôle du commerce international et des politiques s'y rapportant.

SOURCES DE CROISSANCE ÉCONOMIQUE

UNE FAÇON D'ABORDER L'ÉTUDE de la croissance économique est de commencer par une fonction de production ayant la forme suivante :

$$Q = Q(K, L, H, R, A; \mu) \quad (1)$$

où Q est la production, K le capital, L le travail, H le capital humain, R les ressources naturelles (y compris le sol), A l'état du progrès technologique et μ une variable «fourre-tout» qui représente, entre autres choses, divers moyens d'action et chocs exogènes. Nous nous intéressons vraisemblablement à la croissance d'une mesure quelconque du revenu réel. Ainsi, comme l'expliquaient Brander et Dowrick (1994), nous pouvons prendre des dérivés et les diviser par la population pour obtenir une représentation de l'évolution du revenu par habitant.

Cette opération produit plusieurs facteurs qui pourraient être considérés comme des variables explicatives de la croissance du revenu réel par habitant. Ces facteurs sont :

1. les changements dans l'état de la technologie;
2. les changements dans le capital humain;
3. les changements dans le capital par travailleur (investissement);
4. les changements dans le travail par habitant (les changements dans l'activité ou la dépendance);
5. les changements dans les ressources naturelles par travailleur;
6. les rendements d'échelle;
7. les changements dans les variables de politique (y compris les politiques commerciales).

Généralement parlant, les deux premiers facteurs seraient considérés comme des sources de croissance fondée sur les connaissances, tandis que les cinq suivants seraient d'autres sources de croissance. Toutefois, le troisième facteur représenterait en grande partie, quel que soit l'ensemble de données utilisé pour le mesurer, l'investissement dans une meilleure technologie. Donc, en chiffres réels, une bonne partie de la croissance attribuée à l'investissement serait raisonnablement considérée comme étant aussi fondée sur les connaissances. L'inclusion du septième facteur dans les variables explicatives directes laisse supposer que les variables de politique peuvent avoir une incidence directe sur la croissance. À mon avis, les politiques peuvent influencer sur l'efficacité de l'utilisation des autres facteurs de production. En outre, les variables de politique peuvent avoir une incidence par leur effet sur d'autres variables. Ainsi, par exemple, la libéralisation du commerce peut accélérer le progrès technologique ou accroître l'investissement. En réalité, le point central de la présente conférence est vraisemblablement l'effet indirect des politiques sur la croissance par leur effet sur les trois premiers facteurs précités.

Un important genre de recherche est l'analyse de régression à l'échelle nationale. Les analyses de régression semblables à la cinquième équation que l'on trouve dans la communication de Harris sont typiquement des estimations fondées sur des données provenant des *Penn World Tables* élaborées par Robert Summers et Alan Heston dans le cadre du *U.N. Income Comparison Project*. La version courante, qui vient tout juste de devenir disponible, porte le numéro PWT5.6 (1995)¹.

Mon appréciation de cette analyse de régression à l'échelle nationale n'est pas bien différente des vues exprimées par Harris, mais il y a quelques remarques que j'aimerais faire. D'abord, comme le signale Harris (à juste titre), les économistes qui s'intéressent à la croissance tendent à mettre l'accent sur les trois premiers facteurs et à peu s'occuper des quatrième et cinquième, qui sont essentiellement des variables démographiques. Je pense que ces économistes font une grave erreur en n'en tenant pas compte.

ACTIVITÉ

PRENONS LE QUATRIÈME FACTEUR, L'ACTIVITÉ. Brander et Dowrick (1994) ont constaté que les changements dans l'activité (ou, plus exactement, les réductions du ratio de dépendance) sont hautement significatifs pour expliquer les variations à l'échelle nationale de la croissance du revenu réel par habitant. Young (1994) s'est penché sur la croissance, après la guerre, de Hong Kong, de Singapour, de la Corée du Sud et de Taiwan et a constaté que les réductions au chapitre de la dépendance expliquaient en grande partie la croissance économique rapide de ces pays. Par exemple, le PIB par habitant de Singapour a augmenté de 6,6 p. 100 par année de 1966 à 1990, tandis que le PIB par travailleur n'a augmenté que de 4 p. 100 par année. Ainsi, l'augmentation de l'activité a compté pour 2,6 p. 100 de la croissance annualisée par habitant.

En général, les pays à croissance rapide de l'Asie de l'Est ont connu une évolution démographique remarquable. Au cours de la période écoulée depuis 1950, les taux de natalité ont chuté de 45 à 50 à moins de 20 par 1 000 habitants, malgré une augmentation du nombre relatif de femmes en âge d'avoir des enfants. Il s'ensuit que le nombre d'enfants est en baisse par rapport au nombre de travailleurs, ce qui donne un très fort élan à la croissance du revenu réel par habitant. Il s'agit clairement d'un effet transitoire, du fait que l'activité cessera d'augmenter à un moment quelconque dans le proche avenir, mais il peut être important pour une période de 30 à 40 ans.

Par contre, en Afrique subsaharienne, les ratios de dépendance ont augmenté pendant les années 80, ce qui a contribué au déclin du revenu par habitant qu'on y a connu.

DILUTION DES RESSOURCES NATURELLES

LE CINQUIÈME FACTEUR, LES CHANGEMENTS DANS LES RESSOURCES NATURELLES PAR TRAVAILLEUR, est plus difficile à vérifier parce que nous avons peu de mesures globales fiables de ces dernières. Toutefois, je soupçonne que ce sera probablement un très important facteur de ralentissement de la croissance économique au cours des quelques prochaines décennies. Comme nous le savons tous, au cours des dix dernières années, les réserves de poisson par habitant ont diminué radicalement partout dans le monde. Je crois que les preuves sont également très claires que les déclin des ressources par travailleur ont contribué dans une mesure importante aux déclin du revenu réel en Afrique.

Par exemple, la Côte d'Ivoire a connu d'importantes augmentations du revenu réel au cours des années 70 par suite de l'expansion énorme, mais non durable, de la récolte de bois dur. Avec le déclin des réserves, la récolte de bois dur tropical a fini par diminuer et, au début des années 90, elle se situait à environ 10 p. 100 des niveaux des années 70. Les exportations de bois dur étant la principale source de recettes en devises en Côte d'Ivoire, la baisse des réserves a été un facteur important du déclin de 50 p. 100 du revenu réel par habitant qu'on y a connu

depuis le milieu des années 70. Les taux de croissance actuels de la population en Afrique sont certainement les plus élevés qu'on n'ait jamais enregistrés de façon fiable pour quelque autre région du monde, et ils exercent des pressions à la baisse sur le revenu réel.

En ce qui concerne la dilution des ressources, j'aimerais faire une remarque touchant la relation entre le commerce, le progrès technologique et les ressources renouvelables. De nombreuses ressources renouvelables, comme les forêts et les sols, ne font pas l'objet de droits de propriété exclusifs. La situation extrême est le libre accès. Brander et Taylor (1995) ont modélisé l'effet du progrès technologique et de la libéralisation du commerce sur les ressources renouvelables à libre accès. L'amélioration de la technologie de récolte de ces ressources réduit normalement la dépendance de l'assistance sociale. Essentiellement, les ressources à libre accès sont déjà sujettes à l'exploitation excessive et au progrès technologique. La récolte ne fait qu'amplifier cet échec du marché. Les améliorations successives de la technologie de récolte mèneront éventuellement à l'épuisement des ressources. Voilà exactement ce qui est arrivé aux tourtes, aux rorquals bleus et à de nombreuses régions forestières et agricoles.

Un aspect frappant de la dilution des ressources est que son effet est probablement ressenti assez rapidement. En 1950, il y avait environ 2,5 milliards de personnes dans le monde. La chaîne de consommation humaine n'utilisait qu'une partie relativement faible, peut-être 15 p. 100, de la biomasse mondiale. Par comparaison à l'envergure du monde naturel, les humains auraient pu être considérés comme ayant peu d'importance. Dans un sens, le monde était «vide». Aujourd'hui, la population mondiale approche des 6 milliards et la chaîne de consommation humaine utilise quelque 40 p. 100 de la biomasse : le monde se «remplit» rapidement. Selon une extrapolation naïve des taux actuels de croissance, la population mondiale atteindra quelque 12 milliards vers le milieu du prochain siècle, bien qu'il soit difficile de s'imaginer comment tant de gens pourront y trouver place sans d'importantes percées technologiques. Ainsi, même les effets de la dilution des ressources sont difficiles à observer dans les données antérieures, ils peuvent s'avérer très importants très prochainement.

ÉDUCATION ET CAPITAL HUMAIN

L'ÉDUCATION RESSORT SOUVENT COMME UNE IMPORTANTE VARIABLE des analyses de régression à l'échelle nationale. Toutefois, c'est avec prudence qu'il faut y attribuer une causalité. L'éducation est en partie un bien de consommation. En outre, c'est un bien dont l'élasticité-revenu est élevée. À mesure qu'augmente le revenu, les gens réclament plus d'éducation. Si nous observons, à l'examen de données transversales ou d'une série chronologique, que la croissance du revenu réel est en corrélation avec des augmentations du niveau d'éducation, cette corrélation est en partie attribuable à l'endogénéité de l'éducation. En conséquence, il est erroné de considérer que le coefficient lié à l'éducation dans une équation de régression, telle la cinquième équation de Harris, reflète un effet

causal de l'éducation sur la croissance du revenu réel. Le même problème existe dans le cas de la plupart des autres variables que comporte la liste, y compris l'investissement et la fécondité. Afin de régler ces problèmes d'endogénéité, il importe d'exploiter la dimension chronologique d'ensembles de données longitudinales comme le PWT5.6. Par exemple, Brander et Dowrick (1994) ont pu établir que les baisses de la fécondité précèdent les augmentations du revenu, ce qui nous rassure sur la direction de la causalité dans le cas de cette variable.

J'aimerais également attirer l'attention sur l'affirmation fréquente selon laquelle les genres d'éducation ne sont pas tous égaux. Par exemple, Murphy, Schliefer et Vishny (1991) ont proposé (s'appuyant sur certains renseignements empiriques) que l'éducation en droit et en sciences humaines contribue beaucoup moins à la croissance économique que l'éducation en génie et en sciences pures. Magee, Brock et Young (1989) sont allés plus loin et ont proposé que l'éducation en droit, en particulier, avait des effets négatifs sur la croissance. Une autre importante distinction est à faire entre l'éducation formelle (p. ex. en établissement), d'une part, et l'apprentissage et la formation en cours d'emploi, d'autre part. Il y a très probablement une combinaison «optimale» d'éducation formelle et de formation en cours d'emploi, mais il s'agit d'un problème qu'il sera difficile de résoudre empiriquement. Certes, se limiter à inclure le nombre d'années d'études dans une analyse de régression à l'échelle nationale ne tiendra pas beaucoup compte de l'importance d'une bonne politique en matière d'éducation.

CONVERGENCE ET TRANSFERT DE TECHNOLOGIE

SI LE PROGRÈS TECHNOLOGIQUE EST IMPORTANT, alors le transfert de technologie devrait aussi l'être. Les rapports anecdotiques que nous avons sur certaines industries, comme l'industrie des appareils à micro-ondes de la Corée du Sud, donnent à penser, par exemple, que l'ingénierie inverse a joué un rôle important dans la croissance économique de ce pays. Si le transfert de technologie est plus facile que l'innovation primaire, nous pouvons alors nous attendre à voir des pays «rattraper» éventuellement les pays qui sont les meneurs en matière de technologie. D'où l'hypothèse de convergence. Pour moi, ce qui est frappant c'est que la convergence ne s'est pas produite. Comme le signalait Dowrick (1992), le revenu réel dans le monde a divergé au cours des 25 dernières années. C'est ce que Harris appellerait la divergence inconditionnelle (c.-à-d. sans correction des autres variables). Le fait stylisé, évidemment, est que l'Asie de l'Est a convergé sur les pays membres de l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE), l'Amérique latine a progressé à peu près au même rythme (depuis un point beaucoup plus bas) que l'OCDE et que l'Afrique a perdu de plus en plus de terrain. Il y a eu une certaine convergence au sein de l'OCDE. Comme le revenu réel des pays de l'Asie de l'Est converge sur celui des membres de l'OCDE, il semble clair qu'un élément important de l'histoire est le transfert de technologie. Mais pourquoi cela s'est-il limité à l'Asie de l'Est? Voilà, pour moi, la principale question. Il est possible d'«observer» une convergence conditionnelle dans les

assez de variables dans l'analyse de régression. En particulier, l'ouverture, dans le cas des économies à croissance rapide de l'Asie de l'Est, et l'éducation, dans celui de l'Afrique subsaharienne, ont le même effet qu'une variable factice.

OUVERTURE INTERNATIONALE

LA QUESTION CLÉ QU'EXAMINE HARRIS est celle de savoir si le commerce international, l'ouverture internationale et l'intégration économique influent sur la croissance économique. Secondairement, il tente de déterminer si, dans la mesure où ces éléments influent effectivement sur la croissance, leur effet se manifeste grâce à des mécanismes basés sur les connaissances, tel le transfert de technologie, ou tient à une amélioration de l'allocation des ressources comme celle qui résulte ordinairement de la libéralisation du commerce? Harris résume très bien la documentation sur ce sujet, mais je voudrais soulever quelques points qu'il n'a pas fait ressortir.

D'abord, il y a de nombreux genres d'ouverture internationale, et chacun peut avoir différents effets sur la croissance en général et la croissance fondée sur les connaissances en particulier. Il peut être utile d'énumérer les principales activités sur lesquelles influent les différents genres d'ouverture :

- (i) le commerce international;
- (ii) l'investissement (réel) international;
- (iii) les opérations financières internationales;
- (iv) la migration internationale;
- (v) la communication internationale.

La plupart des analyses ont porté sur les activités (i) et (ii). Pour évaluer le rôle du commerce international, la méthode empirique habituelle est d'appliquer par régression une certaine mesure de croissance au volume ou à la proportion de commerce international. Ce que je veux surtout faire remarquer à ce sujet c'est que je trouve toute spécification monotone (y compris l'habituelle spécification linéaire) difficile à comprendre. Je suppose que le mieux qu'on puisse faire dans le cas du commerce international est d'épuiser tous les gains possibles qui en sont tirés. Il s'ensuivrait que, selon les valeurs particulières des autres variables, il y a un volume de commerce qui est juste «ce qu'il faut». Il pourrait être trop bas, mais il pourrait aussi être trop élevé. Il est possible de soutenir, à titre empirique, qu'il y a toujours eu un parti pris contre le commerce, de sorte que toutes nos observations tendent à faire valoir qu'il est inférieur à ce qu'il «devrait» être. Toutefois, même si cela est vrai, je pense qu'il est important que les économistes évitent le piège du plus c'est mieux dans leurs discussions, sinon dans leurs spécifications économétriques.

En outre, je signalerais que Brander et Taylor (1995) ont démontré que les pays qui exportent des produits tirés de ressources renouvelables tendent à connaître des pertes stables par suite de la libéralisation du commerce, si les

ressources en question ne font pas l'objet de droits de propriété exclusifs. Bref, le commerce aggrave l'échec du marché lié au libre accès à des ressources. Un assez grand nombre de pays semblent avoir souffert de ce problème, la libéralisation du commerce y ayant mené à l'exploitation excessive de ressources.

Des autres activités que renferme la liste précitée, la moins étudiée est presque certainement la communication internationale. J'entends par cela la communication privée (le courrier électronique, le téléphone, etc.) ainsi que la télédiffusion. L'empirisme subjectif (c.-à-d. penser à ce que je fais) laisse supposer que les liens de communication internationale peuvent influencer de façon très importante sur la croissance basée sur les connaissances.

Il y a une importante distinction entre l'ouverture internationale et l'intégration économique. L'intégration économique, comme dans l'Union européenne, englobe typiquement des augmentations d'ouverture au sein du groupe, mais aussi l'harmonisation et la normalisation de règlements et de diverses politiques. En outre, évidemment, les liens avec le reste du monde peuvent devenir plus ou moins ouverts, selon la nature de l'accord d'intégration. Le problème de normalisation évoque la documentation sur la zone monétaire optimale, dont il ressort que tout instrument de politique a une portée géographique optimale. Ainsi, par exemple, est-ce que l'harmonisation de la réglementation dans l'Union européenne peut aller trop loin compte tenu de l'hétérogénéité sous-jacente?

DERNIÈRES REMARQUES

EN ÉCONOMIE, COMME DANS TOUTES LES ACTIVITÉS DE RECHERCHE, il y a deux principales sources de connaissances (ou au moins de convictions éclairées). L'une est théorique : nos convictions au sujet d'une situation particulière reposent sur l'inférence logique fondée sur des axiomes ou principes sous-jacents que nous jugeons plausibles. L'autre est empirique ou inductive et se fonde sur les régularités empiriques constatées par l'observation répétée de situations semblables. Idéalement, les connaissances théoriques et les connaissances empiriques devraient coïncider comme lorsque nous avons une théorie, que nous en dérivons des implications vérifiables et constatons que l'observation empirique s'accorde avec ces dernières. La situation n'est pas toujours aussi idéale. On peut se trouver sans attentes solides fondées sur la théorie ou sans connaissances empiriques. On peut à l'occasion n'avoir ni les unes ni les autres.

Je pense que le domaine décrit dans la communication de Harris en est un où nous n'avons aucune connaissance ni empirique ni théorique. D'abord, notre compréhension fondée sur la théorie de la relation entre l'intégration économique et la croissance économique est très équivoque, au sens où les modèles ou principes économiques de base largement reconnus ne fournissent pas de prévisions claires.

Deuxièmement, bien que nous puissions examiner un assez bon nombre

d'exemples d'intégration économique, chacun est si idiosyncratique qu'il est difficile d'affirmer l'existence de faits stylisés fiables. Cela étant, les économistes feraient bien d'être modestes dans leurs affirmations au sujet des effets de l'intégration économique.

À l'appui de ce point, j'aimerais attirer l'attention sur l'histoire intellectuelle récente. C'est vers la fin des années 50 qu'est née la théorie de la croissance dans laquelle l'étude de la croissance économique avait une haute priorité et était une activité de grand prestige pour divers économistes allant de théoriciens abstraits aux très appliqués économistes du développement. Toutefois, je n'ai rien trouvé dans la documentation de cette période qui traite de la remaquable croissance qu'allait connaître le monde. Bref, à partir des années 60, un certain nombre d'économies de l'Asie de l'Est se sont engagées dans une trajectoire de croissance sans précédent dans l'histoire connue du monde, le revenu réel y ayant augmenté d'un facteur de cinq ou six en une seule génération (c.-à-d. 30 ans). Toutefois, une autre importante région du monde, l'Afrique subsaharienne, a connu un état de déclin économique pendant la plus grande partie de cette période. Cependant, si l'on se reporte à la documentation du début des années 60, on n'y trouve en fait qu'optimisme au sujet de l'Afrique et que pessimisme au sujet de l'Asie de l'Est.

Cette invitation à la prudence ne se veut pas nihiliste. L'économie est une discipline puissante qui compte beaucoup de réussites à son crédit. Nous savons des choses au sujet de la croissance. Les guerres retardent la croissance économique; la stabilité politique la favorise. La planification centrale semble avoir un effet négatif, tandis que les marchés ont un effet positif. Je soutiendrais que de hauts niveaux de fécondité ont aussi une incidence négative, tandis que les déclin de la fécondité ont une incidence positive. Toutefois, ma vue d'ensemble est que la compréhension de la croissance économique en général et de son interaction avec l'intégration économique en particulier est un problème de taille.

J'en ai sans doute trop dit au sujet de mes sujets favoris et je ne suis pas entré assez dans les détails de la communication de Harris. Toutefois, permettez-moi de conclure en rappelant ce que j'affirmais au début, soit que la communication donne un aperçu très utile et éclairé de la situation. Je trouve que son résumé de ses récents travaux sur le capital humain et les gains dynamiques de l'intégration ouvrent un domaine de recherche particulièrement intéressant et prometteur.

NOTE

- 1 Je signalerais en passant qu'il est rare en économie que la collecte d'un ensemble de données serve de point de départ à un important domaine de recherche, mais c'est ce qui est arrivé dans ce cas. Au cours des années 1960 et 1970, Robert Summers était à l'ombre de son fameux frère, Paul Samuelson, et, durant les années 1980, il a été éclipsé par son fils, Larry Summers. Mais les années 1990 ont définitivement été la décennie de Robert Summers.

BIBLIOGRAPHIE

- Brander, J. et S. Dowrick. «The role of fertility and population in economic growth.» *Journal of Population Economics*, vol. 7, (1994) : pp. 1-25.
- Brander, J. et S. Taylor. «International Trade and Open Access Renewable Resources: the Small Open Economy Case.» Document de travail n° 5021. Cambridge MA: NBER, 1995.
- Dowrick, S. «Technological catch up and diverging incomes: patterns of economic growth 1960-88.» *Economic Journal*, 102, (1992): 600-610.
- Magee, S., W. Brock et L. Young. *Black Hole Tariffs and Endogenous Policy Theory*. Cambridge : Cambridge University Press, 1989.
- Murphy, K., A. Schliefer et R. Vishny. «The allocation of talent: implications for growth.» *Quarterly Journal of Economics*, 106, (1991): pp. 503-530.
- Summers, R. et A. Heston. *Penn World Tables*. Version 5.6. Cambridge, Ma: NBER, 1995.
- Young, A. «The Tyranny for Numbers; Confronting the Statistical Realities of the East Asian Growth Experience.» Document de travail n° 4680. Cambridge MA: NBER, 1994.



JOHN WHALLEY
Département d'économique
Université de Warwick

5

Barrières interprovinciales au commerce et considérations sur la croissance endogène

INTRODUCTION

DEPUIS UNE VINGTAINE D'ANNÉES AU MOINS, la politique canadienne s'intéresse, avec plus ou moins d'intensité, aux barrières interprovinciales. Les parties à l'Accord de 1994 sur le commerce intérieur (Gouvernement du Canada, 1994) ont cherché à utiliser un mécanisme semblable au GATT, y compris des règles générales et une procédure de règlement des différends, pour restreindre et abaisser les barrières intérieures. Au moment de l'annonce de l'Accord de 1994, d'aucuns ont fait valoir que l'économie canadienne en tirerait d'importants avantages [jusqu'à 1 p. 100 du produit intérieur brut (PIB), soit l'équivalent de sept milliards de dollars par année].

En 1983, j'ai publié deux documents dans un volume du Conseil économique de l'Ontario (Trebilcock, Whalley, Rogerson et Ness, 1983), documents dans lesquels j'apparentais toute la question des barrières intérieures à une tempête dans un verre d'eau. Je faisais valoir que la grande majorité des produits manufacturés circulent librement entre les provinces canadiennes, que les obstacles provinciaux touchent plutôt les produits où les mécanismes (bière, agriculture, achats gouvernementaux, permis d'exercer une profession, réglementation des transports), et que plusieurs de ces obstacles ont des effets assez cantonnés. (Dans le cas des achats gouvernementaux, par exemple, les administrations provinciales se procurent des biens et des services dans des secteurs à forte intensité de main-d'oeuvre.) En théorie, il est même possible que les barrières interprovinciales améliorent le bien-être de la population, si elles compensent l'effet stimulant artificiel qu'ont sur le commerce interprovincial les mécanismes de protection nationaux tels que les tarifs. Les diverses estimations que je fournissais relativement au coût annuel des barrières interprovinciales étaient beaucoup moins élevées que les calculs gouvernementaux de 1994 (entre un dixième et un cinquième de 1 p. 100 du PIB, sans doute), mais la variance était énorme, car des paramètres clés, telles que les élasticités du commerce interprovincial, n'étaient pas (et ne sont toujours pas) évalués.

Dans le présent article, je veux réexaminer ces anciens calculs à la lumière de l'évolution survenue depuis le début des années 1980. Plus important encore, je veux le faire en prenant en compte les publications récentes sur la croissance endogène, afin de voir si des arguments expliquent pourquoi on peut s'attendre à ce que l'Accord de 1994 ait des effets marqués. Entre le début des années 1980 et le milieu de la présente décennie, rien d'important ne s'est vraiment passé qui aurait pu modifier le volume relatif ou la composition des échanges interprovinciaux dans l'économie nationale, ou la structure ou l'ampleur des barrières interprovinciales au commerce. J'affirme aussi que la substance de l'Accord de 1994 n'a pas encore été démontrée, car, dans des secteurs clefs tels que l'agriculture, il établit un processus favorisant de nouvelles négociations plutôt que la conclusion d'une entente directe.

Je constate aussi que des auteurs ayant écrit sur la croissance endogène, par exemple King et Rebelo (1990) et Perroni (1993), révisent à la hausse les estimations de l'incidence de certains changements apportés aux politiques, en prenant en considération des retombées et des externalités basées sur le savoir. Toutefois, il s'agit surtout de changements dans la politique fiscale, avec des distorsions dynamiques concernant l'épargne et les investissements; leurs effets seront sans doute sensiblement révisés à la hausse plus que s'il s'agissait de distorsions dues aux substitutions de produits dues souvent aux barrières commerciales. En effet, comme Young (1991) l'a souligné, les retombées du type «croissance endogène» peuvent même expliquer pourquoi il conviendrait peut-être, dans certaines régions, de préférer l'autarcie au libre-échange. En outre, peu de données confirment la notion selon laquelle d'importantes retombées axées sur le savoir et sans propriétaire exclusif surviennent dans les industries ou les secteurs clefs touchés par les barrières interrégionales (bière, agriculture, services professionnels, camionnage). Il ne semble y avoir aucun argument déterminant établissant qu'en raison de la croissance endogène, il faudrait réviser sensiblement à la hausse le coût des barrières interprovinciales, et qu'il pourrait même être souhaitable de ne pas les éliminer.

Par conséquent, les considérations relatives à la croissance endogène suscitent des échos dans la discussion sur les barrières au commerce interrégional; pour le moment, cependant, ce sont des échos mal définis : ils ne sont ni forts ni faibles, ni amplifiés ni étouffés, et ils ne renforcent aucun signe en particulier! Vu l'incertitude des élasticités et celle des données issues des premières estimations, nous tendons à être moins sûrs des effets attribuables à de telles considérations, même s'il semble n'y avoir aucune confirmation que la valeur moyenne, plutôt que la variance, des estimations principales antérieures ait changé sensiblement.

LES BARRIÈRES INTERRÉGIONALES ET LEURS EFFETS

LES MOTS «BARRIÈRES» ET «OBSTACLES», EMPLOYÉS SEULS OU AVEC LES QUALIFICATIFS «INTERRÉGIONAL» OU «INTERPROVINCIAL», sont des génériques que les observateurs emploient au Canada pour décrire toute une gamme de

règlements que les gouvernements provinciaux ou leurs organismes appliquent et qui influent directement ou non sur la circulation des biens, des services et des facteurs entre les provinces. Il importe cependant d'approfondir un peu le sens de ces mots. Ceux-ci ne désignent pas les mesures frontalières, contrairement à ce qui serait le cas dans le contexte international, car il n'existe aucune barrière physique aux frontières des provinces. La majorité des obstacles dont il s'agit ici découlent plutôt de diverses formes de préférences intraprovinciales, d'entraves à l'entrée, ou de variations dans les règlements, autant d'éléments qui sont intégrés aux politiques provinciales administrées dans le contexte économique de chaque province. Dans la mesure où elles influent sur la consommation et/ou sur la production à l'intérieur d'une province donnée, la plupart de ces politiques déterminent jusqu'à un certain point les courants commerciaux interprovinciaux. C'est pourquoi on garde d'habitude l'expression «barrières interprovinciales» pour désigner les éléments qui, dans les politiques, établissent des distinctions entre les produits ou les fournisseurs, depuis l'intérieur d'une province donnée ou depuis l'extérieur. Enfin, tel qu'on l'emploie généralement, l'expression vise la circulation interprovinciale des biens, des services et des facteurs. Le débat de fond sur les barrières interprovinciales porte notamment sur les incidences que les politiques provinciales discriminatoires ont sur la circulation de la main-d'oeuvre et des capitaux entre les provinces.

Le Tableau 1 énumère les principales barrières interprovinciales au Canada. On y trouve d'abord les politiques des provinces en matière d'acquisitions et la préférence accordée aux fournisseurs locaux, puis les règlements sur le camionnage et sur une gamme de sous-secteurs de la grande catégorie des transports où le marché provincial intérieur est privilégié. On passe ensuite aux régies provinciales des alcools et à leurs pratiques préférentielles pour ce qui concerne la commercialisation et l'approvisionnement. Puis, on arrive à l'agriculture ainsi qu'aux pratiques des offices de commercialisation des produits agricoles et aux programmes de soutien, qui s'ajoutent aux normes visant les produits et à d'autres règlements pour entraver les échanges interprovinciaux des produits en question. Le Tableau mentionne ensuite les politiques provinciales relatives aux ressources naturelles et les interventions officielles connexes influant sur le secteur intraprovincial de la transformation. Figurent après cela les pratiques d'embauche préférentielles et les mécanismes d'attribution des permis d'exercer un métier ou une profession. Et enfin, le Tableau énumère diverses entraves propres au marché des capitaux.

TABLEAU 1

PRINCIPALES BARRIÈRES INTERPROVINCIALES AU COMMERCE

1. Politiques des provinces en matière d'achats publics

- Au début des années 80, la majorité des provinces avaient accordé leur préférence à des fournisseurs locaux pour les achats publics.
- Terre-Neuve avait pour politique de faire appel à des fournisseurs locaux dans la mesure du possible; le Québec retenait l'offre des entreprises québécoises, même à un coût plus élevé, si l'expansion de la province s'en trouvait favorisée; l'Alberta exigeait la démonstration d'un usage maximal d'intrants provinciaux; d'autres provinces avaient adopté des politiques similaires.

2. Réglementation des transports

- Les provinces contrôlent l'activité des entreprises de camionnage sur leur territoire, même si les affaires de ces dernières débordent des limites de la province.
- Les barrières sont de six sortes : règlements de nature économique (taux, entrée), exigences d'enregistrement, règlements sur les poids et mesures, restrictions en matière de sécurité, application des règlements, taxes sur le carburant.

3. Politiques provinciales en matière de boissons alcoolisées

- Le produit du cru est privilégié par les pratiques de mise en marché des régies provinciales : meilleur soutien publicitaire, emplacement plus avantageux au magasin, conditions d'introduction moins sévères, fixation de prix préférentiels.
- Des exigences spéciales en matière d'emballage interdisent aux fournisseurs extra-provinciaux de percer sur le marché local.
- Restrictions applicables aux achats personnels dans d'autres provinces, soit par un régime de contingentement, soit par la perception de taxes.

4. Politiques agricoles

- Trois instruments de la politique provinciale affectent les échanges interprovinciaux : les offices de commercialisation, les programmes d'aide aux agriculteurs et les normes ou les règlements restrictifs applicables aux produits.
- Les offices de commercialisation nationaux font intervenir un régime de contingentement de la production articulé sur la part du marché. Les régies provinciales indiquent aux agriculteurs où et comment écouler leurs produits.
- L'aide directe et le soutien publicitaire accordés aux agriculteurs dans les provinces nuit aux échanges interprovinciaux.
- Les normes d'emballage et d'étiquetage des provinces entravent également le commerce interprovincial.

5. Politiques provinciales en matière de ressources

- Les contrôles exercés sur le traitement dans la province, la fluctuation des taxes imposées sur l'exploitation du sous-sol et les redevances perçues sur les ressources ralentissent le flux des ressources provinciales.

6. Pratiques d'embauche préférentielles et obstacles sur le marché du travail

- Les exigences provinciales concernant l'agrément et la certification limitent la mobilité de la main-d'œuvre entre les provinces.
- Les professions régies à l'échelon provincial (droit, architecture, génie, comptabilité et le reste) suscitent des problèmes particuliers.
- Enregistrement des corps de métier : plus du tiers des professionnels des secteurs de la production et de la transformation doivent obtenir une licence de la province.
- La transférabilité des avantages sociaux est restreinte.
- Quelques provinces exigent du secteur privé qu'il engage du personnel local.

7. Obstacles sur le marché financier

- Contrôle des terres par des non-résidents.
- Les politiques d'investissement provinciales exercent des restrictions sur les fonds de placement, les régimes de pension et les fonds d'assurance.
- Fonctionnement des sociétés d'État provinciales.
- Subventions et programmes d'aide financière provinciaux.

Source : Trebilcock, Whalley, Rogerson et Ness (1983).

À première vue, il s'agit là d'une longue liste qui, à l'époque, a incité certains observateurs tels que Safarian (1980) à parler de la balkanisation du Canada et de la fragmentation du marché canadien en dix marchés provinciaux distincts. Cependant, dans mon article antérieur, j'ai soutenu qu'à la réflexion, les choses n'étaient sans doute pas aussi graves qu'elles le paraissent. Tout d'abord, la liste ne contenait aucun obstacle qui nuisait directement au commerce des biens manufacturés qui semblaient continuer de circuler au Canada relativement sans problème. En second lieu, plusieurs barrières comportaient des caractéristiques qui en réduisaient les effets (par exemple, les dépenses des gouvernements provinciaux faites dans des secteurs à forte intensité de main-d'oeuvre). Par conséquent, les pratiques d'acquisition n'étaient restreintes que par un petit nombre de ces barrières. Troisièmement, tout dépendant du modèle implicite utilisé, on peut réduire, voire éliminer complètement, les effets des obstacles perçus au commerce interprovincial. Donc, si l'on croit qu'en ce qui concerne le financement et la circulation des capitaux, toutes les provinces fonctionnent les unes par rapport aux autres comme des éléments du marché mondial des capitaux, ce qui se passe dans une province n'influe aucunement sur l'entrée des capitaux dans une autre province ni sur leur sortie. Vu sa petite taille sur le marché international des capitaux, chaque province ne détermine en rien, par ses actions, l'entrée des capitaux dans les autres provinces ni leur sortie.

J'ai ensuite présenté des calculs simples qui donnaient à penser que, dans leur ensemble, les effets des barrières interprovinciales sur le commerce et le bien-être social seraient petits. Pour fonder cet argument, j'ai calculé le coût des barrières en m'inspirant de données inédites de Statistique Canada sur le commerce interprovincial des biens et des services en 1974, données qui faisaient partie intégrante des premiers tableaux sur les intrants-extrants interprovinciaux de la même année, pour l'ensemble du Canada.

Le Tableau 2 contient certaines des données de base et montre comment, pour la majorité des provinces, le volume du commerce interprovincial dépasse de 50 p. 100 en moyenne le volume des échanges internationaux. Dans le cas des petites provinces et des Territoires (Terre-Neuve, Saskatchewan, Yukon et Territoires du Nord-Ouest), ce dernier l'emporte sur le commerce interprovincial, mais pour les autres provinces, c'est l'inverse qui est vrai. D'un autre côté, les deux plus grandes provinces (le Québec et l'Ontario) accusent un déficit au chapitre du commerce international, mais un excédent sur le plan des échanges interprovinciaux. C'est l'inverse dans le cas de la Colombie-Britannique, de l'Alberta et de la Saskatchewan, qui exportent toutes des ressources naturelles et/ou des céréales.

TABLEAU 2

LE COMMERCE INTERPROVINCIAL EN 1974

A. Échanges interprovinciaux et internationaux de biens et de services par province (milliards \$, 1974)

	Importation d'une autre partie du Canada	Importation de l'étranger	Exportation à une autre partie du Canada	Exportation à l'étranger
Terre-Neuve	1,32	0,61	0,19	0,92
Île-du-Prince-Édouard	0,32	0,05	0,12	0,02
Nouvelle-Écosse	1,79	1,28	1,05	0,55
Nouveau-Brunswick	1,60	0,90	0,95	0,79
Québec	10,29	8,85	12,12	5,30
Ontario	11,60	14,54	18,06	12,47
Manitoba	2,50	0,97	1,78	0,89
Saskatchewan	2,26	0,80	1,45	2,17
Alberta	4,68	1,87	5,08	3,42
Colombie-Britannique	5,17	3,32	2,16	4,37
Yukon/T.-N.-0.	0,20	0,04	0,05	0,21
Total	43,01	34,20	43,01	31,11

B. Destination des produits par province (1974, pourcentage des biens et des services produits)

	Vendus dans la province	Vendus à une autre partie du Canada	Vendus à l'étranger
Terre-Neuve	61	7	32
Île-du-Prince-Édouard	75	22	3
Nouvelle-Écosse	67	22	11
Nouveau-Brunswick	61	21	18
Québec	68	22	10
Ontario	68	19	13
Manitoba	66	23	11
Saskatchewan	52	19	29
Alberta	61	23	16
Colombie-Britannique	71	10	19
Yukon/T. N.-0.	71	5	24
Canada	67	19	14

Source : Whalley, 1983

L'analyse des effets des barrières interprovinciales, que je présentais dans mon article antérieur (Whalley, 1983a) et qui reposait sur les données susmentionnées, suivait les axes suivants. Tout d'abord, j'ai pris note de l'argument de Melvin (1985) selon lequel un des effets du tarif fédéral consistait à stimuler le commerce interprovincial et à engendrer des frais de transport internes qui risquaient d'être énormes. Melvin soutenait dès lors qu'un des effets les plus pernicioeux du tarif fédéral était qu'il provoquait des frais de transport inutiles, car les produits étaient expédiés entre les provinces du Canada sous la protection de ce tarif. C'est pourquoi les barrières interprovinciales ne sont pas nécessairement mauvaises si elles compensent, dans une certaine mesure, les effets incitatifs négatifs des politiques fédérales et qu'elles atténuent un stimulant artificiel du commerce interprovincial qui s'accompagne de frais de transport nuisibles du point de vue social.

Après avoir pris acte de cet argument, j'ai cherché à évaluer l'importance quantitative possible des barrières, en rangeant l'argument décrit ci-haut d'un côté de l'équation. J'ai d'abord cerné le volume des échanges que les barrières interprovinciales semblaient toucher. Le Tableau 3 montre mes estimations, classées par groupe principal de produits et exprimées en pourcentage du volume du commerce interprovincial.

Échanges de biens et de services (provinces)	% des échanges provinciaux
1. Politiques gouvernementales (les dépenses de la province représentent environ 10 % du PIB et visent surtout la main-d'oeuvre)	2
2. Réglementation des transports (on suppose qu'elle touche le quart des échanges interprovinciaux de services)	10
3. Politiques provinciales en matière de boissons alcoolisées (échanges interprovinciaux de boissons gazeuses et de boissons alcoolisées)	1
4. Politiques agricoles (échanges interprovinciaux de céréales, de produits laitiers et de poisson)	2,5
5. Politiques provinciales en matière de ressources	2
Total	17,5
Source : Whalley, 1983	

J'ai ensuite constaté qu'il était difficile d'attribuer des équivalents *ad valorem* aux diverses barrières interprovinciales énumérées dans le Tableau 1, mais j'ai calculé que, si l'on supposait un taux moyen de 10 p. 100 pour les barrières

et un coefficient d'élasticité de «1» dans les échanges interprovinciaux (c'est là toute une hypothèse à faire, vu qu'il n'existe aucune estimation de ce coefficient pour les courants commerciaux interprovinciaux), l'élimination des barrières déboucherait sur des avantages sociaux de l'ordre de 0,2 p. 100 du PIB (estimation de l'équilibre partiel).

Je n'ai pas calculé ce que pourrait rapporter l'élimination des barrières sur le marché des capitaux, vu que ce dernier est lié aux marchés internationaux des capitaux. Par conséquent, les barrières n'influent pas directement sur la circulation des capitaux entre les provinces. En ce qui concerne les marchés interprovinciaux de l'emploi, j'ai constaté qu'il est difficile de définir les barrières d'après les écarts observés entre les salaires payés dans les diverses provinces, écarts qui intègrent non seulement des obstacles à la mobilité, mais aussi des variantes de productivité, des préférences quant au lieu de travail, et d'autres facteurs. En formulant diverses hypothèses sur les barrières et sur les élasticités du produit marginal provincial du revenu dû aux secteurs à forte intensité de main-d'oeuvre, j'estime que l'élimination des obstacles à la mobilité se traduit par un avantage supplémentaire se situant entre 0,05 p. 100 et 0,1 p. 100 du PIB.

Voilà donc sur quoi repose la constatation selon laquelle tout le dossier des barrières interprovinciales s'apparente à une tempête dans un verre d'eau!

MULTIPLICATEURS, MAJORATION ET AMPLIFICATION

UNE DES RÉACTIONS FACE À CES MAIGRES ESTIMATIONS des avantages sociaux découlant de l'élimination des barrières interprovinciales consiste à dire qu'un élément manque; le modèle implicite est mal défini au point que les principales sources de gain ne sont tout simplement pas prises en compte. C'est là un thème très souvent abordé dans les ouvrages récents sur les avantages quantitatifs de la libéralisation des échanges; certains auteurs (mais pas tous) pensent que, si les structures du modèle étaient changées, les petits effets perçus prendraient des proportions sensiblement plus grandes. Par ailleurs, les auteurs ayant écrit récemment sur la croissance endogène font valoir que les externalités, et plus précisément les retombées axées sur le savoir, risquent d'influer beaucoup sur l'ampleur de la croissance et sur le bien-être social (King et Rebelo, 1990, et Perroni, 1993). Cette recherche des facteurs manquants suit, pour l'essentiel, l'orientation empruntée ultérieurement dans les articles publiés sur la croissance endogène.

La notion que quelque chose manque dans les estimations (équilibre conventionnel partiel ou général) des gains issus de la libéralisation des échanges a ses origines dans les travaux de Bela Balassa (1967) sur l'intégration économique de l'Europe dans les années 1960. Après la création de la Communauté économique européenne (CEE) et l'évolution vers une intégration plus marquée des marchés nationaux, Balassa a observé tout d'abord qu'une bonne partie de la croissance des échanges en Europe, après le Traité de Rome, s'était opérée dans les usines fabriquant des produits très connexes les uns par rapport aux autres. En

second lieu, les taux élevés de croissance dans l'Europe d'alors dépassaient sensiblement les estimations *ex ante* des gains faites par Scitovsky et d'autres, qui avaient utilisé des méthodes d'analyse de l'équilibre conventionnel partiel. Balassa parlait de ce qu'il appelait les gains «dynamiques» issus du libre-échange et dus à la spécialisation, aux économies d'échelle et à l'accroissement de la concurrence. Il évoquait alors son «facteur X» de cinq (le multiple approximatif à appliquer aux estimations de l'équilibre conventionnel partiel ou général statique pour les gains issus de la libéralisation des échanges). Par la suite, Cline et ses collaborateurs (1978) ont employé ce facteur dans leurs travaux sur le Tokyo Round.

Dans la mesure où les travaux sur l'intégration européenne (les auteurs y cherchant à évaluer les effets de diverses mesures prises pour réaliser l'intégration, ou de mesures qui pourraient être adoptées dans l'avenir) concernent les effets de l'enlèvement de barrières internes au commerce, il semble y avoir des parallèles à faire avec le contexte interprovincial canadien. Le nombre d'intervenants s'assimilait à celui des provinces canadiennes composant le groupe principal; en outre, les objectifs originaux de la CEE s'apparentaient à ceux des provinces cherchant à faire tomber les barrières qui existaient entre elles.

L'ambitieux programme envisagé par la Commission européenne (1992) a donné un nouvel élan au mouvement européen, vers le milieu des années 1980, tout comme une large gamme de mesures proposées en faveur d'une intégration plus complète du marché européen grâce à l'élimination de barrières. Cela s'est accompagné du rapport Cecchini (1988), dont l'auteur estimait que la mise en oeuvre du programme en 1992 procurerait à l'Europe des gains équivalant à environ 5 p. 100 du PIB. Ces estimations dépassaient celles que Balassa obtenait en se fondant sur les originaux de Scitovsky, et elles reposaient sur un calcul (équilibre conventionnel partiel) des avantages de l'élimination des frontières (retards aux frontières et autres barrières qui n'entraient pas en ligne de compte dans le contexte canadien), et sur des calculs plus considérables des gains issus des économies d'échelle et de l'accroissement de la concurrence.

De son côté, Balassa a puisé beaucoup dans les travaux menés à l'époque par Smith et Venables (1988). Ils s'étaient servi d'un modèle d'équilibre partiel statique pour évaluer les effets de l'abaissement des barrières non tarifaires sur divers secteurs de la CEE. Ils ont examiné 10 secteurs, et, dans chaque cas, le modèle comprenait des entreprises ayant une technologie procurant des rendements d'échelle croissants; chaque entreprise fabriquait un produit différent par rapport à ceux des autres, et l'hypothèse Armington était employée. Ils ont choisi la France, l'Allemagne, l'Italie, le Royaume-Uni et le reste de la CEE, les autres pays du monde constituant les partenaires commerciaux. Ils ont évalué les réductions des barrières commerciales, secteur par secteur, en envisageant divers scénarios, en dressant des comparaisons entre les marchés segmentés et les marchés intégrés, en appliquant les conjectures de Cournot et de Bertrand à chaque entreprise, et en utilisant des nombres constants et des nombres variables d'entreprises. Avec les conjectures de Bertrand, Smith et Venables ont obtenu des

effets sensiblement plus marqués (de plus de 50 p. 100) sur le bien-être social si les barrières étaient abaissées dans des marchés intégrés plutôt que segmentés, mais en utilisant les conjectures de Cournot, ils n'ont mis au jour aucune différence importante. Smith, Venables et Gasiorek (1992) ont obtenu plus tard des résultats semblables avec une formule connexe d'équilibre général.

On trouve des thèmes semblables sur l'ampleur des gains issus de l'intégration commerciale dans le contexte canadien, dans les recherches que Harris et Cox (1984) ont faites sur les échanges canado-américains. Dans ce cas, contrairement à ce que fit Balassa, les auteurs ont employé un modèle explicite en optimisant le comportement des entreprises et des ménages. Les gains estimatifs ont augmenté à cause d'une formule comprenant des coûts fixes et variables au niveau de l'entreprise (et de l'usine) et à cause des rendements d'échelle croissants, les coûts fixes étant alors agencés à un ensemble d'intrants (capitaux et main-d'oeuvre) «pouvant être substitués les uns aux autres». Les prix ponctuels étant alors établis d'après la valeur brute mondiale, tarif compris, toute réduction tarifaire ferait descendre les entreprises le long de leur courbe du coût moyen et diminuer le nombre d'entreprises, et elle favoriserait des gains de rationalisation en répartissant les coûts fixes entre un nombre moins considérable d'entreprises. Harris et Cox estimaient que les gains de rationalisation se traduiraient pour le Canada, dans le cadre d'un accord négocié de libre-échange entre lui et les États-Unis, par des gains équivalant à 10 p. 100 du PIB, comparativement à des gains inférieurs à 2 p. 100 dans les modèles sans critères de rationalisation.

Plus récemment, Baldwin (1992) a fait valoir que les gains dynamiques dépasseront toujours de beaucoup les gains statiques. Il a employé un petit modèle dynamique de l'équilibre général pour faire ressortir les gains dynamiques, en affirmant qu'il faut des capitaux plus considérables et, partant, des revenus plus élevés à long terme pour soutenir les gains statiques estimatifs pendant la croissance de l'économie. Si l'on «dynamise» les gains statiques calculés par Cecchini, Catinat et Jacquemin (1988) pour le programme européen de 1992, on constate que, relativement au produit national brut (PNB), les gains dynamiques issus de la libéralisation des échanges seraient plus grands que les gains statiques estimatifs dans une proportion de 24 p. 100 à 136 p. 100.

Il s'agit ici de savoir si une partie ou l'ensemble de ces arguments s'appliquent aux estimations actuelles des gains qui découleraient du commerce interprovincial et, le cas échéant, comment ils se rapportent aux considérations intéressant la croissance endogène. Les arguments de Balassa concernaient une observation initiale de l'accroissement du commerce entre les industries et entre les usines. Aucun parallèle évident n'existe entre ce contexte et le commerce interprovincial au Canada, sauf, peut-être, en ce qui regarde les échanges entre l'Ontario et le Québec. Harris et Cox évoquent aussi une collusion autour d'un point focal du prix mondial brut tarif compris, ce qui ne semble pas réaliste aux fins de la comparaison entre les effets des barrières interprovinciales et ceux des obstacles au commerce international. Et les arguments ultérieurs formulés au sujet de l'Europe

comportent tous les mêmes différences que les calculs de Balassa : le commerce interprovincial est moins dominé par les échanges entre les industries et plus par le commerce de facteurs que ce n'est le cas en Europe. Par conséquent, une fois pris en compte des aspects particuliers de la libéralisation potentielle du commerce interprovincial, il devient moins facile d'appliquer ces estimations plus élevées au contexte des barrières interprovinciales canadiennes, bien que cela soit tentant, vu que toutes ces analyses portent sur la libéralisation du commerce.

ÉVOLUTION DEPUIS 1983

SI LES DIVERS DÉVELOPPEMENTS ÉVOQUÉS DANS LES OUVRAGES SPÉCIALISÉS depuis la publication de mes calculs en 1983 (développements qui ont peut-être entraîné une forte révision à la hausse des estimations des gains découlant de la libéralisation) ne semblent pas se rapporter directement au débat sur les barrières interprovinciales au Canada, la prochaine question qui vient naturellement à l'esprit s'énonce comme suit : d'autres faits nouveaux qui changent eux aussi le contexte se sont-ils produits entre-temps?

L'évolution continue de l'économie canadienne constitue la première source de changements. La croissance réelle et des changements structurels dans l'économie de base ont peut-être influé, d'une façon quelconque, sur l'ampleur et la structure des échanges interprovinciaux et, ce faisant, accentué ou atténué l'importance des barrières. Le Tableau 4 montre les changements survenus dans la composition des courants commerciaux interprovinciaux entre 1974 et 1988. Comme on le voit, les changements sont, dans l'ensemble, relativement minimes, bien qu'ils soient plus considérables si l'on prend chaque province individuellement. Le Tableau montre qu'à tout le moins en ce qui a trait aux courants commerciaux, peu de changements ont eu lieu au cours des années; à cet égard, on peut sans doute conclure que peu d'éléments modifieraient l'argument sous-jacent selon lequel l'élimination des barrières interrégionales a eu peu d'effets, surtout que l'importance relative du commerce intracanadien (comparativement au commerce extérieur) ou intraprovincial a peut-être même diminué.

TABLEAU 4

VARIATION DES ÉCHANGES INTERPROVINCIAUX DEPUIS 1974

Destination du produit par province (pourcentage des biens et des services produits)

	Pourcentage vendu dans la province		Pourcentage vendu à une autre partie du Canada		Pourcentage vendu à l'étranger	
	1974	1988	1974	1988	1974	1988
Terre-Neuve	61	71	7	7	32	22
Île-du-Prince-Édouard	75	5	22	16	3	9
Nouvelle-Écosse	67	73	22	15	11	12
Nouveau-Brunswick	61	64	21	17	18	19
Québec	68	72	22	15	10	13
Ontario	68	69	19	14	13	17
Manitoba	66	67	23	20	11	13
Saskatchewan	52	67	19	15	29	18
Alberta	61	70	23	16	16	14
Colombie-Britannique	71	72	10	9	19	19
Yukon/T.N.-O.	71	61	5	7	24	32

Source : Calculs de l'auteur selon les données de Statistique Canada.

La deuxième source de changements est l'Accord sur le commerce intérieur, conclu entre les provinces en 1994 et entré en vigueur le 1^{er} juillet 1995. À première vue, cela semble être un document d'une grande portée qui fait sensiblement progresser le pays vers l'intégration du marché intérieur et, partant, vers les avantages d'un marché unifié. On pourrait ainsi en déduire qu'il enlève toute actualité au débat sur les barrières interprovinciales, débat qui, dès lors, n'aurait plus aucun intérêt pour l'avenir. Cependant, comme le montre le Tableau 5, bon nombre des principales questions relatives aux barrières demeurent, et l'Accord ne les aborde qu'indirectement.

TABLEAU 5

PRINCIPALES CARACTÉRISTIQUES DE L'ACCORD DE 1994 SUR LES BARRIÈRES INTERNES

- **Généralités**

- Les grands principes sont les suivants : (i) élimination de la discrimination; (ii) droit d'entrer sur le marché ou d'en sortir; (iii) les nouvelles politiques ne doivent pas entraver le commerce; (iv) une divergence par rapport aux grands principes (protection des consommateurs, protection de l'environnement, santé et sécurité publique) doit être justifiée par des «objectifs légitimes»; (v) rapprochement (abolition des barrières attribuables à la variation des normes) et (vi) transparence (publication/avis).

- **Secteurs d'activités**

- Achats publics – l'objectif est de mettre fin aux prix locaux préférentiels, aux spécifications biaisées dans les contrats et à d'autres obstacles.
- Investissement – limiter les exigences concernant le lieu de résidence, le contenu local, les achats locaux et la provenance locale des approvisionnements.
- Mobilité de la main-d'oeuvre – restreindre l'application des exigences concernant le lieu de résidence et instaurer un mécanisme pour assurer la reconnaissance mutuelle des compétences et le rapprochement des normes professionnelles.
- Mesures et normes relatives aux consommateurs – harmonisation des normes et des règlements (droits d'homologation et d'enregistrement, emplacement en tant que condition pour la certification, harmonisation de l'étiquetage).
- Agriculture – les ministres provinciaux doivent se pencher sur les politiques agricoles; interdiction d'introduire de nouvelles restrictions applicables aux échanges, notamment des mesures zoo- et phytosanitaires.
- Boissons alcoolisées – abolition graduelle des barrières au commerce du vin et de la bière.
- Ressources naturelles – interdiction d'implanter de nouveaux obstacles touchant le traitement du bois, du poisson et des minéraux.
- Communications – tendance vers un marché unique; dispositions contre la discrimination dans les télécommunications.
- Transports – tendance vers l'harmonisation des exigences concernant l'enregistrement et l'inspection des camions.
- Protection de l'environnement – elle est reconnue comme un objectif légitime des gouvernements provinciaux.

- **Dispositions institutionnelles**

- Comité ministériel du commerce intérieur, assorti d'un secrétariat à Winnipeg.
- Mécanisme de résolution des différends articulé sur l'examen par un comité, pressions de la population en vue de l'adoption des recommandations du comité et sanctions approuvées par le comité ministériel, en dernier ressort.

Source : Résumé de l'auteur.

L'agriculture constitue un domaine important où l'accord ne suppose que d'autres négociations. Dans celui des transports, il suffit aussi d'un mouvement partiel vers l'adoption de normes nationales. Les clauses sur le règlement des différends sont vagues car, contrairement à ce qui vaut dans le GATT, le retrait des concessions équivalentes n'a ici aucun pendant direct : en effet, les tarifs consolidés ne sont pas mis en question dans le débat qui nous occupe.

De plus, l'essentiel de l'Accord vise à harmoniser les politiques provinciales. Cependant, comme on le sait bien, harmonisation et enlèvement des distorsions ne sont pas synonymes. Là où des préférences régionales existent sur des questions telles que la protection de l'environnement, ou encore lorsque les normes de sécurité diffèrent entre elles, on risque, en imposant l'harmonisation, d'empirer les choses, au lieu de les améliorer.

Des questions sur les barrières interprovinciales demeurent en dépit de l'évolution survenue depuis 1985. Dans l'ensemble, les courants commerciaux n'ont à peu près pas changé entre les provinces. Qui plus est, l'Accord sur le commerce intérieur, conclu récemment, ne contribue qu'en partie à régler les problèmes que les barrières posent.

CONSIDÉRATIONS SUR LA CROISSANCE ENDOGÈNE ET OBSTACLES INTERPROVINCIAUX

DANS LES PAGES PRÉCÉDENTES, J'AI FAIT VALOIR que les barrières commerciales interprovinciales ont des effets minimes, et aucun motif déterminant ne m'oblige à modifier ma pensée, à la lumière des faits récents exposés dans les écrits sur la mesure des effets (économies d'échelle, concurrence), ou de l'évolution de la structure interprovinciale de l'économie canadienne. Dans la dernière partie du présent mémoire, j'examine si des considérations présentées dans les ouvrages récents sur la croissance endogène peuvent influencer sur l'analyse et, le cas échéant, comment.

Les écrits sur la croissance endogène sont désormais volumineux et diffusés largement, et de nombreuses orientations y sont abordées. Cependant, quelques thèmes centraux s'en dégagent qui se rapportent clairement à l'analyse sur les barrières interprovinciales. Une bonne partie des ouvrages sur la croissance endogène sont attribuables au travail de Romer, dont l'enquête récente (1994) nous renseigne sur l'évolution d'une partie de ces écrits. Parallèlement aux travaux initiaux de Romer a paru un document particulièrement influent, soit celui de Lucas (1988) sur les mécanismes du développement économique. Tous ces ouvrages montrent à quel point les retombées axées sur le savoir déterminent les processus de croissance, bien que, dans ses travaux initiaux, Romer ait mis l'accent sur la possibilité que les rendements d'échelle croissants jouent un rôle important dans la modification de l'analyse classique de la croissance faite dans le cadre d'un modèle Solow-Swan, modèle où il existe un taux de croissance exogène et fixe pour la main-d'oeuvre.

On a beaucoup parlé de la façon dont ces retombées axées sur le savoir fonctionnent en réalité, d'après Lucas et Romer; d'ailleurs, dans un échange entre eux, ces deux chercheurs se sont demandé si l'on peut «s'approprier» ces retombées mêmes et, partant, si elles représentent des externalités déjà internalisées. Le débat porte essentiellement sur le rôle que ces retombées et les externalités de ce genre peuvent jouer pour rendre compte de la croissance et l'accélérer. Comme Romer le soulignait, une bonne partie des écrits sur la croissance endogène sont consacrés à

l'élaboration de raisonnements visant à montrer pourquoi un modèle Solow-Swan classique (qui prendrait même en compte les différences d'ordre technologique existant entre les pays) ne peut pas expliquer divers phénomènes relatifs à la croissance. Le débat sur la convergence (voir Barro et Sala Martin, 1992) se rapporte à cette question.

Vu le caractère volumineux de ces ouvrages, je pose quatre questions clefs qui s'en dégagent et qui concernent les barrières interprovinciales, et j'examine leurs conséquences pour l'analyse de ces barrières en faisant valoir que, dans la mesure où elles sont pertinentes, les considérations relatives à la croissance endogène risquent d'avoir des incidences opposées à celles qu'aimeraient voir ceux selon qui la libéralisation des barrières interprovinciales aurait des effets plus vastes.

LES CONSIDÉRATIONS SUR LA CROISSANCE ENDOGÈNE ACCENTUENT-ELLES L'INCIDENCE DES OBSTACLES INTERPROVINCIAUX?

CERTAINS AUTEURS (King et Rebelo, 1990, et, plus récemment, Perroni, 1993) ayant écrit sur la croissance endogène ont employé des techniques de simulation numériques pour analyser les effets de distorsion dans les modèles comportant des éléments propres à ce type de croissance (retombées fondées sur le savoir). Dans ces analyses, ils sont obligés d'utiliser de puissantes hypothèses sur la façon dont ces éléments entrent en ligne de compte. Par exemple, Perroni pose que les entreprises autres que celle ayant conçu une connaissance en profitent quatre fois plus que cette dernière, quelle que soit la connaissance élaborée. En outre, aucune «appropriation» des revenus supplémentaires ainsi obtenus n'a lieu.

Avec des hypothèses telles que celle-là, il n'est pas surprenant que l'intégration des caractéristiques de la croissance endogène influe sensiblement sur les incidences qu'ont divers genres de distorsions sur le comportement et le bien-être. Dans King et Rebelo, par exemple, le passage d'un impôt sur le revenu à une taxe sur la consommation, que les économistes spécialistes des finances publiques analysent généralement dans un cadre numérique générant des avantages sociaux de l'ordre de 2 p. 100 à 3 p. 100 de la valeur actualisée du revenu national, aboutit à un gain nettement supérieur : jusqu'à 50 p. 100 de la valeur actualisée du revenu. Perroni trouve aussi des cas où ces gains peuvent atteindre 20 p. 100. Avec ces calculs, certains arguments semblent corroborer la notion selon laquelle les considérations relatives à la croissance endogène accentuent les incidences de l'élimination des distorsions (et d'une façon marquée, lorsque les distorsions se rapportent aux dites considérations elles-mêmes).

Toutefois, il existe une importante distinction entre les distorsions fondées sur le commerce et les distorsions intertemporelles du genre mentionné dans ces ouvrages sur la fiscalité. Dans le cas des retombées axées sur le savoir, quand les distorsions intertemporelles sont vitales pour les investissements, des conséquences nettement plus profondes découlent de toute politique qui a pour objet d'éliminer ces distorsions (par exemple, le passage d'un impôt sur le revenu à une taxe sur la consommation). Dans le cas des distorsions axées sur le commerce, quand les effets

sont compositionnels plutôt qu'intertemporels, non seulement l'hypothèse selon laquelle les considérations relatives à la croissance endogène augmentent les incidences des politiques est discutable, mais encore on pourrait faire valoir le contraire. Et comme Young (1991) l'a précisé, on pourrait même soutenir que la libéralisation risquerait d'empirer les choses dans certaines régions, car les barrières au commerce fonctionnent en fait, en présence des considérations susmentionnées, comme des mécanismes protégeant les industries naissantes.

LES CONSIDÉRATIONS SUR LA CROISSANCE ENDOGÈNE PEUVENT-ELLES FAIRE PASSER L'INCIDENCE DES OBSTACLES INTERPROVINCIAUX DE NÉGATIVE À POSITIVE?

L'ARGUMENT PRÉSENTÉ CI-DESSUS EST ATTRIBUÉ À YOUNG (1991) et il montre clairement que c'est effectivement possible dans certaines régions, même si tel n'est pas le cas partout. Vu la présence de retombées axées sur le savoir et la nécessité d'attribuer la propriété des avantages découlant de ces retombées, avantages qui profitent à d'autres entreprises, la protection (qui assure un soutien aux industries nationales) peut avoir des effets semblables à ceux qu'un tarif établi pour une industrie naissante aurait, d'après des ouvrages plus classiques sur le commerce.

En fait, le débat sur les industries naissantes remonte au début du siècle et il s'apparente à celui qui concerne la croissance endogène. Par conséquent, relativement aux barrières commerciales interprovinciales examinées dans le contexte de la croissance endogène, il ne s'agit pas tant de savoir si leurs effets sur les régions sont plus marqués ou moindres, mais bien si le signe (positif ou négatif) de ces effets peut changer, étant donné que l'élimination des barrières peut aussi réduire le bien-être général.

Y A-T-IL DES SIGNES MONTRANT L'EXISTENCE DE RETOMBÉES AXÉES SUR LE SAVOIR DANS DES INDUSTRIES VISÉES PAR LES OBSTACLES?

C'EST SUR CE PLAN que l'applicabilité des considérations relatives à la croissance endogène aux barrières interprovinciales est la plus faible. Il semble difficile de soutenir que des retombées axées sur le savoir se produisent dans l'industrie de la fabrication de la bière, même si les boissons alcoolisées sont énormément visées par les barrières interprovinciales. Peut-être existe-t-il de telles retombées dans l'agriculture, à la faveur de la mise au point de nouvelles techniques permettant de produire des semences et des élevages à meilleur rendement, par exemple, mais en règle générale, comme la grande majorité des biens fabriqués circulent assez librement au Canada et que les barrières ne s'appliquent pas directement à ces produits, toute la question des retombées ne semble plus se poser. Par conséquent, il semble raisonnable de conclure que les considérations relatives à la croissance endogène influent sans doute peu sur les estimations du coût des barrières.

CONVERGENCE INTERRÉGIONALE ET ABAISSEMENT DES OBSTACLES?

C'EST DANS CE VOLET DES TRAITÉS SUR LA CROISSANCE ENDOGÈNE que les barrières interrégionales ont les incidences les plus fortes. Comme nous le disions plus haut, l'examen fait par Barro et Sala Martin (1992) sur la convergence des économies a suivi l'orientation en vertu de laquelle on se demande si une convergence relativement rapide des différences entre les niveaux de revenu par habitant dans les États américains peut s'expliquer grâce à des méthodes compatibles avec un modèle Solow-Swan classique de croissance endogène. On a conclu que tel n'était pas le cas. Par conséquent, la présence de caractéristiques telles que les retombées basées sur la connaissance peut fort bien être vitale pour expliquer ce processus de croissance convergente.

En revanche, le dossier canadien se caractérise remarquablement par l'absence relative de convergence des différences entre les régions quant au revenu par habitant. L'écart entre les régions canadiennes où les revenus par habitant sont les plus élevés et celles où ils sont les plus bas correspond toujours à peu près au ratio 2:1; il est donc plus marqué qu'aux États-Unis. Ces écarts mettent du temps à s'amenuiser. Il est possible que l'abaissement des barrières interrégionales influe sur la convergence des régions en atténuant ces écarts. Les changements dans les barrières pourraient donc, avec le temps, contribuer à expliquer l'absence relative de convergence des revenus provinciaux par habitant et la persistance des différences, vu que les barrières elles-mêmes mettent du temps à changer. Dans un tel contexte, les considérations relatives à la croissance endogène peuvent influencer sur les effets qu'ont les barrières.

CONCLUSION

DANS LE PRÉSENT ARTICLE, J'AI REPRIS DES CALCULS ANTÉRIEURS sur les effets qu'ont les barrières interrégionales au Canada sur le commerce entre les régions et sur le bien-être de celles-ci. J'ai fait cette démarche à la lumière d'écrits récents sur la croissance endogène, d'autres faits nouveaux récents, y compris l'Accord sur le commerce intérieur mis en oeuvre en juillet 1995, et de changements survenus dans les courants commerciaux interprovinciaux.

Dans mes travaux antérieurs, j'ai fait valoir que les effets des barrières interrégionales seraient probablement insignifiants, car celles-ci ne touchaient qu'une petite partie des échanges interrégionaux; en outre, les composantes visées s'accompagnaient d'autres éléments compensatoires, tels que des procédures provinciales d'acquisition favorisant des dépenses dans des secteurs à forte intensité de main-d'oeuvre. Cette évaluation antérieure vaut-elle toujours à la lumière de diverses considérations plus récentes, y compris celles abordées dans les ouvrages sur la croissance endogène?

J'ai pris en compte les éléments nouveaux examinés dans les ouvrages spécialisés, pour évaluer les incidences des barrières commerciales, y compris les considérations afférentes à la structure des marchés et des aspects connexes. J'ai fait ce nouvel examen à la lumière de données plus récentes sur les échanges commerciaux entre les provinces et en tenant compte de considérations intéressant la croissance endogène, y compris le rôle des retombées basées sur la connaissance. Ma conclusion? Bien que ces considérations suscitent une vive discussion, celle-ci suit diverses orientations en même temps, ce qui fait croître la variance des estimations mais a des incidences incertaines sur la valeur moyenne. La tempête dans le verre d'eau risque de mouiller les assiettes voisines, mais on ne sait pas au juste comment cela se produira ni à quelle vitesse.

NOTE

- 1 Même si les barrières ne se rapportent pas directement aux distorsions interprovinciales, et même si les industries touchées ne comptent pas parmi celles qui génèrent d'importantes retombées fondées sur le savoir, il existe toujours des effets relatifs à la richesse ou au revenu qui peuvent influencer sur l'accumulation des connaissances et, partant, sur le taux permanent de croissance. On n'en sait pas assez sur les habitudes d'épargne et sur la façon dont elles sont déterminées par les changements apportés aux barrières commerciales pour miser beaucoup sur cet effet, mais il convient de prendre note de cette possibilité. Je remercie Peter Howitt d'avoir mis ce point en lumière.

REMERCIEMENTS

Je remercie Robin Boadway et Peter Howitt des observations utiles qu'ils ont formulées, et Deanna Foell, qui m'a aidé dans mes recherches.

BIBLIOGRAPHIE

- Balassa, B., «Trade Creation and Trade Diversion in the European Common Market», *Economic Journal*, 77, 1967, p. 1-21.
- Baldwin, R., «Measurable Dynamic Gains from Trade», *Journal of Political Economy*, vol. 100, n° 1, 1992, p. 162-174.
- Barro, R. et X. Sala-i-Martin, «Convergence», *Journal of Political Economy*, vol. 100, n° 2, avril 1992, p. 223-251.
- Cecchini, P., M. Catinat et A. Jacquemin, *The European Challenge, 1992. The Benefits of a Single Market*, Aldershot (R.-U.), Wildwood House, 1988.

- Cline, W. et coll. (sous la dir. de), *Trade Negotiations in the Tokyo Round: A Qualitative Assessment*, Washington (D.C.), The Brookings Institution, 1978.
- Gouvernement du Canada, L'Accord de 1994 sur le commerce intérieur, Ottawa, 1994.
- Harris, R.G. et D. Cox, *Trade, Industrial Policy and Canadian Manufacturing*, Conseil économique de l'Ontario, Étude, Toronto, 1984.
- King, R.G. et S. Rebelo, «Public Policy and Economic Growth: Developing Neoclassical Implications», *Journal of Political Economy*, vol. 95, 1990, p. 675-709.
- Lucas, R., «On the Mechanics of Economic Development», *Journal of Monetary Economics*, vol. 22, n° 1, 1988, p. 3-42.
- Melvin, J.R., «The Regional Economic Consequences of Tariffs and Domestic Transportation Costs», *Canadian Journal of Economics*, vol. XVIII, n° 2, mai 1985, p. 237-257.
- Perroni, C., «Endogenous Growth and the Choice of Tax Base», Mimeo, 1993.
- Romer, P., «The Origins of Endogenous Growth», *Journal of Economic Perspective*, vol. 8, n° 1, 1994, p. 3-22.
- Safarian, E., «Ten Markets or One: Regional Barriers to Economic Activity in Canada», document de travail du Conseil économique de l'Ontario, Toronto, 1980.
- Smith, A. et A. Venables, «Completing the Internal Market in the European Community: Some Industry Simulations», *European Economic Review*, vol. 32, 1988, p. 1501-1525.
- Smith, A., A. Venables et M. Gasiorek, «1992: Trade and Welfare – A General Equilibrium Model», Exposé présenté à la Conférence sur les courants commerciaux et la politique commerciale, organisée par le Centre de recherches sur la politique économique, Paris, du 16 au 18 janvier 1992.
- Trebilcock, M.J., J. Whalley, C. Rogerson et I. Ness, «Provincially Induced Barriers to Trade in Canada: A Survey», paru dans *Federalism and the Canadian Economic Union*, sous la direction de M.J. Trebilcock et de ses collaborateurs, Conseil économique de l'Ontario, 1983.
- Whalley, J., «Induced Distortions of Interprovincial Activity: An Overview of Issues», paru dans *Federalism and the Canadian Economic Union*, sous la direction de M.J. Trebilcock et de ses collaborateurs, Conseil économique de l'Ontario, 1983a.
- Whalley, J., «The Impact of Federal Policies on Interprovincial Activity», paru dans *Federalism and the Canadian Economic Union*, sous la direction de M.J. Trebilcock et de ses collaborateurs, Conseil économique de l'Ontario, 1983b.
- Young, A., «Learning by Doing and the Dynamic Effects of International Trade», *Quarterly Journal of Economics*, n° 1106, 1991, p. 369-405.

Commentaires

*Robin Boadway
Département d'économique
Université Queen's*

LE SUJET DE CET ARTICLE DE JOHN WHALLEY est, à prime abord, très peu probable, puisqu'il s'agit de l'évaluation de l'incidence des considérations en matière de croissance endogène sur les effets des obstacles interprovinciaux au commerce. Dans ce pays sans frontières intérieures qui est le nôtre, où les obstacles au commerce sont presque forcément sélectifs et sans grande portée, et dans lequel le capital et la main-d'œuvre circulent assez librement d'une province à l'autre, il n'est guère surprenant que les calculs, toujours aussi minutieux, de John Whalley montrent que les coûts sociaux classiques de ces obstacles sont insignifiants. En outre, la croissance endogène dépendant principalement de l'accumulation du capital, y compris corporel, incorporel et humain, plus que de considérations commerciales, il ne serait pas étonnant de découvrir que la croissance endogène a peu d'incidences sur les coûts des obstacles interprovinciaux. Après tout, on estime que la croissance endogène n'influe pas sur les coûts des obstacles aux échanges entre pays. Il n'est pas difficile d'accepter la conclusion envisagée par l'auteur, à savoir que les obstacles interprovinciaux aux échanges restent, quantitativement, une tempête dans un verre d'eau.

Ma tâche en tant que critique en devient presque aisée. Je pourrais me contenter de dire que je suis d'accord. Toutefois, je vais m'efforcer d'aller un peu plus loin. Après avoir brièvement passé en revue les arguments de J. Whalley et, plus particulièrement, examiné les aspects se rapportant à la croissance endogène, j'élargirai le débat pour me demander si notre perspective pourrait évoluer si nous incluons dans les obstacles interprovinciaux au commerce l'effet des politiques en général sur l'affectation interrégionale des ressources. Il ne s'agit pas de donner des réponses définitives ou de présenter des chiffres, mais de formuler des questions qui mériteraient sans doute réflexion.

RÉSUMÉ DE L'ARGUMENT DE JOHN WHALLEY

JOHN WHALLEY EXPLIQUE DE FAÇON CONVAINCANTE QUE :

- le coût des distorsions causées par les obstacles interprovinciaux au commerce des biens et services n'est probablement pas très élevé, si l'on se fonde sur une mesure standard des coûts sociaux statiques;
- il est peu probable que ces derniers aient augmenté au cours des dix dernières années parce que la structure des échanges et la nature des obstacles n'ont pas beaucoup évolué;

- l'entente interprovinciale sur les obstacles intérieurs conclue dernièrement ne devrait guère influencer sur le coût des obstacles;
- les considérations reposant sur des hypothèses non standard sur les économies d'échelle, sur la rationalisation des entreprises et des secteurs d'activité, sur la concurrence accrue et sur les gains dynamiques ne devraient pas beaucoup changer ce point de vue, étant donné que les obstacles concernent dans une large mesure des secteurs non manufacturiers, des activités à forte intensité de main-d'oeuvre et une petite proportion des échanges interprovinciaux, et étant donné que les échanges interprovinciaux ont tendance à ne pas se cantonner à l'intérieur d'un même secteur; et
- les considérations fondées sur la théorie de la croissance endogène ne devraient pas modifier nos meilleures prévisions des coûts des obstacles aux échanges, étant donné que la plupart de ces arguments s'appuient sur les distorsions du marché des capitaux plus que sur les distorsions des échanges, puisque la protection peut en fait améliorer le bien-être social en facilitant l'obtention par les entreprises locales d'externalités reposant sur un savoir et qu'il n'existe pas d'exemple d'externalités de ce type s'appliquant aux industries visées par des obstacles interprovinciaux.

Donc, J. Whalley affirme que le problème des barrières intérieures équivaut à une tempête dans un verre d'eau.

Il m'est difficile de contester ces arguments. Je dirais même qu'il s'agit peut-être plus encore d'une tempête dans un verre d'eau que ses chiffres ne le laissent entendre, car bon nombre desdits obstacles aux échanges créés par les politiques provinciales sont une conséquence inévitable de la décentralisation des prises de décisions d'Ottawa aux provinces. La plupart des économistes feraient valoir que cette décentralisation même devrait accroître l'efficacité, car elle augmente la rentabilité et l'innovation, et rend plus responsable. En outre, il est probable que les secteurs de compétence inférieurs soient mieux informés des besoins, des préférences et des coûts locaux. Obliger les provinces à se plier à des codes de conduite commune peut contribuer à abaisser ces obstacles aux échanges. Mais, s'il est possible de les forcer à appliquer de tels codes, les provinces risquent de se retrouver pieds et poings liés, autrement dit dans l'incapacité de répondre efficacement aux besoins de leurs habitants. L'exemple linguistique est frappant à cet égard. En effet, il serait compréhensible que les économistes considèrent comme obstacles aux échanges des lois provinciales stipulant que la langue de travail dans les entreprises provinciales est le français ou que les films en langue anglaise doivent être doublés en français avant leur distribution locale. Cependant, si l'on va plus loin, on peut considérer que ces formes de protection linguistique ou culturelle présentent des aspects positifs du point de vue des préférences des habitants des provinces.

Les avantages des obstacles provinciaux aux échanges ont pris un relief particulier pendant le débat constitutionnel qui a abouti à l'Accord de Charlottetown. À la conférence publique consacrée à l'union économique intérieure, le débat a tourné essentiellement autour de la proposition du gouvernement fédéral de prévoir dans la Constitution une meilleure protection de la libre circulation des biens, des services, de la main-d'oeuvre et des capitaux au sein du marché commun intérieur. Cela se ferait soit en renforçant l'article 121 de l'Acte de l'Amérique du Nord britannique afin d'autoriser les tribunaux à faire respecter le libre-échange à l'intérieur du Canada, soit en chargeant le gouvernement fédéral de veiller à son respect (comme cela tend à être le cas aux États-Unis). Fait étonnant, le consensus à la conférence a été que ce renforcement serait malvenu, car le nouvel article risquerait d'être appliqué de telle façon que les provinces seraient dans l'impossibilité d'exercer leurs pouvoirs décentralisés de manière à servir les intérêts de leurs habitants. On a préféré l'autre solution, qui consiste à conclure des ententes interprovinciales. Nous ne devrions pas être surpris que ces ententes n'influent guère, en fait, sur l'évaluation du coût des obstacles.

Cela dit, je trouve le raisonnement de John Whalley tout à fait convaincant. Les coûts sociaux statiques de mesures de distorsion tendent à être minimes dans bien des circonstances. En cas contraire, comme dans le contexte d'une libéralisation des échanges ou d'une politique fiscale, on a adopté d'autres hypothèses de modèle qui semblent importantes dans le cadre des politiques commerciales ou fiscales. Ces hypothèses sont probablement moins importantes lorsqu'il s'agit de problèmes d'affectation interrégionale des ressources. En voici quelques exemples :

- L'intégration d'économies d'échelle et de structures de marché oligopolistiques aura probablement peu d'effet sur des distorsions résultant sans doute d'obstacles interprovinciaux aux échanges.
- Tenir compte de questions financières dans l'évaluation des coûts sociaux peut conduire à des résultats d'une autre ampleur, mais il est peu probable que ce soit le cas ici.
- Ajouter des considérations dynamiques peut aussi entraîner des conséquences sociales à long terme considérables s'agissant de politiques qui influent sur le taux d'accumulation du capital. Toutefois, je dirais qu'elles induisent souvent en erreur, car les gains à long terme qu'elles mesurent sont fréquemment une conséquence non pas d'une amélioration de l'efficacité mais d'une redistribution interrégionale du revenu. Par exemple, le gain social à long terme attribué à l'imposition d'une taxe à la consommation (ou à l'élimination de pensions publiques non capitalisées ou encore à la réduction de la dette publique) tient en grande partie à une augmentation de la dotation en capital. Cela entraîne automatiquement

un accroissement de la consommation et des services publics par habitant, tout en rapprochant l'économie de la règle d'or du sentier de croissance tant et aussi longtemps que le taux du rendement du capital est supérieur à celui de l'accroissement. Cependant, contrairement à ce que beaucoup pensent, cela ne représente pas un gain d'efficacité, même à long terme, mais une simple redistribution. Les gains en efficacité à long terme ne surviennent qu'à cause de réductions des distorsions par période, or celles-ci sont difficiles à chiffrer. Il peut s'agir de taxes ou d'effets externes associés à l'accumulation de capital en tant que tel. Quoi qu'il en soit, rien de tout cela ne semble s'appliquer spécialement aux obstacles interprovinciaux aux échanges. Il n'y a pas de raison de croire que la suppression de ces distorsions aura un effet particulier sur l'accumulation de capital.

AUTRES OBSERVATIONS SUR LES EFFETS DE LA CROISSANCE ENDOGÈNE

ENSUITE, JOHN WHALLEY S'INTÉRESSE À L'INTERACTION entre les considérations en matière de croissance endogène et le coût des obstacles interprovinciaux aux échanges. Il pose donc quatre questions clés sur lesquelles je m'arrêterai brièvement.

LES CONSIDÉRATIONS EN MATIÈRE DE CROISSANCE ENDOGÈNE ACCENTUENT-ELLES L'INCIDENCE DES OBSTACLES INTERPROVINCIAUX?

JE SUIS ENTIÈREMENT D'ACCORD AVEC JOHN WHALLEY qui estime que la réponse est «non» dans une large mesure. Il se peut qu'à cause des préoccupations relatives à la croissance endogène, le coût social des distorsions du marché financier s'accroisse, parce que l'accumulation du capital est le moteur de la croissance endogène. À moins d'affirmer que les obstacles interprovinciaux aux échanges tendent à réduire les formes pertinentes d'accumulation du capital – l'accumulation du capital physique comprenant ces connaissances nouvelles ou l'apprentissage sur le tas, l'accumulation de capital incorporel [y compris le savoir acquis par le biais de la recherche et du développement (R-D)] ou l'accumulation de capital humain – la croissance endogène ne semble pas être particulièrement significative. On pourrait faire valoir que la concurrence protectionniste que se livrent les provinces favorise trop peu d'accumulation de capital en définitive. Nous y reviendrons plus tard.

LES CONSIDÉRATIONS EN MATIÈRE DE CROISSANCE ENDOGÈNE PEUVENT-ELLES FAIRE PASSER L'INCIDENCE DES OBSTACLES INTERPROVINCIAUX DE NÉGATIVE À POSITIVE?

LA RÉPONSE DONNÉE ICI EST «PEUT-ÊTRE». L'idée, inspirée de Young (1991), est que les obstacles interprovinciaux servent peut-être à protéger les industries naissantes tout en leur permettant de bénéficier davantage de retombées découlant de

connaissances. Ces deuxièmes arguments me semblent un peu dangereux en l'absence d'informations quantitatives supplémentaires, car ce peut aussi bien être le cas que pas. À mon avis, si l'on protège les «mauvaises» industries, la protection des industries naissantes risque de réduire, en ampleur, tant de la création que de l'appropriation de ces externalités.

A-T-ON DES PREUVES DE RETOMBÉES DE CONNAISSANCES DANS DES INDUSTRIES VISÉES PAR LES OBSTACLES?

JE SUIS D'ACCORD AVEC JOHN WHALLEY pour qui la réponse est nettement «non». Le type de biens auxquels s'appliquent les obstacles ne sont pas ceux associés à des retombées de connaissances. En revanche, étant donné qu'une bonne partie du savoir dans les modèles de croissance endogène semble introduite et diffusée par accumulation du capital humain et du capital physique, peut-être qu'en incluant dans ce qui est en jeu des obstacles à la circulation de la main-oeuvre et des capitaux (et J. Whalley semble le faire dans ses propres travaux), la réponse à cette question serait un peu moins tranchée.

CONVERGENCE INTERRÉGIONALE ET ABAISSEMENT DES OBSTACLES?

JE DOIS ADMETTRE QUE JE NE VOIS PAS TRÈS BIEN L'OBJET DE CETTE PARTIE, puisque aucune question n'est vraiment posée. L'argument semble être que la persistance de différences interrégionales sur le plan du revenu par habitant, qui sont compatibles avec la perspective de la croissance endogène, pourrait indiquer que les obstacles interprovinciaux aux échanges balkanisent effectivement l'économie canadienne et empêchent la diffusion dans l'ensemble des régions d'externalités découlant du savoir. Je ne saisis pas très bien la nature de cet argument, et ce, pour deux raisons. Premièrement, je pensais que la théorie de la croissance endogène cherchait à expliquer les différences entre les taux de croissance du revenu de divers pays (régions) et non pas les différences entre les niveaux de revenu par habitant. La persistance des différences de revenu par habitant entre les provinces est une indication que les taux de croissance sont les mêmes, ce qui serait incompatible avec l'argument de la croissance endogène. Deuxièmement, à mon sens, les différences entre les revenus par habitant d'une région à l'autre ne sont pas incompatibles avec la théorie néoclassique standard. En outre, ces différences tiennent probablement beaucoup plus à des facteurs autres que les obstacles interprovinciaux aux échanges, comme les dotations en ressources, les préférences et les politiques gouvernementales en général.

Néanmoins, et quand bien même j'aurais répondu à ces quatre questions différemment, mes conclusions quant à l'incidence des obstacles interprovinciaux aux échanges ne différeraient guère de celles de l'auteur. Donc, John Whalley réussit à traiter brièvement le sujet qui lui a été confié, c'est-à-dire réévaluer la conclusion de ses calculs antérieurs d'après lesquels le coût des obstacles au commerce était relativement minime, étant donné les changements intervenus ces derniers temps et par rapport à la théorie de la croissance endogène. Je ne suis pas

tenu par ce sujet. Il me semble donc naturel de me demander si d'autres problèmes de type croissance endogène peuvent survenir dans une économie régionale diversifiée et importante, notamment dans une structure fédérale relativement décentralisée.

ÉLARGISSONS L'HORIZON

SUPPOSONS QUE NOUS ÉTENDIONS LA NOTION D'OBSTACLES pour y inclure tout ce qui peut entraîner une mauvaise affectation des ressources entre les régions. Puis, en plus des obstacles interprovinciaux habituels aux échanges, nous y inclurions les types de choses suivantes.

- Les politiques provinciales influent probablement sur l'affectation régionale des ressources de manières qui entraînent des inefficiences et, peut-être, sur l'accumulation de capital. Il s'agit notamment :
 - des politiques fiscales (en particulier les impôts sur le capital);
 - des politiques de transfert (y compris les prestations sociales);
 - des politiques de dépenses en matière de programmes sociaux (santé, éducation);
 - des dépenses de biens et services, y compris celles qui peuvent avoir une incidence régionale à l'intérieur des provinces (infrastructure, etc.);
 - des politiques de gestion des ressources et des politiques environnementales;
 - des sociétés d'État et des sociétés quasi-publiques (ex. : les sociétés provinciales d'exploitation hydro-électrique); et
 - des transferts aux autorités locales.

- Les politiques fédérales peuvent, en fait, rendre l'affectation interrégionale des ressources plus efficiente. Par exemple, un système de péréquation bien conçu qui élimine les disparités entre avantages fiscaux nets entre les provinces peut permettre d'enrayer les migrations dues à la fiscalité. Certaines mesures peuvent diminuer l'efficacité d'un point de vue régional. D'autres peuvent réduire l'accumulation de capital et, par conséquent, abaisser le niveau de revenu par habitant à long terme et ralentir également le taux de croissance. En outre, certaines de ces mesures risquent d'accentuer les inefficiences du marché commun intérieur telles que celles énoncées par Melvin (1985) relativement à la politique tarifaire. Par exemple, si les politiques en matière d'assurance-chômage ou de développement régional entraînent plus d'échanges interrégionaux, elles se traduiront aussi par des coûts de transport est-ouest inefficients. Parmi ces politiques, citons :

- les transferts aux personnes, en particulier ceux qui diffèrent d'une région à l'autre (ex. : programme d'assurance-chômage);
 - les transferts aux entreprises (ceux qui concernent l'agriculture, les industries en déclin, les zones de faible croissance, etc);
 - les transferts aux provinces et aux territoires (péréquation, financement de programmes en place, le Régime d'assistance publique du Canada);
 - les dépenses de biens et services, notamment celles destinées à une région en particulier (ex. : les dépenses de défense);
 - les politiques régissant les sociétés d'État et les sociétés quasi-publiques (ex. : infrastructures de transport, communications, service postal);
 - les politiques fiscales, notamment celles qui ont des incidences régionales (crédits d'impôt régionaux, incitations à la R-D); et
 - la réglementation dans des domaines comme les communications, les transports et l'environnement.
- Dans les économies régionales, il y a largement place pour l'inefficience dans l'affectation des ressources entre régions, ce qui n'est pas le cas dans une économie plus compacte. Ainsi, on sait bien que la libre circulation de la main-d'oeuvre peut se traduire par une affectation inefficace des ressources dans une économie où les secteurs de compétence locaux fonctionnent bien. De plus, nombre de non-convexités peuvent apparaître dans des économies régionales, en raison d'économies d'échelle dans l'infrastructure de transport et dans les services de base.

Il est difficile de connaître précisément l'ampleur de ces sources additionnelles d'inefficience. On suppose que certaines sont compensées dans la masse. D'autres sont peut-être minimales, comme l'inefficience de la répartition de la main-d'oeuvre entre les régions causée par une migration due à la fiscalité. Naturellement, il n'est probablement pas aisé d'évaluer les coûts sociaux de ces distorsions, et les résultats varieront sans doute beaucoup selon les caractéristiques des modèles adoptés. Cependant, je soupçonne qu'elles écraseraient les inefficiences imputables à des obstacles interprovinciaux aux échanges. Une recherche approfondie s'impose dans ce domaine. À cet égard, la tendance à se concentrer sur les obstacles aux échanges dans une fédération est assez surprenante pour un économiste qui est plongé dans les caractéristiques économiques des économies régionales et fédérale.

Les considérations ci-dessus ont à voir avec des inefficiences statiques classiques dans une économie régionale lorsque nous élargissons le champ des sources pour y inclure autre chose que des obstacles provinciaux aux échanges interprovinciaux. Après l'exposé de John Whalley, la question à se poser est la suivante : les considérations en matière de croissance endogène risquent-elles d'aggraver la situation? Comme dans le cas des obstacles interprovinciaux aux

échanges, il n'existe aucune raison spéciale de penser que des problèmes de croissance endogène aient un rapport particulier avec une économie régionale. Cependant, il est intéressant d'attirer votre attention sur quelques points.

1. Dans la mesure où des considérations relatives au capital humain favorisent la croissance, plus les marchés nationaux seront intégrés pour une main-d'oeuvre mieux formée et éduquée, plus il y aura de chances que les connaissances attachées au travail soient transmises à d'autres. Tout ce qui entrave la mobilité de la main-d'oeuvre entre les provinces ou entre les entreprises réduira les effets induits par le savoir, et tout ce qui facilite l'investissement en capital humain les accroîtra. Dans une fédération décentralisée dans laquelle les marchés de l'emploi sont régis par les provinces et où l'éducation se donne au niveau local, ce pourrait être un problème. Ainsi, pendant la dernière série de négociations constitutionnelles, des économistes renommés se sont déclarés d'avis que les effets induits par le savoir et les qualifications que génère la mobilité nationale de personnes hautement qualifiées constituent un des éléments les plus importants du maintien au Canada d'un marché commun intérieur efficient. À leur sens, le gouvernement fédéral pourrait être chargé de préserver l'efficacité du marché commun intérieur. Donc, il peut être efficace de confier aux provinces la prestation de l'éducation, la formation de la main-d'oeuvre et la réglementation du marché du travail, mais si pareille mesure réduit une mobilité qui existerait autrement dans la main-d'oeuvre hautement qualifiée et parmi les entrepreneurs dans l'ensemble des provinces, l'efficacité nationale sera compromise.
2. Un autre problème est soulevé ces derniers temps dans les études professionnelles, problème étroitement lié aux études de la croissance endogène et qui concerne les avantages de l'agglomération : la façon dont les effets induits par le savoir sont transmis entraîne des contacts interpersonnels et favorise une intégration poussée de la main-d'oeuvre et des marchés financiers locaux. Les probabilités que cela se produise sont plus grandes si les industries qui emploient des travailleurs très qualifiés se trouvent à proximité les unes des autres dans les collectivités agglomérées. Dans la mesure où la décentralisation des responsabilités vers les provinces ou le recours à des politiques régionales par le gouvernement fédéral jouent en défaveur de l'agglomération (migration de travailleurs et d'entreprises dans des régions clés), on renoncera à certains des avantages des effets induits par les connaissances. Les types de politiques que l'on a à l'esprit sont celles qui empêchent les forces du marché de jouer, comme l'assurance-chômage qui varie d'une région à l'autre, les politiques de développement régional, les dépenses fédérales de biens et services (pour la défense, par exemple), qui reposent sur des considérations régionales, la fourniture d'infrastructures et les politiques de transport.

3. Une des caractéristiques intéressantes de la fédération canadienne a trait à la responsabilité provinciale en ce qui concerne la réglementation des marchés financiers - du moins du secteur financier non bancaire. Les économistes font valoir, sans originalité, que la réglementation des marchés financiers devrait être centralisée à cause de la mobilité des capitaux et du risque qu'une réglementation décentralisée entraîne une répartition inefficente des capitaux entre les régions. Cependant, il existe un autre point de vue : la mobilité même des capitaux devrait inciter les services provinciaux chargés de la réglementation à ne pas intervenir dans la répartition de ceux-ci. Il se peut, parallèlement, qu'une réglementation décentralisée accroisse l'efficacité des marchés financiers locaux pour les mêmes sortes de raisons que la décentralisation est plus généralement un facteur d'efficacité. Les responsables locaux de la réglementation connaissent sans doute mieux la situation locale, savent mieux réagir face à elle, sont mieux placés pour répondre de leurs décisions devant le gouvernement et la population, plus novateurs et plus soucieux de rentabilité à cause de la plus grande concurrence à laquelle ils sont confrontés. La transmission des renseignements sur les marchés financiers s'en trouve améliorée, de même que la capacité de ceux-ci de fournir des capitaux à de nouvelles entreprises et à celles qui innovent, qui font preuve d'esprit d'entreprise et qui créent un savoir. Ces améliorations ont un rapport évident avec l'efficacité économique et la croissance fondée sur les connaissances.
4. Les provinces peuvent imposer le capital et les revenus du capital en vertu de pouvoirs réglementaires provinciaux sur les marchés financiers. Dans ce cas, la décentralisation de pouvoirs vers les provinces risque d'avoir des effets délétères évidents sur le processus d'accumulation du capital, ce qui rendra non seulement sa répartition entre les provinces inefficente, mais qui réduira aussi le montant global des investissements consentis. Comme le mentionne John Whalley, étant donné le degré d'ouverture sur l'extérieur des marchés financiers canadiens, ce problème est sans doute peu important. Cependant, il semble assez évident que les entreprises capables de générer des externalités fondées sur le savoir, comme les entreprises de pointe, n'ont pas d'entraves et sont très sensibles aux politiques locales. Il n'est pas difficile d'imaginer des inefficacités dans une implantation de ces entreprises qui serait fonction de politiques provinciales.
5. Enfin, la R-D est très importante dans le processus de croissance et elle génère des connaissances qu'il est souvent difficile de se procurer. Il serait intéressant de savoir si la décentralisation actuelle de notre système de gouvernement fédéral va à l'encontre d'une R-D intensive.

Toutes ces considérations vont au-delà du mandat confié à John Whalley. Néanmoins, ce sont des dimensions importantes de l'interaction entre le fédéralisme et le processus de croissance.

BIBLIOGRAPHIE

- Melvin, J.R., «Regional Economic Consequences of Tariffs and Domestic Transportation Costs», *Canadian Journal of Economics*, XVIII, n° 2, mai 1985, p. 237-257.
- Young, A., «Learning by Doing and the Dynamic Effects of International Trade», *Quarterly Journal of Economics*, n° 1106, 1991, p. 369-405.



A.L.K. Acheson et D.G. McFetridge
Département d'économique
Université Carleton

6

avec l'aide de
M.P. Francis

Propriété intellectuelle et croissance endogène

INTRODUCTION

LORSQU'ON A COMMENCÉ À ÉCRIRE sur la croissance endogène, c'était dans un but simple mais, avec le temps, il en a résulté des incidences insoupçonnées. Il est ici question des incidences sur la politique gouvernementale concernant la propriété intellectuelle.

À l'origine, on se proposait simplement d'élaborer des modèles grâce auxquels les économies et les investissements réalisés par les particuliers en réaction aux incitations du marché se traduisent par une croissance soutenue. Selon le modèle néoclassique de départ, on pouvait accroître la production par tête en augmentant les capitaux engagés par tête, mais on s'est aperçu que la productivité marginale finit par diminuer, que l'accumulation de capital devient sans effet et que la croissance (hausse de la productivité par tête) s'arrête. Une croissance soutenue s'obtient en introduisant des changements techniques exogènes (les facteurs résiduels selon Solow).

Les nouveaux modèles de croissance endogène apportent diverses solutions à ce problème des proportions variables. Ces solutions reposent, d'une façon ou d'une autre, sur l'accumulation de savoir. Celle-ci occupe une place centrale dans ces modèles à la différence de la propriété intellectuelle, laquelle peut jouer un rôle, mais non un rôle essentiel.

Les études sur la croissance endogène, toutefois, ont conduit les économistes à voir la propriété intellectuelle d'un autre oeil. Lorsqu'on s'intéresse aux aspects économiques de la propriété intellectuelle, c'est toujours aux tensions – c'est-à-dire au «marchandage» – entre créateurs et utilisateurs. Depuis que l'attention se porte sur l'accumulation de savoir, les études sur la croissance endogène accordent une grande place aux relations entre les inventeurs et, notamment, à l'interdépendance entre les inventions actuelles et anciennes. Les organismes qui coordonnent les inventions initiales et les inventions de perfectionnement se sont retrouvés sur le devant de la scène.

Si l'accent que l'on met sur l'aspect cumulatif de l'innovation est nouveau selon le point de vue des théoriciens de l'économie, les questions qu'il soulève sont familières aux praticiens. En effet, il ressort nettement des interprétations

administratives et juridiques des lois sur la propriété intellectuelle que l'on se préoccupe de l'affectation des surplus résultant d'une accumulation de percées technologiques.

L'étude des développements successifs des connaissances s'est accompagnée de la découverte des risques qui touchent aux relations commerciales entre, d'une part, les inventeurs et, d'autre part, à la fois leurs prédécesseurs et leurs successeurs. Ces relations ont parfois été rendues plus difficiles que nécessaire par les autorités antitrust. Vu les obstacles naturels et artificiels qui freinent la coordination, à des fins commerciales, des connaissances accumulées, il ne faut pas s'étonner qu'il existe aussi un regain d'intérêt pour des mécanismes de coordination non commerciaux, en particulier pour l'innovation non exclusive ou «publique».

On constate que les entreprises qui font de la science publique échappent au scepticisme et aux examens minutieux dont la propriété intellectuelle fait depuis toujours l'objet. Elles ont une logique interne et un attrait intuitif dans des situations où les inventeurs de second rang éventuels ne sont pas identifiables. Une autre question est de savoir s'il conviendrait de vérifier le domaine respectif de la science publique et de la science exclusive ou «privée».

Nous allons commencer par une comparaison entre ces deux formes de science. Puis nous nous pencherons sur les caractéristiques des droits de propriété intellectuelle qui s'appliquent le plus à l'innovation technologique. Cela sera suivi d'une étude de modèles de croissance endogène et de la place qu'y prend la propriété intellectuelle. Nous examinerons enfin les retombées d'une accumulation d'innovations sur l'analyse économique de la propriété intellectuelle et sur la politique d'attribution de brevets et de licences.

NATURE DE LA PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

NOUVEAUX MOYENS D'ENCOURAGER LA PRODUCTION DE BIENS PUBLICS

LA CONNAISSANCE SCIENTIFIQUE ET TECHNOLOGIQUE présente les caractéristiques d'un bien public. Elle est non conflictuelle. Son accès et les divers usages qu'un individu peut en faire n'empêchent pas d'autres individus de s'en servir à des fins productives. L'exclusion est parfois coûteuse. L'ajout de nouvelles connaissances au fonds existant entraîne habituellement au départ des frais fixes. David (1993) voit trois grands types d'arrangements institutionnels producteurs de savoir. Le *parrainage*, les *marchés publics* et les *droits de propriété*.

Il définit le parrainage comme suit : «Attribution de prix financés à même les fonds publics, de subventions de recherche en réponse à des propositions présentées sur concours, et d'autres aides destinées à des particuliers et des organismes qui se consacrent à la recherche et à l'invention, en échange d'une divulgation totale et publique de leurs découvertes» (David, 1993, p. 226).

Les marchés publics se définissent comme «des marchés passés par le gouvernement pour des travaux intellectuels en général, et des recherches scientifiques en particulier» (David, 1993, p. 226).

Les marchés peuvent être internes, c'est-à-dire viser des activités de recherche et de développement (R et D) menées sur place, ou externes (sous-traitance). Les informations qui en résultent peuvent être ou non révélées au public.

Dasgupta et David (1994) regroupent les régimes de marchés publics et de parrainage en une « communauté de science publique » ou une « république de la science ». Les incitatifs liés à la science publique accélèrent les découvertes et leur divulgation. Les récompenses prévues dépendent de la rapidité des résultats. Réussit celui qui est le premier à dévoiler de nouvelles choses que d'autres peuvent vérifier par reproduction. Ce système de « priorité au gagnant » privilégie d'une façon disproportionnée le premier individu à révéler la solution d'un problème scientifique important : « Le simple fait de posséder l'exclusivité d'un élément d'information donne naissance à un bien privé. Pour simplifier, disons que, en science, la priorité est la règle » (Dasgupta et David, 1994, p. 500).

La troisième formule consiste à attacher un droit de propriété au savoir. Un brevet donne essentiellement le droit d'exiger une rémunération pour l'usage de connaissances et d'en refuser l'usage à ceux qui ne veulent pas payer. Le droit d'auteur met à l'abri d'une reproduction ou d'une diffusion illicite les propriétaires d'une forme de savoir ou d'une oeuvre. Les lois sur le secret commercial prévoient des mécanismes et des sanctions qui apportent une protection supplémentaire aux propriétaires de certains renseignements. Des lois précises protègent les connaissances relatives aux circuits intégrés et aux obtentions végétales. De tels droits de propriété intellectuelle renforcent la valeur commerciale des connaissances en les protégeant soit au moment de leur utilisation comme éléments de production de biens et de services, soit au moment de leur vente ou de l'attribution de licences d'exploitation. La possibilité de vendre des produits novateurs ou leurs copies, ou de céder ce droit à d'autres, encourage l'invention et la créativité.

LIENS ENTRE LA SCIENCE PUBLIQUE ET LA SCIENCE PRIVÉE

LES MÉCANISMES QUI RÉGISSENT LA SCIENCE PUBLIQUE et la science protégée diffèrent de par les incitations à l'invention qu'ils présentent. Le premier repose sur les principes de la rapidité de découverte et de l'évaluation par les pairs. Ce mécanisme encourage les inventeurs à agir vite, à divulguer tous leurs résultats et à en faire partager le bénéfice.

Autrement dit, c'est un système qui favorise une « lutte de vitesse ». Est déclaré gagnant celui dont les résultats sont suffisamment nouveaux pour être publiés dans une revue scientifique réputée. La valeur de l'innovation dépend de ce que la société en attend. Dans les sciences classiques, elle est confirmée aux termes d'une mise à l'essai. Cependant, cette course s'effectue sur des bases imprécises car les concurrents en sont réduits à conjecturer la valeur que la communauté scientifique attribuera à leurs résultats.

Il est rare que l'importance d'une découverte soit claire dès son annonce. Ainsi, l'intérêt que suscitent actuellement la fusion à basse température et les fonctions logiques calquées sur l'optique s'explique par le fait que l'on voit

clairement les avantages à attendre de ces innovations dans les domaines de la production d'énergie et du calcul. S'il est difficile d'établir un ordre de priorité entre les découvertes, c'est parce que l'on doit faire intervenir les coûts aussi bien que les avantages prévus. Même lorsque les avantages paraissent clairs, ce n'est pas le cas des coûts d'exécution. Le plus souvent, ni les uns ni les autres ne sont clairs. On connaît mal la démarche positive qui est suivie, dans le monde de la science publique, pour déterminer l'ordre de priorité des recherches à soutenir.

Une fois déterminé l'ordre de priorité, un travail de recherche optimal va de pair avec une certaine largeur de vue, des recoupements *ex ante* entre les activités de chercheurs s'occupant séparément d'un même domaine, et un rétrécissement de la voie explorée à mesure que l'on obtient des renseignements. En comparaison avec le système d'incitation idéal, cette lutte de vitesse provoque généralement un doublement inutile des efforts et, plus ou moins, la mise de côté de certaines pistes de recherche.

Fréquemment, une équipe vaut mieux qu'un chercheur seul. L'efficacité d'une équipe dépend non seulement des caractéristiques de ses membres mais aussi de sa structure de gestion interne. Une entreprise qui fait de la science publique tirera bien son épingle du jeu si elle sait constituer des équipes efficaces et les motiver en établissant pour le partage des efforts et de leurs fruits des règles bien pensées. Les scientifiques et le matériel constituant des ressources extrêmement mobiles, les succès répétés remportés par certains laboratoires universitaires et gouvernementaux témoignent soit de l'importance qu'ils accordent à de telles structures de gestion, soit de l'effet dissuasif créé par leur réputation.

Si le système de récompense au plus rapide met un frein à la diffusion de l'information dans la communauté scientifique, cette tendance est compensée en partie par les avantages d'une participation à des travaux en collaboration. Les équipes d'universités, de laboratoires non universitaires mais financés à même les fonds publics, et de quelques services commerciaux de R et D forment un réseau d'alliances et d'associations spontanées qui aboutissent à la mise en commun d'une partie de l'information, mais non de la totalité, tandis que la course va de l'avant. Ces alliances, qui entraînent chacune des obligations implicites différentes en ce qui a trait à l'échange des données, évoluent constamment, et une équipe peut faire partie de plusieurs d'entre elles au même moment. Pour que la présence de ces alliances entraîne un raccourcissement de la durée de la lutte engagée, il faut qu'elles travaillent sans cesse en interaction, que l'on puisse mesurer les effets du refus d'un membre de partager ses informations, et que l'exclusion des réseaux créés dans l'avenir représente une sanction suffisamment dissuasive.

Le mode de financement des entreprises qui font de la science publique encourage aussi dans une certaine mesure les chercheurs à divulguer rapidement leurs résultats. Habituellement, l'attribution des subventions se fait selon l'appréciation donnée par d'autres scientifiques. Les soumissions présentées par les requérants fournissent des renseignements préalables à la communauté scientifique tout entière. Une fois que leur projet a été financé, les chercheurs doivent être les

premiers à communiquer leurs résultats pour réussir. Pour qu'ils puissent de nouveau solliciter une aide, il importe que leurs données soient suffisamment détaillées. Cette importance accordée à la divulgation des renseignements (et donc à leur utilisation gratuite) se justifie dans le cas des inventions dont on connaît mal les utilisateurs potentiels (le créneau) et dont la valeur économique est très incertaine.

Dans les universités, la combinaison des activités d'enseignement et de recherche aide aussi à faire connaître les techniques des chercheurs, leurs réalisations et les normes qui régissent la science publique. Les facultés de science représentent tout à la fois un produit qui découle de la recherche, de l'enseignement et de la formation des chercheurs. Cette conjugaison d'intérêts limite les risques qu'un individu a à craindre de la concurrence pendant sa carrière, à condition que l'enseignement et la formation contribuent quelque peu à l'obtention d'un poste stable.

La science privée repose aussi sur le principe d'une course remportée par le premier à déposer une demande de brevet (une déclaration d'invention, aux États-Unis), à solliciter «publiquement» un droit d'auteur et à exploiter à des fins commerciales des produits liés à des connaissances protégées par la loi du secret. Toutes les lois sur la propriété intellectuelle encouragent la création. Chacune prévoit un degré et un mode de divulgation particuliers. Aux termes de la loi sur les brevets, la divulgation publique fait partie des conditions exigées pour l'attribution du brevet et du droit d'auteur, sauf si l'auteur renonce à publier. Le secret commercial interdit évidemment la divulgation publique de renseignements sous certaines formes, comme la révélation ou l'exploitation de données par les anciens employeurs, tout en l'autorisant pour d'autres fins, telle la rétroingénierie. Comme dans le cas de la science publique, les économistes trouvent globalement que cette course de vitesse engendre beaucoup d'efforts inutiles.

Dans le secteur de l'innovation commerciale, les équipes de recherche sont souvent plus productives que les chercheurs isolés. Chaque entreprise définit les conditions de coopération interne ou de concurrence maîtrisée et décide d'échanger certains renseignements avec d'autres entreprises déterminées. Comme le souci de rentabilité joue un rôle important dans le degré de coopération que l'on accepte avec d'autres organismes de R et D commerciaux, ces alliances diffèrent de celles que l'on trouve dans le domaine de la science publique et possèdent peut-être des atouts différents en matière de stabilité.

Plusieurs éléments distinguent la science publique de la science privée. Cela peut tenir à des applications légèrement différentes d'un même mécanisme. Les deux systèmes, par exemple, encouragent la rivalité en établissant une suite continue d'épreuves qui apportent des avantages disproportionnés aux gagnants. Les deux encouragent les équipes concurrentes à coopérer et sont propices à une coopération restreinte parmi les alliances de concurrents. On trouve aussi que la «culture» des organismes de science publique et les comportements qu'on en attend sont différents et sont plus favorables à une coopération. Dans les faits, il est difficile de mesurer l'ampleur de cette différence de culture. Les tenants de la

science publique prétendent qu'elle est plus collégiale et moins teintée d'opportunisme que la science privée. Aucun de ces deux mondes ne se suffit à lui-même. Beaucoup de chercheurs passent de l'un à l'autre, et les réalisations de l'un apportent de la valeur aux travaux de l'autre.

Une distinction importante tient à la façon dont on récompense les inventeurs heureux. Dans le cas de la science privée, cela est déterminé par les retombées commerciales probables de l'invention. Dans celui de la science publique, la récompense dépend de l'idée que les autres chercheurs se font de la contribution à espérer d'une invention. Cela nous amène à nous interroger sur les circonstances dans lesquelles les prix octroyés sont supérieurs aux droits de propriété en tant qu'incitation à l'innovation.

Wright (1983) a effectué une comparaison entre les brevets, les prix et les contrats attribués, dans le cas où les inventeurs sont mieux informés de la valeur et du coût de l'innovation que les responsables politiques. Le brevet apparaît l'outil le plus efficace pour inciter à une utilisation, à des fins économiques, des renseignements sur les avantages de l'innovation. Le brevet comme le prix encourage une utilisation des renseignements sur le coût. Les deux favorisent aussi la dissipation de richesse du fait de la lutte engagée, tandis que l'attribution de contrats la limite à cause d'un nombre restreint de concurrents.

On a compris depuis longtemps que les extrants de la science publique deviennent des intrants de la science privée. C'est ce qu'on appelle désormais le modèle d'innovation linéaire. Rosenberg (1982) et d'autres ont aussi souligné que la science publique profite à de nombreux égards de ce qui se fait dans le domaine de la science privée. C'est ce qu'on appelle le modèle de rétroaction.

La rétroaction se produit à de nombreux niveaux. Les travaux de recherche appliquée motivés par des buts commerciaux ont parfois pour effet de créer des champs de recherche «fondamentale» entièrement nouveaux. Certaines solutions que les entreprises commerciales apportent à des problèmes technologiques au terme de tâtonnements ouvrent la voie à une explication théorique des phénomènes en cause.

À un autre niveau, les découvertes réalisées dans les laboratoires universitaires seraient bien moindres sans certains équipements, dont la production et le financement dépendent de la protection que l'on garantit aux brevets. De même, la diffusion des résultats de ces recherches auprès des étudiants serait plus difficile sans l'existence de manuels, dont la production et le financement dépendent de la protection garantie au droit d'auteur.

De plus en plus, les travaux accomplis à l'université sont brevetés. On commence tout juste à établir des règles pour l'accès aux brevets détenus par les universités et pour le partage des recettes avec les inventeurs, les responsables des programmes de sciences et d'autres départements des universités. Les frontières entre la science publique et la science privée sont floues et mouvantes.

Les travaux de R et D commerciaux sont motivés par la perspective de passer des contrats avec les utilisateurs potentiels des connaissances qu'ils engendrent. Sur le plan économique, les lois sur la propriété intellectuelle ont pour but de réduire le

coût des contrats d'exploitation et de vente. Certaines recettes escomptées sont réalisées par la vente de produits novateurs qui entraîne une amélioration de la qualité ou bien des économies. Mais d'autres exigent des échanges d'informations pour que l'on puisse améliorer un produit ou le fabriquer à un moindre coût. La diffusion des fruits de la science privée est plus compliquée que la fixation d'un prix monopolistique pendant la période de protection. De nombreux mécanismes soigneusement étudiés de licence et d'organisation sont mis au point pour limiter les frais bien connus qu'entraînent les opérations fondées sur de nouvelles connaissances. Dans de nombreux cas, ces nouvelles formes de contrat ont pour effet et d'accroître les recettes, et d'élargir le marché ou l'auditoire touché.

L'efficacité et la subtilité de ces formules imaginées par le secteur privé sont souvent sous-estimées. Mais il y a parfois des circonstances où les gains importants que l'on compte réaliser auprès des utilisateurs ne peuvent être obtenus par des arrangements privés. On peut voir des réponses à ce problème de contrat dans certaines clauses de la loi sur la propriété intellectuelle, comme celles prévoyant des dérogations aux conditions d'application et l'attribution d'une licence obligatoire.

Dans le domaine scientifique, les développements survenus récemment quant aux aspects économiques de la croissance et de la recherche ont mis en lumière combien il est difficile de transférer des renseignements précieux, par des canaux privés entre les inventeurs et toutes sortes de continuateurs susceptibles d'ajouter de la valeur aux connaissances créées par leurs prédécesseurs. Avant de poursuivre sur ce point, voyons brièvement en quoi consiste la nature des droits et des obligations engendrés par différents régimes de propriété intellectuelle.

CARACTÉRISTIQUES DES DROITS DE PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

LES SYSTÈMES QUI RÉGISSENT LES DROITS DE PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE et auxquels nous nous intéressons ici – brevets, conception des circuits intégrés, droits des phytogénéticiens, droit d'auteur et secret professionnel – se fondent sur la législation nationale ou la *common law*. D'une façon générale, ils se distinguent par les caractéristiques suivantes :

- admissibilité au droit,
- durée du droit,
- étendue du droit,
- exigence de nouveauté,
- exigence de divulgation,
- conditions d'accès.

Nous allons passer rapidement en revue ce qui distingue ces systèmes en prenant des exemples canadiens, sauf indication contraire. Bien que des accords internationaux importants limitent la marge de manoeuvre des pays signataires, notamment en ce qui a trait à la législation sur les brevets et le droit d'auteur, les lois nationales diffèrent dans la lettre et dans leur application.

Droit de brevet

Un brevet protège la propriété d'une nouvelle invention. Il donne à l'inventeur qui en est détenteur le droit d'interdire à d'autres de fabriquer, utiliser ou vendre le produit breveté dans le pays ayant octroyé le brevet pendant une durée de 20 ans à compter de la date de dépôt de la demande.

En échange de ce *droit de possession exclusive*, l'inventeur doit *divulguer son invention*. Il lui faut pour cela en donner une description claire et complète sur la demande de brevet. Toute personne ayant une connaissance raisonnable de la technologie doit pouvoir, à partir de cette description, fabriquer ou utiliser le produit inventé. Les demandes de brevet sont publiées 18 mois après leur dépôt.

Les inventions biotechnologiques ne peuvent être reproduites sur la simple foi de leur description par écrit. On exige aussi un échantillon vivant du produit décrit dans la demande de brevet. L'échantillon doit être déposé auprès d'un organisme agréé, et conservé en vie pendant la durée du brevet. Il est mis à la disposition de toute personne qui désire le reproduire.

Les brevets visent les nouveautés (ou innovations) technologiques, c'est-à-dire les inventions qui constituent un progrès par rapport aux technologies existantes. L'amélioration apportée ne doit pas être évidente. On estime qu'il y a innovation lorsque le requérant est le premier à présenter une demande (un dossier), sauf aux États-Unis, où le brevet est octroyé au premier qui invente. Il n'est pas attribué de brevet à une invention qui se trouve dans le domaine public depuis plus d'un an.

L'étendue du brevet et le degré de nouveauté sont liés. Plus les droits accordés sont étendus et moins le bénéficiaire ne subit la concurrence d'inventions comparables. Autrement dit, plus le brevet est étendu et plus la possibilité de produire un objet de contrefaçon est éloignée. Un brevet de grande portée exige une plus grande différenciation horizontale.

Plus les critères de nouveauté sont stricts et moins le bénéficiaire a à craindre la concurrence d'inventions subséquentes. Cela signifie que plus ces critères sont rigides, plus la nouvelle invention doit être originale pour ne pas constituer une contrefaçon. Un durcissement des critères de nouveauté exige une plus grande différenciation verticale.

Pour donner droit à un brevet, une invention doit être utile et exploitable. Un brevet peut être octroyé pour un nouveau produit, un nouvel appareil, une nouvelle composition chimique ou un nouveau processus. Il n'est pas attribué de brevet pour une idée, un principe scientifique, un théorème, une forme ou une méthode d'organisation, une formule mathématique ni un traitement médical. Les algorithmes des programmes informatiques sont brevetables aux États-Unis à condition qu'ils fassent partie d'un processus comportant d'autres étapes (Carstens, 1994). Il en va de même au Canada¹. Des brevets sont aussi émis pour des *combinaisons* de matériel (communications, dispositifs de mesure) et de logiciel dont la nouveauté tient à l'algorithme mathématique employé. C'est cette combinaison qui est protégée, et non l'algorithme².

On décerne également des brevets pour des formes de vie microbienne – bactéries, levures, moisissures, champignons, actinomycètes, algues, lignées cellulaires, virus et protozoaires – à condition que soient respectés les critères habituels de nouveauté, d'utilité et non-évidence. Les processus mis au point pour la manipulation ou l'utilisation de micro-organismes peuvent aussi faire l'objet d'un brevet. C'est aussi le cas de micro-organismes que l'on trouve dans la nature, mais la protection apportée par le brevet ne couvre pas les formes naturelles des micro-organismes.

Au Canada, contrairement aux États-Unis et au Japon, le Bureau des brevets n'accepte actuellement pas les demandes de brevet portant sur la création de plantes ou d'animaux (comme la nouvelle souris «Harvard», résultat de manipulations génétiques de Leder et Stewart). Certains processus de production de plantes et d'animaux qui exigent une intervention humaine importante peuvent être brevetés au Canada. Il en va autrement des processus traditionnels de sélection biologique (croisement) suivis pour la production de plantes et d'animaux et assimilés à des processus naturels. Les nouvelles variétés de plantes créées par croisement sont couvertes par les droits des phytogénéticiens (voir plus bas).

Le droit de possession exclusive accordé à l'inventeur breveté est limité à plusieurs égards. Premièrement, des clauses prévoient l'utilisation gratuite de l'invention dans certaines circonstances. L'invention, par exemple, peut servir à la recherche³, sous certaines réserves. D'après des jugements rendus aux États-Unis, le motif de recherche n'apparaît pas défendable lorsque le chercheur poursuit des visées commerciales (Eisenberg, 1989, p. 1023). Selon Eisenberg, on peut aussi raisonnablement penser que le champ des exemptions touchant la recherche est probablement plus large :

... le délai accordé pour la divulgation des inventions laisse supposer qu'il existe des limites aux droits d'exclusivité du détenteur d'un brevet même pendant la durée de ce dernier. Si le public n'avait absolument pas le droit d'utiliser les informations révélées avant l'expiration du brevet sans l'autorisation de l'inventeur, il n'y aurait pas vraiment lieu d'exiger dès l'entrée en vigueur du brevet la mise à disposition gratuite des informations au public. Le fait que le statut donné au brevet permette aussi facilement une exploitation de l'invention sans le consentement de l'auteur pendant que le brevet est en vigueur incline à penser que certaines formes d'utilisation devraient être autorisées (Eisenberg, 1989, p. 1022).

Deuxièmement, l'exploitation d'un brevet peut être assujettie à l'attribution d'une licence obligatoire sous certaines conditions privilégiées. La loi canadienne relative aux brevets (article 66 de la *Loi sur les brevets*) rend la licence obligatoire dans les cas de violation d'un brevet (contrefaçon). D'après la loi (article 65), il y a contrefaçon dans les circonstances suivantes¹ :

- L'importation de l'article breveté crée au Canada des entraves au travail.
- La demande dont l'article breveté fait l'objet au Canada n'est pas satisfaite dans une mesure suffisante ni dans des délais raisonnables.
- Le refus de l'inventeur d'accorder une licence crée un préjudice injuste pour un corps de métier ou une industrie du Canada.
- Un corps de métier ou une industrie du Canada subit un préjudice injuste à cause des conditions fixées pour l'achat ou la transformation d'un article breveté, ou à cause des conditions d'octroi d'une licence.
- La production ou l'utilisation au Canada de matériaux produits par un procédé breveté est entravée d'une façon injuste.

Depuis 1993, les médicaments brevetés sont exemptés des dispositions de l'article 65 concernant le travail au Canada.

De 1923 à 1993, la *Loi sur les brevets* rendait aussi obligatoire la licence pour les inventions ayant trait à la préparation ou à la production d'aliments ou de médicaments. Entre 1969 et 1993, elle prévoyait des licences obligatoires pour la fabrication, l'importation, l'exploitation ou la vente de médicaments brevetés ou de préparations servant à des médicaments brevetés ou des médicaments faits selon un procédé breveté. Les modifications apportées en 1987 à la *Loi sur les brevets* ont eu pour effet de limiter le pouvoir conféré au commissaire aux brevets d'octroyer des licences obligatoires pour l'importation de médicaments brevetés. Il en a résulté que les fabricants de produits pharmaceutiques voyaient l'exclusivité de leur brevet garantie pendant sept à dix ans, au cours desquels aucune licence obligatoire ne pouvait être attribuée.

En vertu de l'article 32 de la *Loi sur la concurrence*, la Cour fédérale du Canada peut aussi ordonner des licences obligatoires pour des brevets, des droits d'auteur et des topographies de circuits intégrés si elle estime que le droit en question est utilisé pour restreindre injustement la concurrence. La loi prévoit aussi d'autres moyens d'intervention : annulation d'une licence ou d'une entente portant sur l'utilisation d'un droit de propriété intellectuelle, mise en demeure de respecter une licence ou une autre entente, révocation d'un brevet, radiation d'une marque de commerce ou d'une topographie de circuit intégré.

Troisièmement, la loi nationale sur la concurrence limite l'aptitude d'un inventeur breveté à employer diverses formes de tarification non linéaire. Il est possible, par exemple, d'étendre les conditions d'utilisation d'une invention brevetée tout en absorbant le coût de l'invention en instaurant une différenciation des prix. Avec ce système, l'idéal est que les utilisateurs bénéficiaires assument le coût marginal. De cette façon, l'incitation à l'innovation est préservée et la diffusion de l'invention se fait avec efficacité. La différenciation des prix peut prendre diverses formes, telles que des prix fractionnés et des clauses de vente forcée, liée ou jumelée. Celles-ci sont assujetties à la loi nationale sur la

concurrence (antitrust). Dans certains pays, comme les États-Unis, cette loi dissuade les détenteurs d'un brevet de pratiquer la différenciation des prix. Au Canada, leur marge de manoeuvre est un peu moins limitée (voir plus bas).

Droit d'auteur

Le droit d'auteur constitue, pour le créateur d'une invention, le droit exclusif de reproduire son oeuvre et d'en autoriser la diffusion. La « copie » peut être transmise au public sous la forme d'un spectacle, d'une émission de radio ou de télévision, d'un signal de télécommunication, d'un acte de vente ou de location. Sont protégés par ce droit les livres, oeuvres artistiques et médicales, disques et bandes enregistrées, films et oeuvres audiovisuelles, bases de données et programmes informatiques.

Il n'y a aucune formalité à remplir pour obtenir un droit d'auteur, ni aucune sélection préliminaire, comme c'est le cas des brevets. Le droit d'auteur prend effet automatiquement dès que l'oeuvre existe sur un support physique. L'enregistrement du droit d'auteur facilite l'exploitation commerciale de l'oeuvre et peut aider à en prouver la propriété en cas de contrefaçon.

La durée du droit d'auteur dépend de l'oeuvre protégée et de son propriétaire – personne physique ou personne morale⁵. Le droit de reproduire une oeuvre créée pendant le travail appartient à l'employeur si le contrat de travail le stipule. La légalité de telles clauses est importante dans certaines industries où le droit d'auteur occupe une grande place (créateurs de logiciels, publicitaires, etc.). S'agissant d'une oeuvre écrite, le droit d'auteur demeure en vigueur pendant toute la vie de l'auteur et les 50 ans qui suivent son décès. Pour une oeuvre cinématographique, photographique ou discographique, la durée du droit est de 50 ans. Au cours de la dernière décennie, la tendance a été à un allongement de la durée de validité du droit d'auteur.

Seule est protégée par le droit d'auteur la forme d'expression de l'oeuvre, et non les idées qu'elle colporte. La ligne entre les deux n'est pas très nette. Les jugements des tribunaux apportent des indices qui permettent de la préciser. Dans le cas des nouvelles technologies, ces indices se font rares et on observe une très grande incertitude quand à ce qui doit être ou non protégé.

Il est évident que la moindre création « emprunte » plus ou moins à des créations antérieures, en dépit de ce que pensent certains romantiques qui voient dans chaque auteur un génie particulier. Ce que Northrop Frye a remarqué sur la poésie est généralement vrai :

Montrer que A a une dette envers B peut valoir à C son doctorat si A est décédé, mais un procès en diffamation si A est vivant. Cet état de choses fait qu'il est difficile d'évaluer des oeuvres comme celle de Chaucer, dont la poésie se résume pour une grande part à une traduction ou une paraphrase d'autres oeuvres, celle de Shakespeare, dont les pièces reprennent parfois mot pour mot le texte de ses sources, et celle de Milton, qui n'a rien trouvé de mieux que de

copier le plus possible la Bible. Ce que recherche le moindre lecteur, même profane dans ses oeuvres, c'est *un tant soit peu* d'originalité : la majorité des gens sont portés à penser que l'oeuvre d'un vrai poète doit se distinguer de l'oeuvre d'emprunt, sinon s'en détacher complètement. Cependant, la vraie beauté du, par exemple, *Paradis reconquis* ne tient pas aux effets de style ajoutés à l'oeuvre d'origine mais à la grandeur du thème traité, que Milton *transmet* au lecteur en puisant à la source (Frye, 1960, p. 43-44).

L'ampleur de la protection apportée par le droit d'auteur est difficile à déterminer. D'une façon générale, aucune originalité n'est exigée quant au mode d'expression. Il peut être ressemblant, à condition qu'il ait été élaboré différemment. Le tout est de savoir quels changements de forme minimum doivent être apportés à une oeuvre pour qu'on estime qu'il n'y a pas violation au droit d'auteur. Cette «marge» est établie par les tribunaux. Lors d'une affaire jugée récemment aux États-Unis (*Feist Publications, Inc. c. Rural Telephone Services, Co. Inc.*), il est ressorti clairement qu'une oeuvre de compilation, comme un annuaire téléphonique ou une base de données, doit présenter un caractère de «nouveau» pour bénéficier du droit d'auteur. Il doit s'en dégager un minimum de créativité sur le plan de la sélection, de la coordination ou de l'organisation du contenu. Le champ d'application du droit d'auteur est aussi déterminé par celui des droits qui régissent les productions dérivées d'une oeuvre protégée. L'auteur d'un roman, par exemple, a le droit d'en publier une traduction et de créer une pièce, un film ou une adaptation télévisée à partir de ce roman. Là encore, il incombe aux tribunaux – tâche difficile – de déterminer quand une pièce ou un film constitue une contrefaçon.

Dans le domaine scientifique, la protection fournie par le droit d'auteur vise surtout les articles, livres, photographies et programmes informatiques. En ce qui a trait aux logiciels, on est en train d'analyser et de mettre noir sur blanc ce qui distingue le fonds de la forme. L'objet du droit d'auteur est défini non pas au moment de son attribution, mais lorsqu'il doit être défendu devant un tribunal. Dans le cas d'un brevet, c'est au moment de son obtention que l'on définit et délimite le bien visé. Ce qui peut être protégé par le droit d'auteur n'est établi que si l'auteur intente une action en contrefaçon. De cette façon, les droits de l'auteur sont définis à un moindre coût mais ils présentent pour lui un plus grand degré d'incertitude. L'industrie du logiciel attend actuellement d'atteindre une masse critique de poursuites judiciaires pour décider quels droits d'auteur ses entreprises peuvent revendiquer légitimement ou non.

Le fait que la forme et non le fonds soit protégée facilite la diffusion des connaissances scientifiques. Les auteurs de manuels ont accès à n'importe quel élément de la science et sont libres d'essayer d'expliquer des principes fondamentaux mieux et plus clairement que leurs concurrents. Pour les tenants de la science publique engagés dans la course à l'innovation, la publication de leurs résultats peut être la source d'autres satisfactions que l'argent. Habituellement, le

chercheur paie une revue pour avoir le droit d'y être publié. Le droit d'auteur ne joue aucun rôle, ou presque, en tant qu'incitation à écrire. Voici ce qu'Arnold Plant remarquait en 1934 :

Beaucoup d'auteurs souhaitent simplement être publiés gratuitement; certes, ils ne dédaigneraient pas une certaine rétribution, mais ils ne comptent certainement pas dessus. Parmi les meilleurs ouvrages que nous possédons, plusieurs ont vu le jour de cette manière. Depuis toujours, les écrits des scientifiques et autres penseurs se classent surtout dans cette catégorie (Plant, 1934, p. 169).

Et Plant de poursuivre : «Pour ces gens, le droit d'auteur présente peu d'intérêt. À l'instar des personnes publiques qui espèrent que leur discours sera bien accueilli, ce qu'ils demandent, c'est une large diffusion de leurs idées» (Plant, 1934, p. 169). Cependant, ceux qui fournissent le support, les éditeurs, doivent être rémunérés pour leur participation, même si le prix de distribution est égal au prix coûtant, voire inférieur. Le droit d'auteur sert probablement à cela dans les revues et peut contribuer à une bonne diffusion.

Les réseaux électroniques constituent un moyen idéal de communiquer aux individus et établissements intéressés des documents d'étude et les résultats de recherches préliminaires. On examine actuellement comment définir le droit d'auteur et le faire respecter sur les babillards électroniques. Il ne fait aucun doute que les nouvelles technologies vont modifier radicalement le coût de diffusion des informations codées.

Le droit d'auteur a été conçu comme un cadre juridique qui régit les contrats ayant pour objet de diffuser une oeuvre à grande échelle tout en apportant à l'auteur une rémunération suffisante. La loi régleme aussi la négociation des droits attribués, grâce à une série d'exceptions, qui permettent en général de copier une oeuvre sans avoir à payer le titulaire du droit d'auteur, et à un mécanisme de défense qui permet d'invoquer le motif d'utilisation équitable contre les accusations de contrefaçon⁶. Selon la loi canadienne, il est possible de copier gratuitement une oeuvre protégée par un droit d'auteur pour effectuer des études ou des recherches à titre privé, et si l'utilisation que l'on en fait est équitable.

La question reste entière quant à savoir si la recherche englobe le travail scientifique. On peut lire dans un rapport préliminaire préparé par le sous-comité du droit d'auteur du Groupe de travail sur le contenu et la culture canadiens qu'il n'existe probablement pas une grande distinction entre le «travail scientifique» d'une part et l'«étude» ou la «recherche privée» d'autre part (sous-comité du droit d'auteur du Groupe de travail sur le contenu et la culture canadiens, 1994, p. 25). Aux États-Unis, il est clair que le motif d'utilisation équitable peut être invoqué pour le travail scientifique et pour des études qui échappent à la même clause dans la loi canadienne. Cependant, à l'issue d'un recours collectif engagé en 1992 (*American Geophysical Union, et al. c. Texaco Inc.*), un tribunal américain a jugé

que la reproduction non autorisée d'articles de revues scientifiques et techniques par les chercheurs d'une entreprise à but lucratif ne constituait pas une utilisation équitable (Banner, 1993, p. 32).

Les tribunaux canadiens n'apportent pas une grande aide à cet égard; on sait simplement que la reproduction d'une oeuvre au complet constitue un acte déloyal et que le motif d'une utilisation équitable ne peut être invoqué pour la contrefaçon d'un travail non publié, à l'inverse de ce qui se fait aux États-Unis.

L'utilisation sans autorisation de documents non publiés pour des recherches scientifiques soulève évidemment des questions d'ordre éthique et économique mais ne peut être assimilée à une violation du droit d'auteur. Sur le plan économique, il s'agit de savoir si les idées contenues dans un ouvrage non publié devraient faire l'objet d'un droit de propriété commun ou individuel. Pour pouvoir revendiquer la paternité de ses oeuvres, le chercheur est tenu de les publier, éventuellement en combinaison avec d'autres. La facilité avec laquelle un chercheur peut paraphraser un travail sans être accusé de plagiat dépend de la notion que les tribunaux ont d'une oeuvre originale. Ce qui est clair, c'est que l'on ne pourrait invoquer le motif d'une utilisation équitable pour défendre un chercheur soupçonné d'avoir reproduit une partie importante d'un ouvrage non publié au Canada, alors qu'aux États-Unis un chercheur pourrait avancer un tel argument de défense. Au Canada, la durée illimitée du droit d'auteur qui protège un ouvrage non publié en rend l'accès plus difficile.

La loi canadienne sur le droit d'auteur autorise le gouvernement à concéder une licence obligatoire pour qu'un ouvrage puisse être imprimé au Canada lorsqu'il n'est pas raisonnablement aisé de se le procurer. Une redevance fixée par le ministère intéressé doit être versée au titulaire du droit d'auteur. On pourrait suivre la même démarche si, pour une raison quelconque, certains textes scientifiques protégés par un droit d'auteur étaient introuvables au Canada.

La loi canadienne sur le droit d'auteur attribue explicitement au créateur d'un logiciel ou d'un enregistrement le droit de louer son produit. Le créateur d'un logiciel protégé par un droit d'auteur peut ainsi interdire à un acheteur de louer son logiciel à d'autres. L'exercice de ce droit et l'interdiction de louer rendent plus coûteux le piratage et augmentent le rapport que l'auteur peut espérer de son oeuvre. Ce droit de louage de logiciel apporte un complément particulièrement intéressant à la protection des oeuvres scientifiques privées.

La loi canadienne sur le droit d'auteur prévoit aussi une licence obligatoire pour que les oeuvres protégées acheminées sur de grandes distances puissent être retransmises sur des réseaux de télévision câblés. Les redevances versées par les câblodiffuseurs sont fixées par le Conseil canadien du droit d'auteur. Un collectif, représentant les propriétaires des oeuvres retransmises, reçoit une part de l'ensemble qu'il redistribue à ses membres. De la même manière, le Conseil du droit d'auteur établit des redevances pour les représentations publiques, essentiellement radiodiffusées, d'oeuvres musicales et lyriques. Les fonds recueillis sont versés à un collectif représentant les créateurs, lequel répartit l'argent parmi

ses membres. Les licences obligatoires, les collectifs et les redevances fixées à la suite d'audiences tenues par un organisme de réglementation sont censés apporter un remède collectif aux frais engagés par chaque auteur pour négocier et signer un contrat.

Mettons maintenant en parallèle les liens qui existent entre l'industrie musicale et les diffuseurs et ceux que l'on trouve entre la science publique et la science privée. Les interactions entre l'industrie musicale et le secteur de la radiodiffusion sont complexes, chacun ajoutant de la valeur à l'autre. La loi oblige le diffuseur à verser une redevance à la société de disques, opération qui s'accompagne souvent d'un «prix caché»; la pratique courante du pot-de-vin indique que, dans certains cas, l'industrie musicale est prête à payer de grosses sommes pour que ses produits passent sur les ondes.

Ces interactions compliquées et inégales par rapport à la valeur ajoutée ressemblent aux relations que l'on observe entre science publique et science privée. Un contrat passé exclusivement entre un compositeur et un programmateur ou une société de disques atteindrait un coût prohibitif, tout comme un marché conclu entre un scientifique du domaine public et un scientifique du secteur privé. Les redevances versées pour la diffusion de spectacles publics coûtent cher à administrer. On estime que les frais d'administration des collectifs absorbent au minimum 15 à 20 p. 100 des fonds recueillis. Ce mécanisme a survécu en dépit de ce coût et malgré la rigueur avec laquelle on rémunère les fournisseurs et l'on taxe les utilisateurs. Aucun autre système vraiment supérieur n'a été proposé. Vu que des problèmes de mesure se posent dans un cas comme dans l'autre, il sera difficile de trouver un système plus subtil qu'un mécanisme qui consiste à taxer les consommateurs et l'industrie pour créer un fonds qui puisse être réparti entre l'ensemble des inventeurs, en remplacement de la formule de droit exclusif.

La *Loi sur le droit d'auteur* permet la différenciation des prix. Celle-ci peut s'avérer utile pour la diffusion d'un bien public ou l'application d'un impôt (droit d'entrée) afin d'absorber la différence entre le coût moyen et le coût marginal dans une industrie dont les coûts diminuent. Les détenteurs d'un droit d'auteur ont plus de liberté au Canada qu'aux États-Unis pour ce qui est de pratiquer la différenciation des prix parce que la loi canadienne sur le droit d'auteur interdit d'appliquer le principe de la première vente dans des situations où cela est possible aux États-Unis (sous-comité du droit d'auteur du Groupe de travail sur le contenu et la culture canadiens, 1994, p. 22). Au Canada comme aux États-Unis, la loi sur le droit d'auteur empêche d'importer des produits concurrents dont la vente est interdite sur leur marché intérieur. Au Canada, par exemple, le paragraphe 45.(1) de la *Loi sur le droit d'auteur* stipule que, à quelques rares exceptions près, il est illégal d'importer au pays des exemplaires d'un livre si le droit de reproduire le livre au Canada fait l'objet d'une licence octroyée par le détenteur du droit d'auteur.

Secret commercial

Une information est protégée en tant que secret commercial dans les conditions suivantes :

- L'information est utile et a de la valeur pour le secteur ou l'entreprise.
- Elle est généralement inconnue du secteur.
- Des mesures raisonnables ont été prises pour la protéger.

La loi sur le secret commercial permet d'intenter une action en justice contre toute personne qui a reçu des informations de ce type, à titre confidentiel, et qui en fait un usage illégal qui porte préjudice au détenteur initial des informations. Une action peut aussi être intentée contre la personne qui a acquis ces informations par des moyens irréguliers. Les idées véhiculées par les informations relevant d'un secret professionnel sont aussi protégées.

Le secret professionnel n'entre pas dans le cadre de la loi sur la propriété. Si d'autres personnes obtiennent des informations à la suite, par exemple, d'une imprudence ou d'une opération de rétroingénierie, rien ne peut être intenté contre elles. La loi sur le secret commercial se classe difficilement parmi les textes de loi courants. Voici comment Vaver (1981) la décrit : «Il faudrait peut-être reconnaître tout bonnement que, de nos jours, il vaut mieux voir un acte *sui generis* dans le fait d'acquérir ou d'utiliser à mauvais escient des secrets professionnels ou des informations confidentielles, en appliquant les règles les plus adéquates de l'équité et de la *common law* pour faciliter les fonctions et les politiques propices à un marché concurrentiel» (Vaver, 1981, p. 262).

Un contrat d'embauche peut renfermer une clause interdisant la divulgation d'informations obtenues en cours d'emploi. Si la clause n'est pas respectée, l'employeur peut poursuivre l'employé pour rupture de contrat. Dans beaucoup de pays qui ne possèdent pas de loi sur le secret commercial, la protection des renseignements confidentiels peut être assurée par le droit des contrats.

Lorsqu'ils accordent réparation, les tribunaux prennent généralement en considération le préjudice commercial engendré par l'utilisation illégale des informations. Des dommages-intérêts exemplaires peuvent être prescrits, et le sont. Une injonction peut être produite si la situation le justifie. Les tribunaux peuvent aussi établir des règles pour l'utilisation future des renseignements secrets par une ou l'autre des parties au procès, ou par les deux.

La durée de la protection fournie par le secret professionnel est, en principe, illimitée. Dans la pratique, elle dépend des difficultés rencontrées par d'autres pour obtenir les renseignements en employant des moyens non réglementés ou des méthodes nouvelles de leur cru. La protection contre les inventeurs indépendants n'est pas garantie par ces textes de loi. Le régime du secret encourage plus la contrefaçon que celui du brevet lorsque le coût de l'innovation demeure constant au cours du temps ou ne diminue pas très rapidement. En revanche, lorsque les

coûts baissent rapidement et qu'il est socialement coûteux d'être un premier inventeur, le secret professionnel incite moins que la formule du brevet à se lancer dans une course coûteuse car il offre au premier arrivé des compensations inférieures (Friedman, Landes et Posner, 1991, p. 65-66).

Les informations bien connues de l'industrie ou des milieux commerciaux ne peuvent être protégées par la loi sur le secret commercial. Cela revient à dire que les informations à protéger doivent être nouvelles.

Le secret commercial peut servir à protéger une innovation qui n'est pas brevetable. Lorsqu'un inventeur enregistre des coûts faibles et qu'un autre possède un avantage commercial pour mettre au point l'invention, la réalisation des gains escomptés d'une spécialisation exige un mécanisme qui permet un transfert économique de la découverte non protégée d'une partie à l'autre. Il est relativement courant de verser des commissions pour faire effectuer des recherches précises. Il est plus difficile de s'entendre sur l'échange des informations qui résulteront de la découverte. Bien que des informations protégées par le secret commercial puissent faire l'objet d'une licence, comme cela est le cas dans la réalité, Cheung écrit que «la transmission d'un secret commercial par voie de contrat est difficile» (Cheung, 1982, p. 45). Il a en effet constaté que, parmi plus de 150 contrats qu'il avait analysés, seulement 10 p. 100 faisaient intervenir un secret commercial. Il est intéressant de voir que beaucoup de sociétés d'exploitation obligent les inventeurs à signer une décharge de confidentialité avant d'étudier leurs idées. Elles se protègent ainsi contre les risques de plaintes qui pourraient être déposées ultérieurement en vertu de la loi sur le secret commercial.

Il reste la question de savoir comment l'innovation à titre indépendant persiste en dépit des problèmes évidents posés par les contrats. Anton et Yao (1994) apportent quelques lumières sur la façon dont un créateur peut tirer correctement parti des retombées commerciales créées par un exploitant grâce à un contrat rédigé d'une façon astucieuse. Ils expliquent, par exemple, dans quelles conditions de concurrence, sur le marché visé, un inventeur peut divulguer la nature d'une innovation technologique non brevetée à un exploitant éventuel sans craindre que ce dernier ne lui verse aucune rémunération, au lieu de signer un contrat. L'exploitant ne peut être tenté d'exploiter l'idée qui lui est soumise sans rémunérer l'inventeur, de peur que ce dernier fasse part de sa trouvaille à un concurrent par représailles. À l'inverse, tant que l'inventeur prend part aux bénéfices créés par la situation de monopole de l'exploitant, il n'a pas intérêt à révéler son idée à des exploitants rivaux.

Le secret commercial renforce aussi la protection apportée par le brevet en préservant les renseignements implicites qui font partie de l'invention. Même lorsqu'on peut breveter son travail, il arrive qu'un inventeur préfère être protégé par le secret professionnel, soit parce que cela lui revient moins cher, soit parce que la protection assurée est meilleure. En protégeant légalement certains secrets, il est possible d'éviter le recours à des moyens de protection plus coûteux. En l'absence de lois sur le secret professionnel, il faut s'attendre, selon l'Institute of Law Reform of Alberta, aux conséquences suivantes :

Les entreprises devront renforcer les mesures de sécurité et probablement modifier leur grille salariale. Elles devront s'assurer de près qu'il ne vaut pas mieux mettre la clé sous la porte. Les petites sociétés seront défavorisées à cet égard. L'augmentation des coûts sera répercutée sur les consommateurs. Les entrepreneurs inventifs réduiront le cercle de leurs gens de confiance. Il se produira enfin un éclatement dans l'organisation de la recherche scientifique et technologique. S'il n'existe pas de protection légale pour le secret professionnel, ou si elle est insuffisante, aucune licence d'exploitation ne pourra être octroyée. Si le détenteur d'un secret commercial ne peut attribuer de licences, il lui faudra soit restreindre l'utilisation qu'il fera de son invention, soit construire des installations de fabrication et de commercialisation pour lui-même. Aurait-il gagné en efficacité s'il avait pu accorder une licence à une autre entreprise? Tout dépend de la situation propre à l'un et à l'autre. On peut s'attendre à une certaine perte d'efficacité économique (Institute of Law Reform of Alberta, 1986, p. 115-116).

Évidemment, rien ne peut transpirer par écrit d'un secret commercial, contrairement au brevet. Pour David et Foray, «... le secret commercial et les diverses formes de restriction de l'accès (au sein des entreprises et des organismes scientifiques, dans le cas de la recherche militaire, au niveau international) constituent d'importants obstacles à la diffusion du savoir» (David et Foray, 1994, p. 30).

Toutefois, en l'absence de contrat stipulant le contraire, il est légal de lever un secret en procédant par rétroingénierie. En établissant quelles mesures de divulgation sont légales et lesquelles ne le sont pas, la loi sur le secret commercial influence l'orientation des dépenses engagées par le secteur privé pour protéger ou percer des secrets. Selon Freidman et ses associés (1991), en autorisant la rétroingénierie, on aboutit à une canalisation des efforts de recherche dans une activité qui produit plus de connaissances utiles qu'il en faudrait pour reproduire l'invention cachée. Cela explique aussi que l'on permette la rétroingénierie dans le cas des topographies de circuits intégrés (voir ci-dessous). Le processus de rétroingénierie engendre par lui-même en enrichissement des connaissances.

Contre les accusations de violation d'un secret commercial, la défense consiste à dire que la divulgation du secret va dans l'intérêt du public. Toutefois, la protection prévue ne s'en trouve pas sensiblement diminuée vu que la notion d'intérêt public recouvre uniquement les situations dans lesquelles on informe la population d'un délit ou l'on révèle des informations ayant une incidence sur la sécurité ou la santé publique.

Loi sur les topographies de circuits intégrés

Un circuit intégré est un circuit électronique miniature. On parle aussi de puce ou de semi-conducteur. Les circuits que l'on trouve sur une puce ont la forme de bosses et de creux en trois dimensions que l'on appelle topographie. La

topographie originelle d'une puce est protégée par la *Loi sur les topographies de circuits intégrés*, entrée en vigueur au Canada en 1993. Il existe une loi semblable aux États-Unis depuis 1984.

Les programmes mémorisés sur des puces peuvent être protégés en vertu de la *Loi sur le droit d'auteur*. Les procédés de fabrication de puces et les schémas de circuit peuvent l'être en vertu de la *Loi sur les brevets*.

La *Loi sur les topographies de circuits intégrés* donne aux propriétaires de topographies enregistrées le droit exclusif :

- de reproduire la topographie;
- de fabriquer un produit qui intègre la topographie; et
- de vendre ou d'importer la topographie ou tout produit où elle se trouve incluse.

Ce droit est valable 10 ans. Il est censé s'éteindre après une première vente régulière. Autrement dit, le détenteur du droit n'a aucun pouvoir sur la revente de sa topographie. Des copies peuvent en être faites à des fins de recherche, d'évaluation ou d'enseignement.

Il est aussi permis de reconstituer une topographie par rétroingénierie, c'est-à-dire de la copier, mais aussi d'en accroître les dimensions, la vitesse ou le rendement thermique. En revanche, pirater une puce signifie la copier sans l'essayer, l'analyser ni l'améliorer. Le degré d'innovation exigé pour que le produit ainsi élaboré ne constitue pas une contrefaçon peut varier et varie effectivement entre les lois des différents pays (Knopf, 1989, p. 44).

Droits des phytogénéticiens

La *Loi relative à la protection des obtentions végétales* a été promulguée en 1990. Elle accorde le droit exclusif de vendre et produire au Canada le matériel reproducteur (les semences) d'une nouvelle variété végétale. Elle donne aussi le droit exclusif de réutiliser le matériel reproducteur d'une nouvelle variété végétale afin de produire une autre variété. Une variété est nouvelle si elle se distingue clairement de toutes les variétés généralement connues à la date de demande.

Ce droit est cessible et a une durée de 18 ans. Il est attribué au premier qui en fait la demande. Les demandes et les droits octroyés sont rendus publics.

Ce droit est assorti de l'obligation d'accorder des licences pour que le public puisse se procurer la variété végétale en question «à un prix raisonnable». En cas de violation, le détenteur du droit peut demander des dommages-intérêts et un redressement par injonction. La défense peut invoquer ce qui suit :

- la variété en question ne peut être nouvelle;
- la variété était en vente avant que le droit soit accordé; et

- le détenteur du droit n'a pas produit une quantité suffisante du matériel de reproduction.

Le Royaume-Uni et les États-Unis ont institué un droit de propriété sur les nouvelles variétés végétales depuis 1964 et 1970, respectivement. Il existe depuis 1961 un regroupement de pays qui possèdent une loi sur les droits des phytogénéticiens.

CHOIX D'UN RÉGIME DE PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

Brevet et droit d'auteur comparés au secret commercial

Les législateurs ont le choix d'appliquer aux inventions la loi sur les brevets ou sur le droit d'auteur. Ils peuvent aussi donner aux inventeurs le droit de protéger le fruit de leur invention en vertu de la loi sur le secret commercial. Le gouvernement peut évidemment décider de laisser libre accès à une forme de création particulière ou à une oeuvre dans un but précis. Il arrive qu'il donne à l'auteur d'une invention le choix entre plusieurs modes de protection légale. Pour pouvoir laisser ce choix, le gouvernement doit prévoir quelle formule les inventeurs préféreront dans telles ou telles circonstances.

Bien qu'elles remplissent la même fonction économique – celle d'inciter à la création –, les lois sur le droit d'auteur et sur les brevets diffèrent considérablement. La première loi sur le droit d'auteur, dite *Statute of Anne* (1710), constituait en partie une réponse aux demandes de protection des éditeurs anglais contre le piratage d'oeuvres provenant de l'Écosse et de l'Irlande. Tandis que la loi évolue avec les technologies employées pour «fixer» les oeuvres littéraires, musicales, visuelles ou dramatiques, les retombées de la reproduction sur l'activité créatrice et la viabilité du système commercial de distribution desservant chaque nouveau support ont exercé une influence importante sur la politique adoptée. La production non autorisée d'articles brevetés a parfois joué un rôle non négligeable dans la politique qui régit les brevets, mais jamais un rôle dominant, à la différence de la reproduction illégale dans le cas du droit d'auteur.

La reproduction illégale agit d'une autre façon sur les secteurs de l'édition, de l'enregistrement, du film, de la télévision et du logiciel. Les dispositions de la loi sur le droit d'auteur ayant trait aux contrats, comme celles concernant le droit de louer une oeuvre présentée sur un support particulier, se veulent une réponse aux problèmes de piratage propres à ce support. Les industries régies par le droit d'auteur font énormément pression sur le gouvernement pour qu'il applique les dispositions du droit criminel contre le piratage. Il arrive que, à cette fin, elles financent des enquêtes de sécurité privées.

Les entreprises qui s'occupent de diffuser en série du matériel protégé par un droit d'auteur font également face à d'énormes frais de distribution. Le piratage ajoute aux problèmes de distribution, mais ceux-ci existent de toute façon. Pour les réduire, la loi sur le droit d'auteur est censée inclure, pour les industries

concernées, des dispositions détaillées sur la licence obligatoire et sur l'établissement, dans les collectifs, des conditions d'accès au matériel protégé. Dans le secteur des industries régies par le droit d'auteur, la loi prévoit souvent le versement d'un droit de photocopie, d'une taxe sur les bandes vierges ainsi que le prélèvement d'une partie des recettes de location de films vidéo et sa redistribution aux artistes, créateurs et producteurs pour augmenter la somme qu'ils reçoivent par contrat. Le motif de jeu loyal que l'on peut invoquer contre les accusations de contrefaçon et diverses exemptions particulières permet de reproduire beaucoup plus facilement les oeuvres protégées par un droit d'auteur comparativement aux brevets, dont les conditions d'exploitation doivent convenir au titulaire du droit. De façon générale, il n'existe pas de dispositions de ce genre pour les industries tributaires de brevets.

De l'avis de Wiley (1991, p. 380-383), les processus de divulgation et de recherche que l'on doit suivre pour obtenir un brevet contribuent sensiblement à l'innovation dans des domaines où un certain nombre d'intervenants font progresser la science à grands pas (en s'appuyant sur des découvertes antérieures plus ordinaires). C'est pourquoi l'auteur a approuvé la décision prise par les États-Unis de protéger les systèmes et les processus par un brevet et non par un droit d'auteur.

La conception et la rédaction de programmes informatiques sont un exemple d'activités créatives protégées par plusieurs régimes. Aux États-Unis, par exemple, les logiciels peuvent être protégés par la loi sur les brevets, le droit d'auteur ou le secret commercial. Pour obtenir un brevet, le concepteur d'un logiciel est tenu d'établir qu'il s'agit d'un processus nouveau et utile ou d'un appareil brevetable, tout en prouvant qu'il n'entrave pas l'utilisation courante des algorithmes en cours⁷.

Ce dernier point illustre le principe qui veut que l'on ne puisse breveter un phénomène naturel ni une abstraction. Ce principe présente le même degré de généralité que, dans le cas du droit d'auteur, la règle qui stipule qu'une idée ne peut être protégée. Malheureusement, il ne fournit pas plus d'aide aux examinateurs des brevets que la règle concernant les brevets n'en apporte aux juges. Des difficultés s'ajoutent lorsqu'il faut déterminer l'existence d'une oeuvre antérieure. On se reporte pour cela aux brevets émis. Jusqu'à dix ans en arrière, peu de logiciels étaient brevetés. Ils étaient protégés par le secret commercial. En conséquence, les brevets accordés pour des logiciels donnent une image imprécise de l'état de cette technologie. Et d'aucuns trouvent regrettable que les examinateurs des brevets américains délivrent des brevets pour des logiciels qui ne respectent pas le critère de nouveauté.

Le créateur d'un logiciel peut aussi se prévaloir du droit d'auteur. Comparativement à un brevet, le droit d'auteur apporte une protection plus longue mais il n'offre aucune garantie contre la mise au point indépendante d'un produit qui, autrement, aurait été assimilé à une contrefaçon. En outre, la plus grande incertitude règne quant à la protection que donne le droit d'auteur pour les logiciels qui ne sont pas des contrefaçons intégrales mais de légères variantes de l'oeuvre initiale (Carstens, 1994, p. 74). Un élément de logiciel qui constitue, de par sa fonction, une création à part entière peut être protégé par un brevet, mais pas par un droit d'auteur.

Un logiciel peut aussi être protégé en vertu de la loi sur le secret commercial. Il faut pour cela qu'il soit en usage, qu'il représente une certaine valeur, qu'il soit secret et que son propriétaire le mette à l'abri des vols. Aux États-Unis, la législation sur le secret commercial est surtout de la compétence des États et varie de l'un à l'autre. La protection qu'elle donne n'est pas limitée dans le temps. Toutefois, elle ne protège pas contre la rétroingénierie. Si le secret professionnel fait l'objet d'une licence, le contrat peut renfermer une clause restreignant les cas de rétroingénierie. Un logiciel est souvent livré, par exemple, sous la forme d'un code d'exécution ou d'un code machine aux termes d'un contrat qui interdit au client de le retraduire dans un langage qui se prête mieux à une analyse structurelle. De plus, à partir du moment où le logiciel est protégé par un droit d'auteur, il ne peut l'être par la loi sur le secret commercial.

Pour faire son choix entre ces formules, le propriétaire d'un logiciel prendra probablement en considération la force et l'ampleur de la protection assurée, les retombées d'une divulgation ou d'un acte de rétroingénierie sur l'«exploitabilité» du secret et les sanctions prévues en cas de violation.

Le brevet et le droit d'auteur comparés à une législation *sui generis*

Les lois sur les brevets et le droit d'auteur s'adaptent à l'évolution rapide de la technologie. Cela ressort plus particulièrement pour ce qui est du droit d'auteur. L'interprétation donnée à certains concepts (définition d'une copie, nature publique d'une oeuvre, champ de protection et utilisation équitable) diffère selon le support et la technique de diffusion. La *Loi sur le droit d'auteur* n'influence pas de la même façon l'industrie musicale et le monde de l'édition. Certaines clauses applicables à tel domaine ne sont pas d'une grande aide dans tel autre. Les collectifs, les redevances, les licences obligatoires, les dispositions contractuelles et les problèmes posés par le piratage jouent un rôle dans les deux cas, mais leur importance varie sensiblement. Lorsque les principes qui régissent la protection fournie par les brevets et les droits d'auteur sont appropriés au développement technologique, les tribunaux et les législateurs sont en mesure de définir le cadre des jugements rendus et de leurs règlements d'application.

Certaines technologies font apparaître de nouvelles lois sur la «propriété» soit parce que les principes qui régissent les brevets ou le droit d'auteur ne sont pas adaptés à la situation, soit parce que les processus d'application de ces principes sont suffisamment particuliers pour justifier une loi distincte. La non-adaptation de la législation en place aux nouvelles technologies a pour conséquence une perte de puissance prédictive à cause de l'absence, et de précédents juridiques, et d'un cadre d'entente international établi.

En économie, les situations marginales sont souvent instructives. La protection apportée par le droit d'auteur, par exemple, peut être envisagée à la place d'une loi distincte sur les circuits intégrés. La topographie d'un circuit intégré se construit à partir de plusieurs masques dont on peut concevoir que le modèle soit protégé par la loi sur le droit d'auteur. Pour le créateur du masque, il

est plus rentable de vendre la topographie du circuit intégré que le masque. Si ce dernier était protégé par le droit d'auteur, on pourrait contourner la loi en copiant le circuit intégré. Dans ce cas, la *Loi sur le droit d'auteur* interdit la rétroingénierie alors que la *Loi sur les topographies de circuits intégrés* l'autorise explicitement.

La fabrication de semi-conducteurs est un domaine de créativité pour lequel on a jugé préférable d'élaborer une loi à part, la protection fournie par le droit d'auteur s'avérant trop perméable. Dans l'ensemble, cette industrie est favorable à des textes de loi qui assurent une protection moins durable et qui exigent plus souvent la divulgation des inventions que la loi sur le droit d'auteur. Nous situons l'industrie musicale à la marge de structures particulières qui peuvent être autorisées par les anciens textes de loi sur le droit d'auteur.

Les différents problèmes posés par la signature des contrats dans l'industrie musicale, comparativement aux secteurs de l'édition et du film, se reflètent dans l'existence de deux conventions internationales, différentes des principales conventions sur le droit d'auteur, qui concernent la coordination des lois à l'échelle internationale. Ce sont la Convention internationale sur la protection des artistes interprètes ou exécutants, des producteurs de phonogrammes et des organismes de radiodiffusion, adoptée à Rome en 1961, et la Convention pour la protection des producteurs de phonogrammes contre la reproduction non autorisée de leurs phonogrammes, adoptée à Genève en 1971. La Convention de Rome régit les relations complexes qui existent entre compositeurs, artistes, sociétés de disques et radiodiffuseurs. Elle chapeaute les lois et règlements d'application d'un ensemble de droits et d'obligations interdépendants pour chacun de ces acteurs et elle sanctionne un droit connexe – le droit, pour les artistes et sociétés de disques, de diffuser des oeuvres en public.

Sous sa forme habituelle, le mécanisme de droits connexes consiste à recueillir des fonds auprès des radiodiffuseurs et de les distribuer aux sociétés de disques et aux artistes ayant exécuté les pièces enregistrées. De par ses effets, ce droit est semblable au droit d'auteur exercé par les compositeurs. Dernièrement, certains pays ont renforcé ce mécanisme en taxant les bandes vierges ou les appareils d'enregistrement. Ces programmes relèvent souvent d'une loi nationale distincte. L'argent de ces taxes est distribué aux mêmes groupes selon des formules établies. Il y a une raison économique à la multiplication des taxes prélevées dans l'industrie musicale : du fait des nouvelles techniques de reproduction, il est devenu plus difficile de garantir par contrat une rémunération convenable aux sociétés de disques, artistes et compositeurs.

IMPORTANCE DES MODÈLES DE CROISSANCE ENDOGÈNE

DE LA CROISSANCE EXOGÈNE À LA CROISSANCE ENDOGÈNE

AU DÉBUT DES ANNÉES 1960, des économistes des deux universités Cambridge se sont livrés à un débat animé sur la modélisation de la croissance économique. Les avis divergeaient quant à la nature du facteur constitué par le capital, au mode d'établissement des salaires, à la représentation de la technologie par une fonction de production, aux économies relatives et à la stabilité engendrées par les différents

modèles. Bien que l'on ait accordé peu d'attention aux problèmes de recherche et développement et d'organisation, on peut voir dans ce débat l'origine de certains travaux récents sur la croissance endogène.

Pendant ce débat, on a vu notamment que, pour les néoclassiques, le rendement est lié aux facteurs capital et travail par une fonction constante de production de rendements d'échelle. Selon cette optique, l'obtention d'un taux de croissance positif et équilibré dépend de progrès technologiques exogènes. La nature révèle chaque année certains de ses secrets dans une proportion prévisible, créant ainsi un meilleur choix de technologies. Ces améliorations sont censées entraîner un accroissement du travail. Si cela est, le rapport entre le capital et le travail brut peut continuer d'augmenter sans diminution du rendement du capital, tant que le ratio entre le capital et les unités de rendement du travail ne diminue pas. La contribution de la nature, qui enrichit notre savoir à titre gracieux, se conjugue aux unités de travail brut pour donner des unités de rendement du travail. L'influence du capital de connaissances sur le rendement du travail brut dépend uniquement du stock qu'on en possède et non de son niveau.

Ce dernier aspect du capital de connaissances a été respecté dans des travaux récents dont les auteurs ont fait des mutations techniques un phénomène endogène. Ce que l'on croyait autrefois un don mystérieux de la nature est devenu un produit de l'économie. Dans certains modèles de croissance endogène, un facteur extérieur, engendré par le processus de R et D ou par une accumulation de capital humain, s'est substitué, du moins en partie, au rôle joué par la nature (cf. Lucas, 1993). Nous nous en tiendrons ici aux modèles centrés sur la R et D. Dans ce cas, le facteur extérieur est constitué par un sous-produit des inventions des entreprises, sous-produit sans valeur établie et, donc, non contrôlé. Une croissance endogène soutenue peut se produire sans intervention de facteurs extérieurs. Les investissements en R et D sont alors effectués compte tenu des différentes retombées marginales sur la valeur. On ignore si le phénomène de croissance est mieux décrit par un modèle comportant ou non des facteurs extérieurs. Nous nous concentrons ici sur les modèles qui prévoient des retombées car ce sont eux qui posent les problèmes les plus intéressants en matière de propriété intellectuelle.

En ce qui a trait aux modèles axés sur les facteurs extérieurs produits par l'accumulation de savoir, certains sceptiques trouveront probablement que l'on n'a fait qu'inventer un nouveau nom pour masquer notre ignorance, en parlant de facteurs extérieurs au lieu de nature. Pourtant, il existe vraiment une différence. S'agissant d'un facteur endogène, il est possible d'émettre et de vérifier des hypothèses à propos de ses origines, et d'en modifier l'incidence au moyen de politiques mieux pensées. Cela signifie, entre autres choses, qu'il importe de comprendre les arrangements privés qui témoignent de l'idée, souvent non codifiée, que les acteurs économiques se font des conséquences de leurs actes et de leur aptitude à trouver des solutions. De même, il est important de comprendre les interactions entre les intervenants intéressés du secteur privé et le gouvernement à mesure que sont élaborées et énoncées des politiques qui ont pour effet de réduire les pertes de richesse attribuables à des facteurs extérieurs.

LA PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE DANS LES MODÈLES DE CROISSANCE ENDOGÈNE

POUR DONNER UN APERÇU de tout ce qui s'écrit sur la croissance endogène, nous allons passer rapidement en revue deux modèles, le modèle des variantes et le modèle des degrés de qualité.

Le modèle des variantes

Ce modèle, proposé par Grossman et Helpman (1991), repose sur le modèle de concurrence monopolistique conçu par Dixit et Stiglitz (1977). Il établit le fait que l'élasticité de la demande et la rentabilité de n'importe quelle variante d'un produit dépendent du nombre de variantes. Plus ce nombre est élevé, plus l'élasticité de la demande augmente et moins la rentabilité est forte. L'entrée sur le marché de nouvelles inventions se poursuit jusqu'à ce que le monopole rapporte des profits juste suffisants pour absorber les frais d'entrée fixes. Dans ce modèle, ces frais fixes sont représentés par ce qu'il en coûte en R et D pour mettre au point une nouvelle variante.

L'imitation, c'est-à-dire l'introduction d'une variante identique à une variante déjà sur le marché, est rendue impossible pour deux raisons. La première est que l'on suppose que le coût des activités d'innovation et d'imitation est irrécupérable, et que, vue selon l'optique de Bertrand, la concurrence entre les entreprises qui produisent une même variante d'un article n'aboutit à aucune différenciation. Dans ce cas, tout imitateur potentiel sait que la concurrence avec l'inventeur l'obligera à pratiquer un prix proche du coût marginal et qui ne lui permettra pas de rentrer dans ses frais. Voilà donc qui dissuade les imitateurs et qui donne aux inventeurs l'espoir de tirer un bénéfice illimité de leur monopole.

La deuxième raison est le postulat selon lequel chaque inventeur peut obtenir un brevet dont la durée est illimitée et dont la force exécutoire lui est garantie à moindre coût. Le nombre de variantes sur le marché dépend uniquement des frais de R et D à engager pour inventer une autre variante. Moins ces frais seront élevés et plus il y aura de variantes. Les variantes qui existent sur le marché, quelle que soit leur date de parution, constituent toutes des nouveautés et peuvent se substituer d'une façon égale les unes aux autres, sans crainte d'une contrefaçon. Les variantes qui consistent en une contrefaçon ne sont jamais acceptées.

Selon ce modèle, le processus de croissance suppose l'augmentation continue du nombre de variantes disponibles. Cela se traduit par une plus grande utilité ou, si le bien en question est un produit intermédiaire, par une hausse de la productivité globale des facteurs (PGF). Tel qu'on l'a décrit, cependant, ce processus de croissance finirait par gripper. La multiplication des variantes disponibles entraînerait une réduction des bénéfices escomptés du monopole et, au bout du compte, aucune nouvelle variante ne serait mise sur le marché. En d'autres termes, il ne se ferait plus de R et D.

Pour qu'il y ait un maintien de la croissance avec ce modèle, on établit que les connaissances nécessaires à la R et D doivent suivre une certaine courbe et être mises à la disposition de toute entreprise qui projette d'inventer une nouvelle variante. Plus précisément, le rendement des efforts de R et D déployés par n'importe quel inventeur et, donc, le coût de l'invention, dépendent des travaux de R et D conjugués réalisés par tous les inventeurs du pays. Si la diminution des frais de R et D est suffisante pour compenser la baisse de rentabilité de chaque variante, la mise sur le marché de nouvelles variantes peut continuer indéfiniment.

On pose pour principe que le maintien de la croissance est fonction de la productivité des efforts de R et D cumulés, et que les connaissances qui découlent de ces derniers doivent profiter dans leur totalité à l'ensemble des inventeurs potentiels. Certes, un inventeur peut se faire attribuer un brevet qui le protégera contre la vente ou l'utilisation d'imitations sur le marché des facteurs ou des produits, mais il ne peut revendiquer la valeur ajoutée par les connaissances qui découlent de son invention. Ce surcroît de connaissances est mis gratuitement à la disposition de quiconque souhaite inventer une nouvelle variante. Cela signifie qu'il n'y a pas de secret commercial, et qu'il n'en coûte rien pour entreprendre des activités de rétroingénierie ou que le brevet fournit toutes les données (tous les «rudiments») utiles.

L'assimilation des connaissances antérieures se fait à l'échelle de l'industrie et non de l'entreprise. Tous les organismes de recherche agissent comme si leurs coûts marginaux (moyens) étaient constants et leur grandeur indéterminée. En outre, selon le modèle de Grossman et Helpman, l'entrée en jeu d'un nouvel organisme de recherche ou l'expansion d'un organisme existant ne change rien au rendement des ressources déjà engagées par une accumulation d'entreprises; autrement dit, la gratuité d'accès n'entraîne aucune lutte de vitesse ni aucune course à un même droit de propriété.

Lorsqu'il ne se produit pas de retombées, l'auteur d'une invention possède un avantage sur ses rivaux. Ceux de ses rivaux qui réussissent moins bien s'engagent dans la course en s'appuyant sur une base de connaissances inférieure. Comme cet avantage influe sur les innovations ultérieures, l'avance détenue par la première entreprise dans l'économie s'accroît. Il arrive un moment où cet avantage est tel qu'aucun concurrent ne veut faire de R et D. Cette entreprise monopoliste innove à un rythme dicté par les intérêts de ses actionnaires. Alors qu'une situation de concurrence produit des retombées – des «fuites» –, l'entreprise met ici à profit tous les renseignements que lui apporte sa position. Le pays risque de se trouver devant un problème de monopole mais les entreprises de R et D n'ont pas à craindre de fuites. Dans la dernière partie, nous étudions comment une modification du régime de propriété peut remédier au problème de monopole.

Modèle des degrés de qualité

Selon ce modèle, on suppose qu'il existe dans l'économie un nombre fixe de produits ou d'industries. La qualité de chaque produit peut évoluer (par étapes discrètes) jusqu'à atteindre le niveau de qualité de la variante qui correspond à ce qui se fait de mieux dans le domaine. Les produits de grande qualité sont assortis, pour leurs utilisateurs, d'une gamme de services plus étendue, ce qui augmente leurs prix. Selon le modèle de Grossman et Helpman, le prix d'équilibre dans chaque secteur est égal au coût marginal (coût de production moyen) de la deuxième des meilleures variantes, moins ϵ ⁸. Par conséquent, seule la variante qui se classe en tête est produite.

L'état de la technique peut être amélioré par des activités de R et D. Une entreprise qui réussit à inventer un produit de qualité supérieure retire de sa situation de «monopole» des bénéfices qui dépendent de l'amélioration obtenue. L'ampleur de cette dernière, c'est-à-dire la distance par rapport au palier inférieur, est déterminée, d'après ce modèle, par des facteurs endogènes. Cette situation de monopole se poursuit jusqu'à ce que survienne une nouvelle percée, auquel cas les bénéfices tombent à zéro.

L'imitation de produits de grande qualité est impossible dans tous les cas de figure envisagés. Soit, premièrement, les dépenses d'invention et d'imitation sont irrécupérables et, vue selon l'optique de Bertrand, la concurrence entre l'inventeur et l'imitateur éventuel donne des produits indifférenciés. En conséquence, il ne se fait aucune imitation, et les bénéfices engendrés par la situation de monopole sont garantis jusqu'à la prochaine percée marquante. Soit, deuxièmement, on accorde à l'inventeur un brevet dont la durée est illimitée et dont l'application ne coûte rien. Le brevet devient périmé dès qu'un nouveau progrès est réalisé.

Le processus de croissance envisagé avec le modèle des degrés de qualité suppose une amélioration continue de la qualité des produits. Il en résulte un accroissement de l'utilité, dans le cas des produits et des services, ou une augmentation de la PGF, dans le cas des biens et services intermédiaires. Les retombées (les «fuites») permettent à chaque inventeur potentiel d'être aussi au courant des nouvelles connaissances produites que l'entreprise à l'origine de ces connaissances. L'industrie qui décide d'exploiter la dernière invention réalisée ne se donne pas pour autant un avantage sur les autres sur le plan des ressources mobilisées dans l'espoir de mettre au point la prochaine invention.

Dans le modèle des degrés de qualité, le mécanisme de retombées peut être assimilé à une divulgation complète du secret ou à une rétroingénierie peu coûteuse. Ici, les entreprises se concurrencent à armes égales pour réaliser une percée. Bien que, à cette fin, ces entreprises et l'inventeur en situation temporaire de monopole aient accès aux mêmes possibilités techniques, l'inventeur préférera se livrer à des activités de R et D dans une industrie où il n'est pas encore présent. Il cherchera de nouveau à y obtenir une situation de monopole temporaire, sans pour autant renoncer plus rapidement à celle qu'il exerce déjà. C'est pourquoi une

entreprise ne peut dominer son secteur de compétence que pendant un certain temps. D'après ce modèle, la continuité de cette domination technique ne peut être garantie, quelle que soit l'industrie.

Dans leur version du modèle de degrés de qualité, voici comment Grossman et Helpman voient le phénomène de retombées : «Les nouveaux venus peuvent s'essayer à mettre au point des produits novateurs sans s'être donnés le mal de créer les technologies qui ont donné naissance aux produits antérieurs» (Grossman et Helpman, 1991, p. 92). Cette orientation de l'industrie s'accompagne de conséquences importantes lorsque la propagation du savoir est bloquée. Dans une telle situation, l'entreprise qui innove est mieux placée que ses rivales pour innover de nouveau. Ses rivales s'engagent en effet dans la course en s'appuyant sur un bagage de connaissances inférieur d'au moins un degré à celui de l'entreprise dominante. Celle-ci verra son empire s'étendre, l'avantage qu'elle possède ayant une influence sur les innovations futures. Il arrivera un moment où son avance sera telle qu'aucune entreprise ne pourra lui faire concurrence. Toute entreprise qui domine une industrie multiplie les efforts pour atteindre l'échelon supérieur. Elle exerce un monopole tant sur ce marché que dans le domaine de la R et D.

Selon le nouveau modèle d'équilibre, une entreprise technologiquement en avance finit par dominer son industrie. La composition de l'industrie est très différente comparativement au cas où, lorsque les connaissances de l'inventeur se propagent, aucune entreprise dominante ne bloque l'accès aux échelons supérieurs. Sur le plan de la R et D, la situation de rivalité cède la place à une situation de monopole. Le rythme de l'innovation dépend des décisions prises par l'entreprise dominante.

CONSÉQUENCES POUR LA PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

Le modèle des variantes

Ce modèle de croissance endogène peut fonctionner sans qu'il n'existe de droit de propriété intellectuelle. Les obstacles à l'entrée incitent à inventer. La divulgation de toutes les connaissances qui vont de pair avec une invention n'est pas onéreuse et est inévitable. Il résulte des activités de R et D «commerciales» une extension du champ des connaissances tombées dans le domaine public. Comme les dépenses de R et D diminuent au fur et à mesure que ce champ des connaissances s'étend, les bénéfices par tête augmentent régulièrement. Fondamentalement, la recherche appliquée ne fait aucune différence et il n'existe pas de secteur de recherche sans but lucratif.

Lorsqu'il prend la forme d'un brevet de durée illimitée et applicable à moindre coût, le droit de propriété fait office d'obstacle à l'entrée (à l'imitation) comme incitation à inventer. En l'absence d'obstacle, le droit de propriété intellectuelle joue un rôle essentiel à la croissance. Et, en l'absence de freins à l'imitation et de droit de propriété intellectuelle, l'économie continuera de produire éternellement, selon le modèle proposé par Grossman et Helpman (1991), un certain nombre de variantes que l'on aura estimé au départ.

D'après le régime de propriété intellectuelle conçu par Grossman et Helpman, le brevet décerné à l'inventeur d'une nouvelle variante a une durée illimitée. Un raccourcissement de cette durée entraînerait un rétrécissement du choix des variantes disponibles à tel ou tel moment. Toute entreprise ayant le droit de produire une variante perdrait de sa valeur. À force de réduire la durée du brevet, on risquerait de ne plus pouvoir maintenir une croissance soutenue, à supposer que cela soit possible avec un brevet d'une durée illimitée.

Si la durée du brevet est précisée, ce n'est pas le cas de son champ d'application. Les produits ne peuvent être définis selon une échelle métrique, et il est impossible de fractionner leur espace en des groupes proches les uns des autres. Il ne reste plus essentiellement que deux choix : soit attribuer un brevet distinct pour chaque variante, soit un brevet unique qui couvre tout l'espace occupé par le produit. Grossman et Helpman optent pour la première solution. Si l'on optait pour la seconde, l'inventeur initial serait tout puissant et toute nouvelle variante constituerait une contrefaçon. Il y aurait intégration des connaissances produites à l'extérieur et seule se poserait la question du monopole des transformations techniques. Cette conception très large du brevet ressemble à celle définie par Kitch (1977) dont nous parlerons plus loin.

Tant qu'il est octroyé un brevet par variante, conformément à l'idée de Grossman et Helpman, toutes les variantes représentent les unes par rapport aux autres des substituts proches, et le nombre de variantes augmente continuellement au fil du temps à mesure que la situation de monopole du breveté s'affaiblit. Ce modèle ne comporte aucune exigence explicite de nouveauté, encore qu'il en existe une d'une façon implicite si l'on considère le travail de R et D nécessaire pour inventer une nouvelle variante.

Les observations qui suivent valent autant pour le modèle des variantes que pour celui des degrés de qualité. Si l'on prend pour acquis le postulat de Bertrand et la protection assurée par le coût d'une imitation, il n'existe aucun mécanisme évident de transmission du savoir entre l'inventeur et ses futurs rivaux. Vu que l'attribution d'un brevet est assujettie à la divulgation du secret, l'hypothèse selon laquelle un brevet protège le produit rend plus crédible l'idée d'une divulgation et d'une assimilation des renseignements à moindre coût. Étant donné que les connaissances attachées à une innovation sont accessibles sans frais aux autres inventeurs, la révélation du secret est complète et instantanée, et elle s'effectue sans entraîner de dépenses. Elle ne peut donner lieu à des poursuites judiciaires.

Le modèle des degrés de qualité

Ce modèle de Grossman et Helpman (1991), comme celui des variantes, peut fonctionner sans qu'il n'existe de droit de propriété intellectuelle. Si une innovation est protégée par des freins à l'imitation (coûts irrécupérables, concurrence créant selon Bertrand des produits indifférenciés), il y a une incitation à mettre au point des produits d'une qualité supérieure. Les connaissances

attachées à ces découvertes sont à la disposition de tous les autres inventeurs et se trouvent donc dans le domaine public. Comme dans le cas du modèle des variantes, ce «savoir scientifique» est un dérivé des activités de R et D commerciales.

Faute d'obstacles à l'imitation, il faut un brevet d'une durée illimitée pour encourager les inventions de perfectionnement, lesquelles augmentent à leur tour la PGF selon ce modèle. La durée effective d'un brevet n'est pas illimitée en ce sens que toute innovation devient dépassée, au terme d'une certaine période, par une invention de meilleure qualité. Le délai d'entrée en désuétude dépend, entre autres paramètres, du coût subi pour inventer un meilleur produit. Moins ce coût est élevé et plus la durée effective du brevet est courte. Si la durée légale d'un brevet était limitée, la rentabilité escomptée de l'invention serait inversement proportionnelle à la durée de protection choisie. Une réduction de la durée du brevet entraînerait une diminution du nombre d'inventions de perfectionnement et, par conséquent, un ralentissement de la croissance. À un certain stade, la croissance tomberait à zéro.

Comme l'innovation se conçoit uniquement comme une amélioration de la qualité d'un produit parmi un nombre fixe de produits, on ne peut dire qu'une invention est plus proche d'une variante que d'une autre. On se trouve dans la même situation qu'avec le modèle des variantes, sans outil pour mesurer le degré de ressemblance entre les produits. Le classement des produits de 1 à n est arbitraire. Ils sont tous liés de la même façon les uns aux autres.

En ce qui a trait au champ d'application des brevets, on a simplement le choix entre protéger chaque produit séparément, suivre l'idée de Grossman et Helpman ou accorder un brevet pour tout le champ couvert par n produits. Le détenteur d'un brevet étendu a la possibilité de gérer les activités de R et D nécessaires pour combler un créneau protégé au sein de l'économie au sens large. L'entreprise qui possède un brevet pour un seul niveau de technologie sera informée des nouveautés qui surviennent aux autres niveaux. Elle sera aussi capable que n'importe quelle autre entreprise d'innover dans ce secteur. La probabilité qu'une génération plus perfectionnée de cette technologie soit ultérieurement brevetée puis exploitée limite les avantages que l'on peut escompter d'un brevet obtenu pour un niveau de développement technologique inférieur.

On peut mesurer le degré de nouveauté en prenant la distance minimale qui sépare les échelons à franchir pour obtenir un brevet. Cette exigence de nouveauté constitue un paramètre officiel. Si le seuil est placé au-dessus du niveau de qualité que les inventeurs pensent pouvoir atteindre, les inventions de perfectionnement se font peut-être moins fréquentes mais elles s'avèrent d'une plus grande portée.

ANALYSE ÉCONOMIQUE DE LA PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

LES TROIS FACTEURS EXTÉRIEURS

LES MODÈLES DE CROISSANCE ENDOGÈNE ci-dessous s'accompagnent ou peuvent s'accompagner de trois facteurs extérieurs :

- l'effet de surplus des consommateurs (Nordhaus);
- l'effet de destruction créatrice selon Schumpeter; et
- l'effet d'allègement.

Il se produit un effet de surplus des consommateurs si certaines des retombées d'une innovation profitent aux usagers. Il s'agit d'un effet positif. Il survient lorsqu'une innovation est ou risque d'être en concurrence avec une imitation, ou lorsque l'innovateur n'est pas en mesure de pratiquer des prix discriminatoires. Cet effet accompagne les modèles de croissance endogène susmentionnés parce que les propriétaires des entreprises ne reconnaissent pas qu'ils sont aussi des consommateurs.

Une innovation s'accompagne d'un effet de destruction créatrice si elle entraîne une diminution des bénéfices ou des rentes que rapportent les produits ou intrants existants. Il s'agit d'un effet négatif. Pour qu'il survienne, il faut que le prix desdits produits ou intrants dépasse le coût de renonciation correspondant. L'effet de destruction créatrice accompagne les modèles de croissance endogène susmentionnés parce que les actionnaires des entreprises novatrices ne voient pas que, en plus de détenir un portefeuille de titres particulier, ils sont aussi propriétaires des entreprises qui produisent les variétés et qualités d'articles que l'on trouve sur le marché.

L'effet d'«héritage» ou de transmission (un «père» lègue gratuitement à ses «fils») se produit lorsqu'une invention facilite des inventions ultérieures ou en réduit le coût, sans que son auteur ne soit rémunéré. Cet effet accompagne les modèles de croissance endogène susmentionnés parce qu'on suppose que les futurs consommateurs seront incapables de passer des marchés avec les inventeurs actuels. Nous reviendrons sur la fréquence de ces facteurs extérieurs lorsque nous étudierons les modèles de croissance endogène par rapport aux économies et aux placements réalisés.

DIFFUSION DES CONNAISSANCES

LE DROIT DE PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE facilite aussi la diffusion et l'application des connaissances. Cela ne se limite pas à la divulgation de renseignements qui va de pair avec la demande d'un brevet. Le droit de propriété intellectuelle peut réduire le coût des opérations dont font l'objet certaines connaissances. Ainsi qu'Arrow l'a expliqué (1962), le principal obstacle à la vente de connaissances tient au fait qu'elles doivent être divulguées à l'acheteur potentiel pour qu'il puisse les évaluer. Mais, après leur divulgation, l'acheteur peut très bien juger qu'il n'a aucune raison de les payer. Lorsqu'elles sont protégées par un droit de propriété intellectuelle, on peut enjoindre l'acheteur de payer pour pouvoir les utiliser. Il est possible d'ajouter dans les accords de licence d'autres garanties pour se mettre à l'abri de l'acheteur (redevances conditionnelles ou courantes, redevances après expiration) ou du vendeur (limitation des conditions d'emploi, dépôt de garantie, clauses de retour au donneur de licence ou d'effort maximum). Nous verrons plus bas combien ces précautions sont importantes pour faciliter les inventions subséquentes.

Les droits de propriété intellectuelle peuvent aussi faciliter la transmission de connaissances tacites ou non codifiées. D'aucuns prétendent en effet que, dans ce but, il est possible d'associer la fourniture d'une aide (de connaissances tacites) à l'attribution d'une licence pour l'exploitation de connaissances codifiées telles que les brevets ou les droits d'auteur. Certains trouvent que, de plus en plus, les moyens de protection actuellement assurés pour la propriété intellectuelle comme pour le secret commercial visent à inciter les inventeurs à transmettre des connaissances codifiées et des connaissances tacites complémentaires (David, 1993, p. 242-243).

PERSPECTIVE DE L'ANALYSE

L'ANALYSE ÉCONOMIQUE DE LA PROPRIÉTÉ intellectuelle peut se faire dans une perspective nationale ou mondiale. Tout dépend de la grandeur relative de l'économie nationale étudiée et de l'importance des activités d'innovation dans le pays.

Cette analyse peut s'appuyer sur divers postulats concernant la nature des efforts d'innovation. On peut poser pour hypothèse que ces derniers :

- sont ou non en rapport avec les profits escomptés; et
- sont uniques en ce sens que seul un individu ou un groupe est apte à réaliser une invention précise, différenciés si les moyens d'innover varient, ou homogènes.

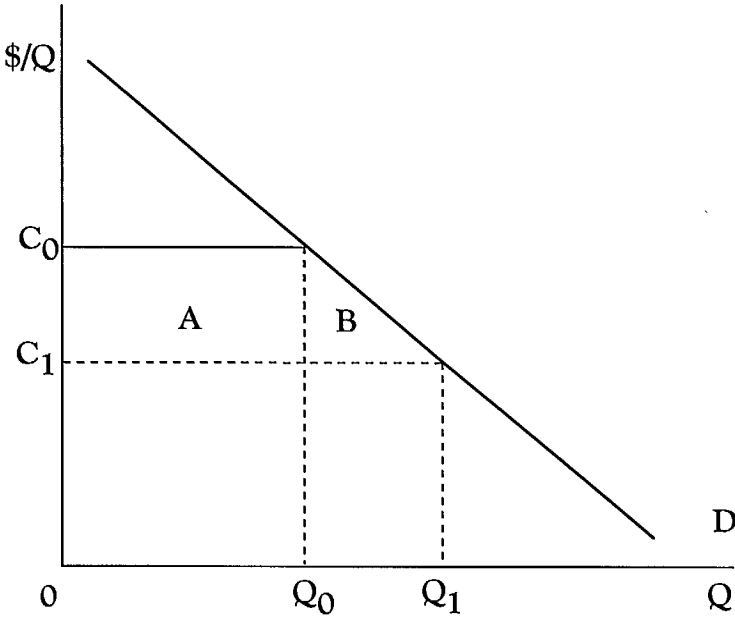
Si l'accès aux possibilités d'innovation est libre et si les moyens d'innover varient, les inventeurs inframarginaux gagneront de l'argent. Si l'accès aux possibilités d'innovation est libre et si les moyens d'innover sont homogènes, le travail d'innovation ne rapportera rien *ex ante*.

EFFET DE SURPLUS DES CONSOMMATEURS

L'EFFET DE SURPLUS DES CONSOMMATEURS constitue le point central du modèle d'avant-garde proposé par Nordhaus (1969) pour la durée optimale d'un brevet (figure 1). Il a imaginé l'invention d'un procédé (non radical) qui ramène les coûts de production de l'industrie utilisatrice de c_0 à c_1 . Les redevances versées à l'inventeur s'élèvent au maximum à A \$ par période considérée pendant la durée du brevet. À l'expiration du brevet, l'invention entre dans le domaine public, les coûts de production de l'industrie tombent à c_1 , la production grimpe à Q_1 et on aboutit pour les consommateurs à un surplus de (A+B) \$ par période considérée. L'effet extérieur est égal à la valeur actuelle de la différence entre les redevances de A \$ perçues par l'inventeur pendant la durée du brevet et la valeur sociale de l'invention (A \$ pendant une durée illimitée plus B \$ par période considérée après l'expiration du brevet).

FIGURE 1

EFFET DE SURPLUS DES CONSOMMATEURS - MODÈLE DE NORDHAUS



Source : Calculs de l'auteur.

Dans le modèle de Nordhaus, l'allongement de la durée du brevet a des retombées sociales positives en augmentant les ressources consacrées aux activités d'innovation grâce à un accroissement de la valeur actuelle des redevances promises. Le renforcement de la recherche se traduit par un relèvement de la qualité ou par une diminution accrue des coûts dans les industries utilisatrices. L'allongement de la durée de validité d'un brevet a un coût social : il retarde l'entrée de la technologie visée dans le domaine public et, donc, la concrétisation des conditions illustrées au triangle B de la figure 1. La durée du brevet atteint, socialement parlant, un point optimal lorsque l'accroissement du surplus qui découle des activités d'innovation attribuables à un allongement de la durée du brevet équivaut au manque à gagner provoqué par le report d'une augmentation de la production dans l'industrie utilisatrice. Plus la demande du produit de cette industrie est élastique et moins les activités d'innovation visent à augmenter les bénéfices escomptés par l'inventeur, plus la durée optimale du brevet sera courte.

Cette durée optimale dépend aussi du nombre d'intervenants engagés dans des activités d'innovation. Deux cas de figure se présentent. Le premier est celui d'un inventeur unique, et le second celui d'inventeurs concurrents. Leur rivalité peut exister avant l'attribution du brevet (rivalités pour l'obtention du brevet) ou lui être postérieure (inventions ayant un rapport avec l'innovation brevetée), ou les deux. Dans le cas d'inventeurs concurrents, on se trouve devant une situation extrême lorsque l'accès aux possibilités d'innovation est libre. Les bénéfices escomptés de l'invention sont alors nuls et la durée optimale du brevet est plus courte que ce que l'on a établi ci-dessus⁹. Le coût social d'un allongement de la durée de validité du brevet est représenté par le report de la concrétisation des conditions illustrées au rectangle A et au triangle B de la figure 1, et non plus au seul triangle B comme dans le cas d'un inventeur unique.

Les motivations des inventeurs sont un autre facteur qui influence la durée optimale du brevet. On pense habituellement aux incitatifs commerciaux, mais des facteurs non pécuniaires peuvent aussi jouer un rôle important dans des cultures qui, comme la nôtre, accordent une grande valeur à la découverte. Il se peut aussi que les incitatifs commerciaux soient sous-évalués par le secteur A si l'inventeur peut profiter de la relative évolution des prix engendrée par sa découverte (Hirshleifer, 1971). Dans le calcul de la durée optimale, on doit aussi tenir compte des attitudes face au risque (Rafiquzzaman, 1987) tandis que les problèmes posés par les risques moraux et par une mauvaise sélection font qu'il en coûte davantage pour répercuter les risques par le biais des marchés financiers.

La durée optimale du brevet varie également selon que l'on se place dans une perspective nationale ou mondiale. Elle pourra être plus courte pour un pays qui importe de la technologie que pour un pays qui en produit. Dans le cas d'un pays qui importe toute la technologie qu'il utilise, les conditions illustrées au rectangle A sont valables à l'étranger pendant toute la durée de validité du brevet et, là encore, le coût d'une prolongation de cette durée correspond à la concrétisation des conditions mentionnées aux graphiques A et B de la figure 1. Moyennant une rémunération annexe, les pays pourraient s'entendre sur un système de brevets qui maximise leurs richesses globales. On peut supposer que l'intégration de la propriété intellectuelle à leurs accords commerciaux aurait un effet bénéfique sur les échanges politiques. Lorsqu'un pays se dote d'une loi sur la propriété intellectuelle plus ou moins restrictive en contrepartie d'une modification des règles commerciales ou du régime d'investissements, la durée du brevet doit être jugée à la lumière de l'ensemble des politiques en place et non d'une manière isolée.

Le modèle de Nordhaus suppose que les autres secteurs de l'économie suivent la méthode des coûts marginaux. En conséquence, l'expansion du secteur qui utilise l'invention aboutit à un accroissement net des surplus. L'innovation n'entraîne aucune diminution des rentes ailleurs dans l'économie. Et le modèle ne comporte pas non plus d'effet extérieur qui agisse sans barrière temporelle.

L'allongement de la durée d'un brevet entraîne effectivement une diminution des dépenses dans l'industrie utilisatrice, mais cela ne rend pas moins coûteuse ni plus attrayante une diminution ultérieure des coûts.

En plus de la durée optimale de la protection des brevets, le modèle de Nordhaus peut servir à analyser les conséquences du mécanisme de licence obligatoire. Selon Tandon (1982) et d'autres, le coût économique d'un moyen d'encouragement à l'invention pourrait être réduit par l'allongement de la durée du brevet, assorti de licences obligatoires accordées à des taux préférentiels. C'est ce que l'on peut démontrer immédiatement en utilisant la figure 1. La redevance maximale perçue par l'inventeur est de $(c_0 - c_1)Q_0$ ou ρQ_0 par période. On pourrait maintenir la rémunération de l'inventeur en divisant par deux la redevance et en doublant le nombre de périodes de versement (si l'on suppose, pour plus de facilité, un taux d'actualisation égal à zéro). Les frais improductifs de l'industrie utilisatrice par période considérée (triangle B de la figure 1) peuvent être représentés par la formule $1/2\rho^2\eta$, où η désigne l'élasticité de la demande du produit de l'industrie. En doublant la durée du brevet et en divisant par deux la redevance, on diminue de moitié les frais improductifs, qui deviennent égaux à $(\rho/2)^2\eta$ ou $1/4\rho^2\eta$. Les frais improductifs subsistent plus longtemps, mais leur importance est proportionnellement moins grande. Le cas limite est celui d'un brevet d'une durée illimitée assorti de licences obligatoires qui rapporteraient des redevances infinitésimales.

L'EFFET DE DESTRUCTION CRÉATRICE SELON SCHUMPETER

L'effet externe de destruction créatrice est illustré à la figure 2. L'élément créateur est illustré à la figure 2A. Pour son produit A, l'inventeur enregistre un bénéfice de P_A (compte non tenu du coût de l'invention) par période considérée pendant la durée du brevet. Il se produit également un surplus pour les consommateurs, de S_A par période. Il en résulte un effet externe positif de S_A par période pendant la durée du brevet et de $S_A + P_A + W_A$ après son expiration. Dans la réalité, cela aboutit à une diminution des ressources affectées à l'invention : en effet, il ne sera pas inventé de nouveaux produits parce que les frais de R et D dépasseraient la valeur actuelle du bénéfice brut (P_A), tout en étant inférieurs au bénéfice social de l'invention [$P_A + S_A$ (durée illimitée) + W_A (après l'expiration du brevet)].

L'élément destructif est illustré à la figure 2B. Le produit B est un substitut existant de l'invention A. Son prix est supérieur au coût de production et il rapporte au monopole des bénéfices censés couvrir les dépenses de R et D engagées pour le créer. L'arrivée du produit A sur le marché réduit la demande du produit B. L'inventeur du produit B perd S_B par période (pendant la durée du brevet ou de tout autre instrument de monopole). On se trouve devant un effet externe négatif. S'il est supérieur à l'effet externe positif, $S_A + W_A$ (après l'expiration du brevet), on aura affecté trop de ressources à l'invention.

FIGURE 2

DESTRUCTION CRÉATRICE

FIGURE 2A

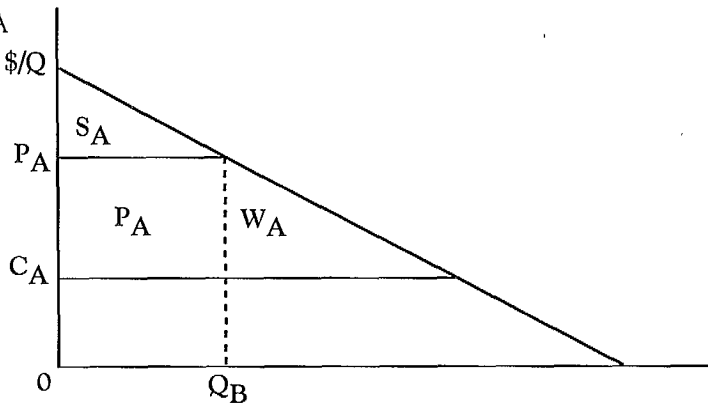
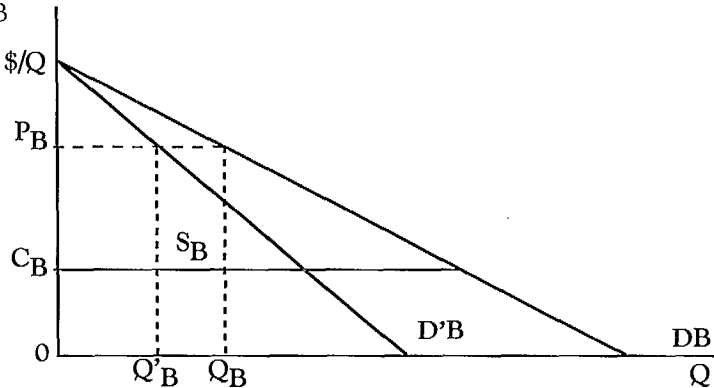


FIGURE 2B



Source : Calculs de l'auteur.

Un allongement de la durée du brevet entraîne un allongement de la période de réalisation de bénéfices (P_A), et encourage donc davantage à inventer. Il retarde aussi la réalisation de W_A dans le cas d'une invention qui se serait faite si la durée du brevet avait été plus courte. Selon l'ampleur des efforts de R et D engagés initialement pour le nouveau produit, l'allongement de la durée du brevet peut avoir pour effet d'accroître ou de réduire le surplus.

Une définition plus large du droit de brevet éliminerait la possibilité de mettre au point des substituts proches des produits brevetés. S'ensuit-il un accroissement du surplus? Tout dépend du nombre initial de variantes, qui pouvait être trop faible ou trop élevé. Ainsi qu'on l'a vu, la notion de substitut «proche» ou

«lointain» n'a aucun sens dans le modèle de Dixit et Stiglitz selon lequel chaque variante constitue pour toutes les autres un substitut proche. Une distinction peut être faite entre les substituts proches et lointains au moyen d'un modèle d'adresses. Pour que la symétrie de ce modèle soit maintenue, il faut que les produits existants «changent d'adresse» à mesure que de nouveaux produits entrent sur le marché. Klemperer (1990) s'est servi d'un modèle d'adresses pour étudier le champ d'application optimal d'un brevet.

Sur ce point, les mêmes questions se posent que dans le cas de la durée optimale d'un brevet. Celle-ci doit être déterminée, sans aucun doute, en même temps que le champ d'application optimal. Pour une durée donnée, plus le champ d'application accordé est étroit, plus le détenteur du brevet devra faire face à la concurrence de produits de substitution non contrefaits. Lorsqu'il existe des substituts licites proches de l'invention brevetée, le monopole de l'inventeur perd de sa force. Quand le champ de définition du brevet est trop étroit, l'inventeur n'a aucune possibilité d'exercer un monopole et le brevet envisagé n'incite pas à inventer.

Plus le champ d'application donné à un brevet est restreint et plus sa durée de validité devra être longue pour qu'il ait un effet incitatif. Cela nous amène à nous demander si un champ d'application limité assorti d'une courte durée de validité vaut mieux, pour la société, qu'un brevet dont l'étendue est limitée mais la durée assez longue. La réponse dépend de la façon dont on voit l'interaction qui se produit entre l'inventeur breveté et les imitateurs potentiels.

Selon le modèle de Klemperer, cette question est à rapprocher des différentes distorsions liées à l'étendue du brevet sollicité. Lorsque l'étendue du brevet est restreinte, la distorsion résulte du fait que les utilisateurs qui préfèrent le produit breveté optent finalement pour des substituts proches moins coûteux¹⁰. L'inventeur qui sollicite un brevet ayant un champ d'application plus étendu trouve rentable non seulement de proposer plusieurs variantes mais aussi de leur fixer un prix qui ne fausse pas le choix des utilisateurs. La seule distorsion possible résulte des substitutions extérieures au domaine couvert par le brevet. On préférera un brevet d'étendue restreinte mais de longue durée si les frais improductifs attribuables au choix de substituts éloignés excèdent les frais improductifs engendrés par l'adoption de substituts voisins¹¹.

Gallini (1992) a analysé une situation différente. D'après son modèle, l'attribution d'un brevet d'application large a pour effet d'empêcher des inventions qui font double emploi, socialement coûteuses, et d'augmenter les gains que le breveté peut escompter. De l'avis de Gallini, la meilleure politique à suivre est de rendre le champ d'application du brevet suffisamment large pour décourager toute tentative de créer des produits proches. Cela nous ramène au modèle de Nordhaus (expliqué plus haut), dans lequel la durée du brevet est fixée de telle sorte qu'il existe un équilibre entre les efforts d'innovation supplémentaires déployés par un inventeur unique et les frais improductifs supplémentaires (triangle B de la figure 1) dus à un allongement de la période pendant laquelle l'exploitation de l'invention est limitée.

Les inventions de perfectionnement ou subséquentes n'ont pas leur place dans les modèles que nous venons de voir. Des imitateurs peuvent entrer sur le marché mais ils ne profitent pas des connaissances attachées aux produits déjà proposés. Aucune accumulation de savoir n'est envisagée dans ces modèles. L'invention a des retombées bénéfiques pour les imitateurs comme pour les consommateurs, mais pas pour les inventeurs futurs. Il est clair que, d'après le modèle de Gallini, la divulgation d'une invention n'a aucune utilité.

Effet externe d'héritage

Le troisième effet externe consiste en un avantage conféré par un inventeur aux inventeurs ultérieurs. Cet effet positif se produit lorsqu'une invention entraîne une baisse du coût des inventions subséquentes (et que les auteurs de ces dernières ne versent aucune rétribution à leur bienfaiteur). Voici ce que dit Scotchmer :

La valeur sociale de la première invention réside en partie dans le coup de pouce qu'elle donne aux inventions suivantes, lequel peut prendre au moins trois formes. Si la deuxième génération de produits ne pouvait être créée sans la première, la valeur sociale de la première invention englobe l'apport attribuable aux produits de la deuxième génération. Si la première invention a simplement pour conséquence de réduire le coût des innovations suivantes, cette diminution du coût fait partie de l'apport social dû à la première invention. Et si la première invention a pour effet d'accélérer la mise au point des produits de la deuxième génération, ce gain de temps est inclus dans le calcul de sa valeur sociale.

Grâce à ces avantages fournis aux innovateurs ultérieurs, la première invention peut être rentable même si le coût prévu dépasse sa valeur en tant que produit unique. Le premier inventeur ne sera incité à investir que s'il recevra une part du bénéfice social engendré par la deuxième génération de produits. Mais, en même temps, les créateurs de ces produits devront pouvoir compter sur un profit suffisant pour investir (Scotchmer, 1991, p. 31).

Cet effet de transmission représente l'axe central des modèles de croissance endogène décrits plus haut. Leurs auteurs reconnaissent qu'il s'effectue une accumulation de connaissances et que les efforts en vue d'une différenciation horizontale et verticale des produits s'appuient sur les résultats de travaux de R et D antérieurs.

La présence de cet effet de transmission accroît la possibilité que le marché consacre trop peu de ressources à la R et D. On peut clairement déduire du modèle de variantes de Grossman et Helpman que les activités de R et D consacrées à l'innovation sont trop rares et que la croissance est insuffisante pour avoir des retombées sociales optimales. Ce résultat étonnant vient du fait que les

effets externes créateurs et destructifs se compensent et que seul joue l'effet de transmission. Comme les inventeurs ne prennent pas en considération les retombées de leur travail sur la productivité des inventeurs futurs, ils font peu de R et D d'un point de vue social, et la croissance est trop lente pour maximiser la valeur du revenu national. Grossman et Helpman ajoutent que l'on pourrait y remédier, en théorie, par une subvention à la R et D.

Dans le modèle des degrés de qualité de Grossman et Helpman, l'effet net des trois facteurs externes apparaît ambigu. L'amélioration de la qualité profite aux consommateurs, mais seulement une fois que l'on connaît la prochaine invention de perfectionnement. Ainsi, l'effet de transmission et l'effet de surplus des consommateurs se conjuguent. Les créateurs de produits dépassés par des produits de meilleure qualité voient leurs bénéfices diminuer. C'est là un effet externe négatif. Grossman et Helpman concluent que cet effet peut être supérieur ou inférieur à l'effet de surplus des consommateurs. En conséquence, il peut se faire trop ou trop peu de R et D et la croissance peut être trop rapide ou trop lente. On pourrait régler ce problème d'élasticité sélective en établissant une norme de nouveauté dans la loi sur les brevets et en subventionnant ou taxant les activités de R et D en fonction des paramètres retenus.

Lorsqu'on est en présence d'un effet de transmission, les critères relatifs à la divulgation et au degré de nouveauté prennent une grande importance. La fixation de critères peu contraignants pour le degré de nouveauté signifie qu'une amélioration relativement minime ne constitue pas une violation du brevet. Elle pourra donc être brevetée et vendue en concurrence avec l'invention originelle. Cette situation a pour conséquence de réduire la rentabilité de l'invention initiale mais, en échange, d'encourager la réalisation et la divulgation d'inventions subséquentes.

Dans les modèles de croissance endogène étudiés plus haut, la présence d'un effet externe de transmission ne pèse pas sur les décisions prises par les inventeurs qui sont à son origine. Au contraire, lorsque l'inventeur constate que la divulgation de son secret aide ses concurrents et que la décision des concurrents de dévoiler ou non l'invention influe sur son succès, l'établissement de critères peu rigoureux quant au degré de nouveauté permet de breveter et de divulguer un plus grand nombre d'innovations mineures, mais sans apporter de garantie.

Dans ce genre de jeu, en théorie, l'effet externe est partiellement absorbé en entraînant des changements dans le comportement stratégique de l'inventeur initial. En l'absence de contrat et si le degré de nouveauté est faible, l'inventeur peut conserver une partie du profit engendré par sa découverte en mettant fin à cette dernière. En refusant une exploitation commerciale de son produit, il renonce à des bénéfices immédiats mais, comparativement à ses rivaux, il augmente ses chances de créer un deuxième produit semblable et rentable. Scotchmer et Green (1990) se sont demandé où se trouvait le point d'équilibre dans ce jeu et en ont analysé les incidences économiques en prenant en compte deux aspects relatifs à la décision de ne pas divulguer l'invention. Cette attitude

de renonciation retarde l'avènement de percées ultérieures mais réduit aussi l'effet externe négatif sur les bénéfices d'une destruction créatrice. Cet effet influence *ex ante* les bénéfices et la quantité de ressources consacrée à la R et D.

Lorsque les critères concernant le degré de nouveauté sont plus rigides, les inventeurs subséquents n'ont pas à obtenir de licence de l'inventeur initial pour commercialiser leurs produits. En outre, l'inventeur initial ne recevra peut-être aucune rétribution pour avoir facilité le travail des inventeurs suivants et, en conséquence, peu de gens seront incités à créer un produit entièrement nouveau. Enfin, l'incitation à réaliser des inventions d'amélioration est trop forte vu que les bénéfices enregistrés par les auteurs de telles inventions peuvent être obtenus au dépens de l'inventeur d'origine.

Si l'on était plus strict sur le plan de la nouveauté, certaines améliorations relativement mineures pourraient porter atteinte au brevet existant. D'autre part, une protection renforcée pourrait entraîner une augmentation des investissements en R et D. Selon le modèle de Scotchmer et Green, si les règles adoptées quant au degré de nouveauté des innovations ultérieures ne sont pas assez rigides, l'inventeur initial renoncera à solliciter un brevet par crainte d'une diminution des bénéfices escomptés et d'une augmentation des investissements à faire au départ. Cela nous amène à conclure que, dans l'ensemble, un régime de protection des brevets peu rigoureux présente plus d'attrait qu'un régime relativement rigide.

Scotchmer et Green ont reconnu que les vertus de règles souples concernant le degré de nouveauté perdent de leur force si les informations divulguées présentent peu d'intérêt. Dans ce cas, l'attribution d'un brevet à une amélioration mineure a pour conséquence de réduire les profits réalisés par le créateur de la technologie d'avant-garde sans pour autant aider les inventeurs ultérieurs. Ils ont aussi reconnu que, lorsqu'une rétroingénierie est impossible, une innovation modeste peut être commercialisée sans divulgation du secret. Là encore, les profits du premier inventeur s'en trouvent diminués sans que la tâche des inventeurs suivants soit facilitée.

La divulgation du secret est importante si l'inventeur initial et ses successeurs ne peuvent s'entendre sur la transmission des informations, et les inventeurs subséquents ne sont informés des dernières nouveautés que dans la mesure de ce que leur apprennent les demandes de brevet. Il y a donc lieu de s'interroger sur l'utilité réelle des renseignements contenus dans les demandes de brevet. On peut aussi se demander s'il est possible au premier inventeur et à ses suivants de passer un marché et, ainsi, d'intégrer l'effet externe de transmission.

CONTRATS PASSÉS ENTRE L'INVENTEUR INITIAL ET SES CONTINUATEURS

POUR LES BESOINS DE LA POLITIQUE GÉNÉRALE, nous dirons qu'un effet externe existe lorsqu'est envisagée une action gouvernementale qui produira une amélioration selon le principe de Pareto. Dans cette optique, plus le secteur privé réussit à trouver des remèdes, moins une action du gouvernement s'impose. Les

mesures que peut prendre le secteur privé comprennent la passation de contrats – principal sujet de cette section – et des décisions organisationnelles comme les fusions. Les deux aspects se recoupent quand on conçoit les entreprises sous l'angle de leur fonction de passation de contrats.

Pour en savoir davantage sur les conséquences d'un facteur externe supposé, il nous faut commencer par analyser l'efficacité des organismes privés susceptibles de fonctionner dans le secteur visé. Dans le modèle des degrés de qualité, par exemple, existe-t-il pour les acteurs des moyens crédibles permettant de récupérer une partie ou la totalité des pertes engendrées par les activités de R et D? Dans ce modèle, Grossman et Helpman n'abordent pas la question du risque parce que les mesures de diversification adoptées par les détenteurs du capital limitent les risques propres aux projets de R et D. Ces actionnaires sont «unanimement pour exiger que l'entrepreneur maximise les gains nets attendus de la recherche» (Grossman et Helpman, 1991, p. 92).

Dans ce modèle, caractérisé par des aspirations raisonnées, les individus exercent une même influence sur leur «descendance» et ont un même point de vue sur les probabilités; on peut donc supposer qu'ils composeront leur portefeuille de la même façon. Ils s'entendront aussi pour demander aux entrepreneurs des secteurs d'activités de coordonner leurs décisions en matière de R et D en tenant compte du facteur externe des connaissances. Le genre de raisonnement suivi pour éluder la question épineuse des risques possibles éviterait aussi au gouvernement d'avoir à prendre des mesures de réparation. Aucun problème de politique résiduel ne serait à craindre.

Il faut également noter la diversité des pratiques suivies par les propriétaires de biens intellectuels pour donner accès à ces biens. L'impression générale qu'ils placent la barre haut et que les conditions sont appliquées avec rigueur vaut pour beaucoup de cas mais certainement pas pour tous. Nelson écrit : «Il est intéressant de voir, toutefois, que, dans certaines situations, les entreprises font vraiment quelque chose pour que les connaissances qu'elles détiennent soient mieux diffusées dans le public. Elles accordent des licences et elles appartiennent souvent à des groupements d'inventeurs brevetés. Dans plusieurs industries les détenteurs d'un brevet ne prennent pas de mesures énergiques pour le faire respecter» (Nelson, 1991, p. 78).

Ce sont les innovateurs actifs qui sont le plus susceptibles de faire partie d'un groupement d'inventeurs brevetés et de s'entendre avec d'autres entreprises pour faciliter l'accès à leur savoir respectif. Nelson fait remarquer que ces entreprises «trouvent des formules pour profiter les unes et les autres des avantages engendrés par une diffusion publique de leurs connaissances technologiques» (Nelson, 1991, p. 79).

Les connaissances implicites que l'on possède sur les moyens de relever les différents défis technologiques et les leçons retirées d'échecs passés, cela se transmet pour la plus grande part dans les entreprises tributaires de la science privée ainsi que dans les universités et les laboratoires qui font de la science publique. Ce processus de transmission reflète une institutionnalisation de

processus plus concrets, comme la structure familiale des entreprises qui a permis de léguer dans le passé des informations à des inventeurs subséquents¹².

L'évaluation des incidences politiques obéit à un autre principe : les actions de réparation du gouvernement doivent être jugées sur la base des mêmes postulats relatifs à l'information que ceux utilisés pour déterminer l'efficacité des mesures du secteur privé. Il n'est pas logique de prétendre, d'une part, que l'information pose des problèmes de mesure et que sa diffusion dans l'intérêt du public rend prohibitif le coût des licences et, d'autre part, d'étudier quelques pages plus loin une politique d'aide à la R et D par laquelle le gouvernement saurait exactement quel est l'état des travaux de R et D et quelles activités mises de l'avant par les contribuables représentent véritablement un enrichissement de ces travaux. L'expérience concernant les crédits d'impôt et les subventions à la R et D constitue un effort créatif mené pour mieux définir ce qui doit être subventionné ou non et pour trouver des moyens qui permettent d'évaluer les effets de ces politiques sur les innovateurs futurs.

Outre les mesures relatives à la propriété intellectuelle, beaucoup de politiques influent sur l'innovation. De grandes entités économiques, comme les États-Unis, le Japon et l'Union européenne, ont entrepris des recherches préalables exigeant un rapprochement entre organismes privés et publics. Des initiatives comme le projet japonais de circuits intégrés à très grande échelle, l'opération américaine SEMATECH et la création, par des entreprises américaines autres qu'AT&T et IBM, du consortium de recherche Microelectronics and Computer Technology Corporation (MCC) demandent des structures de gestion complexes, un certain allègement des lois antitrust et un minimum de soutien réel de la part des gouvernements. Voici ce que Katz et Ordover (1990), qui se sont penchés sur ces projets, ont écrit à propos de la MCC :

Elle a très bien su accaparer les retombées de ses recherches; sans cela, elle aurait eu de la difficulté à attribuer des licences, surtout à des tiers qui, à l'idée de retombées importantes, auraient pu être tentés de voler de leurs propres ailes. Il s'ensuit que, en l'absence de la MCC, les entreprises engagées dans des travaux de R et D semblables à ceux de la MCC auraient aussi très bien pu conserver leurs résultats pour elles-mêmes. La justification sociale de la MCC doit donc tenir à sa capacité de transmettre à ses membres un savoir moins coûteux que celui qu'ils pourraient acquérir par eux-mêmes. Les stratégies actuellement suivies par la MCC pour faire connaître ses résultats confirment clairement l'impression que les coentreprises et les consortiums de recherche représentent en partie un substitut des collaborations qui s'instaurent *ex post* sous la forme de licences (Katz et Ordover, 1990, p. 190).

La mise au point récente de la télévision numérique à haute définition et le projet de panneau plat indiquent que la politique américaine s'oriente peut-être vers des régimes de développement de l'innovation *sui generis* pour des

technologies particulières. De tels régimes posent des problèmes importants à la communauté scientifique dans les petits pays qui ont tendance à jouer un rôle accessoire.

Les rapports entre la science privée et la science publique sont aussi en train de changer. Les universités s'activent à établir des liens avec une entreprise ou un groupe d'entreprises auxquelles elles accordent un accès préférentiel aux résultats de leurs recherches en échange de crédits. Des entreprises pharmaceutiques et du secteur des semi-conducteurs trouvent ce genre de formule particulièrement attrayant. En outre, les universités obtiennent beaucoup de brevets pour les recherches effectuées par leurs employés. L'intégration de ces nouvelles initiatives aux règles et aux pratiques qui caractérisent depuis toujours la science publique crée des frictions¹³.

Ces initiatives sont importantes. Il reste toutefois qu'une chose joue un rôle déterminant dans l'évaluation de la politique suivie en matière de science et de R et D : c'est ce que pensent les uns et les autres de l'intérêt qu'il y a à passer un contrat pour lier une entreprise novatrice à des entreprises qui tirent leur force des efforts qu'elle a déployés.

MARCHÉS CONCLUS *EX ANTE* OU *EX POST*

Le rôle incitatif de la propriété intellectuelle, que ce soit pour une première invention ou pour les innovations suivantes, a été analysé par rapport à diverses hypothèses concernant les arrangements qui peuvent être pris entre l'inventeur initial et ses successeurs. Parmi les nombreuses distinctions possibles, il en est une que l'on fait entre les ententes conclues avant l'attribution de ressources à une invention subséquente (ententes *ex ante* ou préalables) et les ententes conclues après l'attribution de ces ressources (ententes *ex post*). Scotchmer (1991) parle d'accords de licence pour désigner les ententes *ex post*.

De l'avis de Scotchmer, si un inventeur subséquent qui a engagé des moyens dans la R et D est obligé d'obtenir une licence d'un inventeur initial (le degré de nouveauté exigé est élevé), les négociations auront pour résultat que certaines inventions d'amélioration ne seront pas rentables.

Un inventeur de deuxième rang qui ne peut commercialiser ses produits sans licence est très mal placé pour négocier. S'il n'obtient pas tout ce qu'il demande, il ne retirera qu'une fraction de la valeur marchande du nouveau produit et probablement qu'une fraction de sa valeur sociale, fractions qui pourront être inférieures à son coût de mise au point. C'est pourquoi l'incitatif sera peut-être trop faible pour qu'une entreprise extérieure se lance dans la création d'une deuxième génération de produits (Scotchmer, 1991, p. 32).

La situation à laquelle Scotchmer pensait est celle dans laquelle les investissements consacrés à l'invention subséquente sont déjà irrécupérables lorsque son auteur sollicite une licence de l'inventeur initial. Dans ce cas, un

inventeur initial détenteur d'un brevet étendu (critères de nouveauté très stricts) est peut-être en mesure d'affecter tous ses quasi-bénéfices à une deuxième invention. Sachant cela, ses successeurs éventuels attendront peut-être pour investir dans la R et D d'avoir conclu une entente avec lui sur la répartition des profits. En l'absence d'entente préalable, donc, un brevet étendu (critères de nouveauté stricts) décourage les inventions subséquentes et peut rapporter à l'inventeur initial des gains exagérés. En revanche, lorsque le degré de nouveauté exigé est relativement faible, les auteurs subséquents d'inventions modestes mais brevetables peuvent exiger des dommages-intérêts de l'inventeur initial, ce qui risque de décourager l'innovation pure.

Lorsque les critères de nouveauté sont stricts, le fait de permettre à une entreprise de s'entendre avec un inventeur initial avant d'investir dans la R et D change radicalement les choses. Cela encourage en effet les inventeurs de deuxième rang à conclure avec le premier inventeur une entente qui leur garantisse des profits supérieurs à leurs frais de R et D. L'inventeur initial a aussi intérêt à donner son accord à des inventions subséquentes qui augmenteront ses bénéfices. Il y a donc là pour les deux parties une incitation à s'entendre sur une invention qui promet de leur rapporter à toutes les deux plus qu'il ne faudra dépenser en R et D. Toute invention rentable à la fois pour l'inventeur initial et pour ses successeurs améliore aussi le bien-être économique. Toutefois, cela ne constitue pas un incitatif suffisant pour que soient entreprises toutes les inventions susceptibles d'améliorer le bien-être. À partir du moment où les bénéfices découlant des innovations de deuxième rang sont répercutés sur les «consommateurs», certaines inventions économiquement utiles seront abandonnées¹⁴.

On favorise plus des critères de nouveauté stricts (champ d'application du brevet étendu) lorsqu'existe la possibilité d'ententes préalables. Si, d'une façon générale, Scotchmer et Green sont pour des critères de nouveauté souples, c'est parce qu'ils trouvent prohibitif le coût de telles ententes. Lorsqu'on est strict sur le plan de la nouveauté, les inventeurs subséquents éventuels sont obligés de conclure une entente préalable avec le créateur initial mais celui-ci a avantage à faciliter les inventions dérivées qui ont pour effet d'accroître les bénéfices de tout le monde. Les inventions subséquentes qui ne sont rentables qu'au détriment de l'inventeur initial ou d'autres de ses successeurs sont à proscrire. Si l'inventeur initial et ses successeurs peuvent profiter pleinement des retombées de leurs inventions, ils se sentiront encouragés, les critères de nouveauté étant stricts, à conclure une entente préalable pour se lancer dans une invention économiquement bénéfique.

THÉORIE DES POTENTIALITÉS

SELON KITCH (1977), LE DROIT DE BREVET renferme des potentialités qui engagent l'inventeur initial à coordonner les recherches subséquentes. Le détenteur d'un brevet étendu (qui obéit à des critères de nouveauté stricts) pourra véritablement

peser sur les recherches ultérieures. Autrement dit, les créateurs suivants ne pourront exploiter leur invention sans trouver un compromis avec le propriétaire du brevet initial.

Entre autres potentialités, mentionnons la perspective d'être le premier à demander un brevet et celle de pouvoir interpréter de différentes façons les possibilités créées par une interprétation libérale de la clause d'obligation de fonctionnement. Une situation d'exclusivité se crée donc dès le début du processus de commercialisation. Est ainsi défini le cadre qui régira les échanges entre l'inventeur initial et ses continuateurs. Selon l'hypothèse de Kitch, les uns comme les autres pourront voir qu'ils ont intérêt à entreprendre des inventions de perfectionnement qui leur rapporteront de l'argent. Seules devront être écartées les inventions dérivées qui entraîneront dans les faits une diminution des bénéfices conjugués du premier inventeur et des suivants, par une répartition différente de ces bénéfices.

La théorie des potentialités soulève trois critiques. La première [voir McFetridge et Smith (1980)] est que la perspective d'un brevet n'élimine pas les rivalités sources de double emploi et qu'elle ne fait que les déplacer à un stade antérieur du processus d'invention. La deuxième critique [voir Beck (1983)] est que le droit de brevet ne permet pas d'exercer sur les inventions ultérieures le genre de pouvoir imaginé par Kitch.

Troisièmement – et c'est ce qui nous intéresse le plus ici –, d'aucuns pensent que les bénéfices escomptés des échanges entre l'inventeur initial et ses continuateurs ne pourront tous se réaliser. Le point le plus délicat tient au coût de ces échanges, qui peut être très élevé. Dans la situation d'une transaction coûteuse, le souci d'efficacité exige que le droit de brevet soit accordé à celui qui en hériterait dans l'hypothèse où la transaction serait conclue. Les gens opposés à la théorie des potentialités et, plus globalement, à des critères de nouveauté stricts invoquent deux raisons : les détenteurs d'un brevet initial ne sont pas aussi portés qu'on le dit à utiliser leur droit pour se lancer dans des innovations subséquentes, et le coût des transactions empêche probablement la cession de ce droit dans un nombre important de cas. C'est pourquoi ces critiques maintiennent que le droit d'exploiter l'invention d'origine pour des innovations dérivées doit être accordé aux auteurs éventuels de ces innovations.

Parmi ceux de ces auteurs qui invoquent le coût des transactions se trouvent Merges et Nelson (1990, 1991) et Eisenberg (1989) qui écrit :

On pourrait objecter que, si les recherches subséquentes sont vraiment valables, les parties devraient pouvoir s'entendre sur des conditions de licence qui leur soient également avantageuses. Mais plusieurs raisons permettent de douter de l'aboutissement de négociations menées en privé entre les parties. Premièrement, les incertitudes ou le désaccord des parties concernant la valeur de l'invention brevetée, l'issue probable des recherches ainsi que la légitimité et l'étendue du brevet sollicité rendent difficile la

conclusion d'une entente sur le prix d'une licence... Deuxièmement, si l'inventeur en second et le détenteur du brevet se font la guerre, le premier hésitera probablement à divulguer ses plans de recherche au second au moment des négociations de peur que l'inventeur breveté reprenne à son compte les plans de recherche au lieu de lui accorder une licence (Eisenberg, 1989, p. 1074).

Merges et Nelson ont écrit, en se plaçant dans une perspective évolutive, que l'inventeur premier n'est peut-être pas toujours assez informé pour faire le partage entre les inventions ultérieures qui augmenteront les surplus et celles qui les dissiperont. Cette théorie évolutive suppose que les décideurs ne prennent en compte qu'une petite partie des choix qui s'offrent à eux. Et les choix qu'ils envisagent ne sont peut-être pas les meilleurs. S'ils ont à prendre souvent la même décision, il se peut qu'ils finissent par trouver la meilleure solution possible. Cela est improbable, en revanche, s'ils se trouvent devant des situations nouvelles, et des acteurs différents feront des choix différents. Selon Merges et Nelson, l'exploration d'une nouvelle «potentialité» illustre exactement ce genre de situation. En accordant un brevet étendu, «on aurait plusieurs décideurs atteints de myopie au lieu d'un seul» (Merges et Nelson, 1991, p. 11). Cette méthode réduirait l'éventail des choix effectivement étudiés et n'apparaîtrait pas nécessairement meilleure par rapport aux choix qui existent dans la réalité.

Par ailleurs, Merges et Nelson trouvent qu'il serait coûteux, voire d'un coût prohibitif, de passer un contrat entre le détenteur du brevet et un grand nombre de chercheurs subséquents.

Quand on se place dans une perspective évolutive, on peut s'attendre à de profondes divergences d'opinions entre les personnes et les entreprises, dans ce cas entre l'inventeur principal et les prospecteurs éventuels de certaines potentialités, concernant les espoirs créés par ces débouchés, l'importance des réalisations du détenteur du brevet et le domaine que le brevet devrait couvrir. Cela signifie que, pour le moins, la signature d'un contrat étudié dans les moindres détails serait difficile et coûteuse. Les frais de transaction seraient élevés. En fait, il serait impossible de passer des contrats de cette complexité (Merges et Nelson, 1991, p. 11).

Merges et Nelson se sont ensuite demandé dans quelles circonstances il pourrait être rentable d'accorder un brevet étendu (strict sur le plan de la nouveauté). Ils ont ainsi distingué plusieurs types d'inventions. Une première catégorie est celle des inventions «discrètes», qui ne s'appuient sur aucune invention antérieure et qui ne jouent aucun rôle dans les inventions ultérieures. Dans ce cas, il n'y a aucun lien d'interdépendance entre l'inventeur principal et ses continuateurs et, par conséquent, aucun facteur externe à intégrer.

La deuxième catégorie se compose aussi d'inventions «discrètes» mais qui se prêtent à des améliorations et des variantes.

Souvent, l'inventeur initial est probablement mieux placé que quiconque pour voir les possibilités et solutions offertes par les inventions dérivées. Il peut arriver que les utilisateurs ou les clients soient mieux placés mais, dans ce cas, il est plus probable qu'ils entretiendront de bonnes relations avec l'inventeur principal plutôt que de lui faire concurrence (Merges et Nelson, 1991, p. 14).

Les inventions de la troisième catégorie s'appuient sur un procédé ou un principe nouveau qui donne la possibilité de produire beaucoup de nouveaux types de produits. Dans ce cas, la question est de savoir si le brevet est attribué pour toutes ou pour seulement quelques applications du principe. Le détenteur du brevet n'est peut-être pas bien placé pour appliquer ou bien faire appliquer le principe lorsqu'il entraîne des transformations importantes. Il en va de même lorsqu'il existe plusieurs procédés pour fabriquer un produit particulier. Là encore, la question est de savoir s'il convient d'octroyer un brevet étendu qui englobe tous les procédés permettant de fabriquer un même produit, ou un brevet restreint qui vise seulement quelques procédés particuliers¹⁵. L'inventeur d'un procédé n'est peut-être pas en position de mettre au point ou faire mettre au point les autres procédés.

La quatrième catégorie est composée d'inventions de «systèmes». Les technologies en jeu comportent plusieurs éléments. Il s'agit ici de savoir si le droit de brevet accordé pour chacun de ces éléments devrait permettre à son détenteur de peser sur l'élaboration des systèmes dans lesquels l'élément de son invention est installé. Les équipements mécaniques et électroniques possèdent les caractéristiques d'un système. En attribuant un brevet étendu aux inventeurs des divers éléments d'un système, on risque de permettre à chaque détenteur d'un brevet de bloquer l'élaboration du système et, ainsi, de l'inciter à temporiser dans l'espoir de s'approprier tous les bénéfices que peut produire le système au complet.

La principale critique des opposants à la théorie des potentialités est la suivante : il est probable que les inventeurs premiers éprouveront tellement de difficulté et dépenseront tellement pour coordonner leurs travaux qu'il sera préférable, d'un point de vue social, de laisser libre cours aux inventions dérivées. Du même coup, la perspective d'une invention initiale perd de son intérêt. Selon les tenants de cette théorie, l'augmentation des gains engendrée par une meilleure exploitation d'une première invention fait plus que compenser la diminution du nombre d'inventions initiales.

L'étendue possible d'un brevet et le degré de nouveauté exigé sont déterminés par les offices nationaux des brevets et par les tribunaux. Ces institutions disposent de plusieurs moyens pour restreindre l'étendue d'un brevet et assouplir les critères de nouveauté. Elles peuvent, comme l'expliquent Merges et Nelson (1990, p. 909-916), limiter le sens que l'on donne à l'origine et aux équivalents d'une invention dans le cas de poursuites en contrefaçon. Selon eux, on devrait estimer qu'une invention constitue une contrefaçon uniquement si elle a précisément pour origine

la divulgation d'un secret lié à une invention brevetée¹⁶. Merges et Nelson recommandent aussi une interprétation plus générale du principe des équivalents inverses, en vertu de laquelle une invention dérivée serait jugée suffisamment avancée par rapport à une invention initiale pour justifier l'attribution d'un brevet indépendant et, par conséquent, pour ne pas exiger l'obtention d'une licence du premier inventeur breveté.

Ko (1992) a remarqué que les tribunaux (américains) ont toujours reconnu un champ d'application moins étendu aux brevets sur les produits chimiques qu'aux brevets sur les équipements mécaniques. Cela est conforme à l'idée selon laquelle les inventions ultérieures étant plus prévisibles dans le domaine mécanique que dans le domaine chimique, le brevet d'un mécanisme «en dit plus», ou renseigne plus les inventeurs suivants, que le brevet d'un produit chimique. Ceux qui se placent dans une perspective évolutive ajouteront que le premier inventeur d'un mécanisme breveté est mieux placé que le premier inventeur d'un produit chimique breveté pour effectuer ou, du moins, coordonner des recherches subséquentes et que, pour cette raison, on aura peut-être intérêt à octroyer un brevet plus étendu pour les inventions de mécanismes que pour les inventions de produits chimiques. Ko en conclut que, vu le caractère imprévisible des recherches subséquentes en biotechnologie, limiter le champ d'application des brevets, dans cette discipline, à ce qu'ils enseignent ou aux inventions qu'ils permettent véritablement aurait un effet beaucoup plus restrictif que ce que l'on observe actuellement. L'étendue des brevets en biotechnologie serait aussi restreinte, de l'avis de Ko, si les tribunaux reconnaissaient que les inventions dérivées qui remplissent la même fonction qu'une première invention le font souvent d'une façon très différente et ne peuvent donc pas être assimilées à des équivalents¹⁷.

Eisenberg (1989) a proposé d'élargir légèrement le champ d'application des exemptions pour expérimentation dans le cas de poursuites en contrefaçon. Elle trouve que l'inventeur initial ne devrait pas avoir le droit d'interdire l'utilisation de son invention pour des recherches subséquentes. En revanche, il devrait continuer d'avoir le droit d'interdire la commercialisation des contrefaçons et de demander des redevances.

Ordover (1991) s'est penché sur plusieurs caractéristiques du système japonais qui facilitent l'accès des inventeurs subséquents éventuels aux inventions brevetées. Premièrement, au Japon, l'invention doit être divulguée au moment de la demande du brevet et non lorsqu'il est octroyé¹⁸. Deuxièmement, des concurrents peuvent s'opposer à l'attribution d'un brevet dès le dépôt de la demande de brevet. Cela incite davantage les inventeurs en attente d'un brevet à conclure des accords de licence. Troisièmement, au Japon, les examinateurs des brevets fixent un champ d'application très étroit aux inventions brevetées (critères de nouveauté plus stricts). Des inventeurs subséquents peuvent reconstituer par rétroingénierie une invention initiale pendant la période d'attente du brevet, l'améliorer légèrement et solliciter un brevet de perfectionnement. Cela met

probablement un frein aux versions améliorées d'une première invention et incite aux licences réciproques. Ordover admet que ce système favorise les inventions dérivées au détriment de l'invention initiale et n'est plus adapté aux besoins du Japon ni d'autres pays technologiquement avancés.

PRATIQUES EN MATIÈRE DE LICENCE

TOUT CONTRAT PASSÉ ENTRE UN INVENTEUR INITIAL et ses successeurs détermine le transfert du savoir entre eux et la rémunération du premier par les seconds. Divers types de licences aident à répartir les bénéfices engendrés par une accumulation d'inventions. Merges et Nelson trouvent qu'il revient trop cher d'accorder à chaque inventeur subséquent une licence à sa mesure (Merges et Nelson, 1990, p. 874-875). C'est pourtant ce qui se produit dans beaucoup de cas. On comprend de mieux en mieux que les conditions fixées pour l'octroi d'une licence peuvent constituer une incitation importante à l'accumulation et à la diffusion de savoir (Lewis et Yao, 1995; United States Department of Justice et Federal Trade Commission, 1995).

Les pratiques suivies en matière de licence sont régies par les lois nationales sur la concurrence (antitrust) et non par les lois sur la propriété intellectuelle. Aux États-Unis, ces pratiques sont limitées dans leur application par l'interprétation que les juges donnent de la *Sherman Act*, notamment en ce qui a trait aux ventes liées et aux redevances après expiration.

En vertu de l'article 32 de la *Loi sur la concurrence*, les accords de licence qui font indûment obstacle à la concurrence peuvent être frappés de nullité ou leur exécution peut être interdite en totalité ou en partie. On ne connaît aucun cas de ce type. Deux affaires qui tombaient sous le coup d'une loi antérieure ont été réglées¹⁹. Ces affaires, qui concernaient toutes deux Union Carbide, montrent bien que la politique sur la concurrence peut rendre difficile l'octroi de licences. Ces affaires portaient sur deux catégories de brevets : les brevets de procédés d'extrusion et les brevets de procédés d'impression. Pour ce qui est des seconds, les objets du litige étaient les suivants : diminution des redevances au fur et à mesure de l'augmentation du volume, restrictions quant au champ d'utilisation, clauses de non-contestation et restrictions imposées aux détenteurs d'une licence après expiration. Quant aux pratiques discutées à propos des brevets de procédés d'extrusion, il s'agissait de l'imposition de redevances élevées aux entreprises qui n'achetaient pas leur résine auprès de leur donneur de licence ou de son représentant, et des contraintes fixées aux détenteurs d'une licence après expiration.

Les jugements antitrust rendus aux États-Unis vont aussi à l'encontre des restrictions imposées aux détenteurs d'une licence après expiration. Les juges y ont vu une prolongation illégale de la durée des brevets. Selon un autre point de vue, les dispositions qui sont prises pour la période qui suit l'expiration d'un brevet ne font qu'étendre, dans l'intérêt mutuel du donneur et du bénéficiaire du brevet, le versement de la redevance qui est due pendant la durée légale du brevet.

Le Directeur des enquêtes a vu une pratique déloyale dans la diminution des redevances en proportion de l'augmentation du volume principalement parce qu'elle désavantage les petites entreprises détentrices d'une licence. Mais il est aussi vrai que l'application de tarifs dégressifs, comparativement à des redevances uniformes, peut donner lieu à des avantages économiques (surplus) supérieurs. En procédant de cette façon par différenciation, il est évidemment possible de réduire le hiatus existant entre l'innovation et la diffusion du savoir. Les ventes liées, les commandes groupées et les licences forfaitaires peuvent avoir le même effet.

Limiter le champ d'utilisation signifie exiger du détenteur d'une licence qu'il se limite à une application particulière d'une invention brevetée. Cela peut faciliter une différenciation des prix et, par retombée, multiplier les utilisations d'une invention brevetée. Cette pratique peut également contribuer au partage des surplus entre l'inventeur breveté et les bénéficiaires d'une licence, au lieu qu'ils soient concurrents. Autrement dit, la limitation du champ d'utilisation peut aider un inventeur initial et ses continuateurs à conclure des ententes précisément réputées souhaitables mais d'un coût prohibitif.

Les clauses de non-contestation et de retour au donneur de licence encouragent aussi l'inventeur breveté à tenir informé le bénéficiaire d'une licence. Une clause de non-contestation permet au détenteur d'une licence d'assurer à l'inventeur breveté que les renseignements qui l'intéressent lui serviront à mieux employer ou à améliorer l'invention protégée et non à contester la validité du brevet. Une clause de retour au donneur de licence est un moyen de garantir le partage des bénéfices découlant des améliorations. Lorsqu'une telle clause est unilatérale, le détenteur de la licence donne à l'inventeur breveté l'assurance qu'il n'a pas l'intention de mettre au point une invention de perfectionnement concurrente²⁰. Une autre solution consiste à ne pas accorder de licence, à en retarder l'octroi ou à donner une licence exigeant des redevances supérieures.

Les licences réciproques sont, pour l'inventeur principal et ses successeurs, une autre façon de coordonner leurs activités de R et D. L'aspect incitatif de cette formule est illustré à la figure 2. On suppose ici que l'inventeur initial et son continuateur pratiquent des prix de type monopoliste. S'ils s'ouvraient davantage à la concurrence en se comportant, par exemple, comme un duopole différencié selon le principe de Bertrand, le prix établi pour les inventions A et B pourrait tomber au point où les profits retirés ne seraient pas suffisants pour compenser les frais de R et D. Lorsque les deux inventeurs s'attendent à ce genre de situation, leurs projets peuvent rester lettre morte. Pour éviter cet écueil, les deux parties peuvent s'accorder des licences l'une à l'autre et fixer des redevances qui leur permettent de maintenir leur position de monopole même sans coopérer. Mais ce serait contrevenir à l'article 1 de la *Sherman Act* aux États-Unis et à l'article 45 de la *Loi sur la concurrence* au Canada, tels qu'ils sont interprétés aujourd'hui. Pour que ces deux lois soient correctement appliquées, il faudrait modifier les règles du jeu. Il convient de mettre en opposition non pas les prix monopolistiques et

concurrentiels pratiqués pour les inventions A et B, mais les prix monopolistiques pratiqués pour les inventions A et B avec l'absence ou le report d'une invention ou des deux²¹.

CONCLUSIONS

LES MODÈLES DE CROISSANCE ENDOGÈNE montrent que l'accumulation de savoir et une large diffusion de ce dernier sont essentielles à la croissance. Vu la logique qui préside à ces modèles et les faibles coûts des opérations qu'ils exigent, une adaptation des institutions conjuguée à une définition large des brevets permettrait, selon nous, de régler le problème. Dans un monde où il est onéreux de chercher les meilleurs utilisateurs possibles d'un droit de brevet éventuel et de conclure avec eux des ententes intéressantes, il est important et malaisé de comparer l'efficacité des licences avec la protection assurée par une formule de brevets assouplie, ainsi que le domaine de la science privée avec celui de la science publique. C'est pourquoi il est primordial que le cadre politique en place puisse s'adapter et permettre aux régimes en vigueur d'évoluer en fonction des impératifs de technologies différentes offrant des possibilités de développement différentes. Le monde polarisé auquel renvoient les modèles de croissance endogène, où les échanges sont inexistantes dans la plupart des cas et prohibitifs à quelques rares occasions, met en lumière les interactions qui existent entre les divers secteurs d'une économie dynamique. Pour que le modèle retenu s'avère un guide utile, il importe que les ingrédients entrant dans la recette employée soient bien dosés.

Les étudiants qui se sont intéressés davantage à la complexité et à la subtilité du mécanisme d'innovation ont aussi remarqué que, dans une proportion croissante, l'innovation a en fait un caractère cumulatif et que, autrement dit, elle s'appuie sur les connaissances découlant d'inventions antérieures, ainsi que le laissent penser les modèles de croissance endogène. Les inventions de premier rang et les suivantes constituent à la fois des compléments et des substituts les unes des autres. C'est pourquoi d'aucuns doutent fortement que leurs auteurs puissent s'entendre sur le partage des surplus que leur collaboration pourrait engendrer. En corollaire, certains craignent que l'accès des inventeurs subséquents au savoir de leurs prédécesseurs soit beaucoup moins facile qu'on le souhaiterait.

Cet intérêt que l'on porte depuis peu à l'accès et à la diffusion du savoir a conduit un groupe d'auteurs à défendre deux grands types de politique :

- accroître ou freiner la pénétration du domaine de la science publique; et
- ouvrir davantage la science privée en assouplissant la protection dont bénéficie la propriété intellectuelle et en rendant moins attrayant le secret professionnel²².

Voici une orientation politique qui s'inspire de cette école de pensée :

De par leur nature, les droits de propriété intellectuelle ne représentent pas un obstacle à la diffusion du savoir. Ils peuvent être attribués dans un but d'incitation à collaborer. Pour cela, il est nécessaire de diminuer la valeur ajoutée par chaque individu aux connaissances du domaine privé en limitant la durée et surtout l'étendue de la protection assurée par le brevet, en adoptant une loi sur les droits de propriété *sui generis* précisément adaptée aux besoins des secteurs dans lesquels un modèle de «recombinaison» de l'innovation s'impose particulièrement, en étendant les principes de la licence obligatoire pour les brevets et les droits d'auteur «à un coût raisonnable», spécialement à des fins de recherche, etc... D'autre part, le secret commercial et les diverses formes de restriction de l'accès... sont des obstacles importants à la diffusion du savoir. Il existe à cela deux remèdes possibles : le premier est de rendre plus attrayantes les formules de protection de la propriété intellectuelle qui exigent une divulgation complète du secret, ... l'autre est de promouvoir les formes collectives de R et D préalables (David et Foray, 1994, p. 45-46).

D'autres penseurs, moins convaincus par le côté incitatif d'un régime de science publique, sont aussi moins pessimistes quant à la capacité des organismes producteurs de connaissances privées et publiques d'avoir des échanges productifs. Cela ne rendrait pas pour autant caduque la nécessité de protéger par des brevets et des licences, dans un but commercial, les inventions des universités et des gouvernements.

Ces penseurs sont aussi moins sceptiques en ce qui concerne l'aptitude des inventeurs de premier et de deuxième rang à passer des contrats entre eux et à exploiter ainsi pleinement les possibilités engendrées par leur fonds de connaissances. Ces théoriciens verront d'un bon oeil que l'on soit strict sur le plan de la nouveauté et que l'on suive, en matière de licences, des pratiques auxquelles les organismes antitrust de certains pays ont toujours été hostiles.

NOTES

- 1 Voir «Guidelines on the Patenting of Computer-Related Inventions», *Patent Office Gazette* (15 juin 1993) : 10.
- 2 Certains pensent qu'une demande de brevet bien formulée pour un processus qui inclut un algorithme peut protéger l'algorithme même : «Si le dossier de demande a été bien étudié, la logique et les processus de calcul – et même l'algorithme proprement dit – peuvent être protégés» (United States Congress, Office of Technology Assessment, 1990, p. 22).

- 3 Alinéa 55.2(6) de la *Loi modifiant la Loi sur les brevets*, 1992, LR 1993, c. 2; prévoit, selon la législation canadienne, une exception semblable aux droits exclusifs du breveté pour des actes privés et sans dimension commerciale, ou accomplis dans un but non commercial ou pour des expériences se rapportant uniquement à l'objet du brevet.
- 4 On a décidé de ne pas inclure, comme étant un motif de licence obligatoire, dans la *Loi d'exécution de l'ALENA* de 1993 le fait de ne pas exploiter une invention à l'échelle commerciale au Canada lorsqu'elle pourrait l'être.
- 5 Le droit canadien ne fait pas de distinction entre personne physique et personne morale. Il est sous-entendu que, dans le cas d'un différend concernant un droit d'auteur détenu par une personne morale, l'oeuvre visée sera traitée comme une oeuvre collective. Le droit accordé s'étendra sur une durée de 50 ans après le décès du dernier employé. Nous n'avons pu savoir ce qui se passe lorsque tous les employés intéressés ne peuvent être identifiés.
- 6 Les exceptions varient beaucoup. Elles vont du droit de faire une copie de sauvegarde d'un programme informatique à celui de jouer de la musique publique pour une oeuvre de charité. Il est prévu d'ajouter de nouveaux cas d'exception visant les écoles et les personnes ayant des besoins spéciaux à la prochaine version de la *Loi sur le droit d'auteur*, que l'on attend pour 1995.
- 7 D'après l'Internet Patent News Service, 4 569 brevets de logiciel ont été délivrés aux États-Unis en 1994. IBM en a obtenu la plus grande part (396) – soit plus du double de l'entreprise qui la suit dans l'ordre, Hitachi. Le nombre total de brevets attribués depuis 1970 dépasse 15 000. Certains auteurs pensent que les recherches effectuées avant l'octroi d'un brevet sur les logiciels passés sont souvent incomplètes.
- 8 Le modèle des degrés de qualité de Grossman et Helpman est une version simplifiée d'un modèle d'Aghion et Howitt (1992).
- 9 Gallini (1992) a étudié un cas dans lequel il n'existait aucune rivalité pour l'obtention d'un brevet mais où l'on avait fixé un droit fixe de X \$ par imitateur pour les imitations *non frauduleuses* (inventions dérivées). Dans ce cas, le brevet sert surtout à garantir à l'inventeur breveté des profits de X \$ en interdisant les imitations *frauduleuses* (copies directes). Toute tentative d'augmenter ces profits en allongeant la durée du brevet ne fait qu'accroître le nombre d'inventions dérivées. D'après la figure 1, la durée optimale du brevet (τ) est telle que la valeur actualisée de A \$ par période supérieure à τ est égale à X \$.
- 10 Lerner (1994) a constaté que la valeur marchande des entreprises de biotechnologie croît en fonction de l'étendue de leurs brevets, mais que ce rapport apparaît moins évident dans les entreprises qui détiennent des brevets très particuliers. Ainsi, la possession d'un brevet étendu apporte à son détenteur une rentabilité que ne permettrait pas l'invention de substituts proches.
- 11 Klemperer a concédé que, pour défendre son idée d'un brevet restreint, il supposait que les consommateurs préfèrent s'en tenir à la même variante d'un produit. Placé devant le choix de vendre à tout le monde ou à personne, le détenteur du brevet fixe un prix qui lui permette de vendre à tout le monde. Le coût social que l'on attribue à un brevet restreint ne se vérifie donc pas. Autrement dit, les consommateurs ne changent pas pour des produits de substitution proches, et l'arrivée de ce type de produits n'entraîne pas une dissipation des surpluses.

- 12 Wallace a effectué un historique intéressant du contexte social de l'innovation, où il écrit, à propos de l'industrie sidérurgique, que l'entreprise familiale :

était à l'époque la seule façon d'établir une équipe stable de mécaniciens et de gestionnaires et de la maintenir pendant plusieurs générations, en entretenant les principes qui la régissaient. La proximité des rapports et l'intimité créés par l'entreprise familiale permettaient au patron de transmettre à son fils, ou à son gendre, les règles en vigueur, les techniques employées et la connaissance des problèmes encore non résolus, grâce à des formes de communication visuelles et tactiles essentielles à la conception et à la diffusion de nouvelles technologies (Wallace, 1982, p. 101).

- 13 L'un des principaux sujets de controverse est de savoir si les inventions des universités et des gouvernements doivent être brevetées. Deux questions se posent. Certaines activités d'innovation devraient-elles passer du domaine de la science publique à celui de la science privée? Deuxièmement, le droit de propriété intellectuelle a-t-il sa place dans le domaine de la science publique? Ce point a été étudié par Dasgupta et David (1994); ils pensent que, dans la réalité, l'établissement et l'application de droits de propriété intellectuelle seraient dommageables, à divers égards, aux organismes de science publique.
- 14 D'après la figure 2, l'invention dérivée A a des retombées positives pour l'inventeur initial B et son continuateur A si $P_A - S_B$ dépasse les dépenses de R et D engagées par A (valeur actuelle). Toute invention dérivée pour laquelle on aboutit à ce résultat accroît le bien-être économique. Il peut cependant y avoir des inventions économiquement rentables pour lesquelles cette condition n'est pas remplie (p. ex. $S_A + P_A - S_B > \text{dépenses de R et D} > P_A - S_B$).
- 15 Eisenberg (1989, p. 1079-1082) et Ko (1992, p. 786-789) citent l'exemple de brevets émis à la Scripps Clinic and Research Foundation pour la mise au point d'un procédé (à base d'anticorps monoclonaux) permettant de produire le facteur de coagulation VIII:C par quelque méthode que ce soit. Lorsque Genentech a appliqué la technique de l'ADN recombinant pour produire le facteur VIII:C, Scripps lui a intenté un procès pour contrefaçon. Les tribunaux ont accepté la requête de la Scripps Foundation, mais celle-ci a finalement perdu son procès.
- 16 Chacun juge à sa façon dans quelle mesure un brevet profite à un inventeur subséquent. Merges et Nelson citent le cas d'un brevet d'International Nickel portant sur la production de fonte nodulaire par l'ajout d'un *minimum* de 0,04 p. 100 de magnésium à de la fonte en fusion. Après avoir produit un nodule de la fonte nodulaire avec 0,02 p. 100 de magnésium, Ford a été accusée de violer le brevet détenu par Inco, les deux produits étant équivalents. On a estimé que Ford avait exploité l'idée d'Inco, même si son procédé n'était pas couvert par le brevet délivré à Inco.

- 17 On a jugé, par exemple, que la version du t-PA, médicament anticoagulant, élaborée par Wellcome, était équivalente à celle de Genentech même si elle n'agissait pas de la même façon et était administrée différemment (Ko, 1992, p. 790).
- 18 L'Office européen des brevets publie aussi les demandes au moment de leur dépôt. Le United States Patent and Trademark Office les rend publiques au moment de l'attribution du brevet. L'Office de la propriété intellectuelle du Canada les publie 18 mois avant leur dépôt, c'est-à-dire, en moyenne, 18 mois avant la délivrance du brevet.
- 19 Pour un historique du traitement réservé à la propriété intellectuelle en vertu de la législation canadienne sur la concurrence, voir Anderson, Khosla et Ronayne (1991).
- 20 Dans le cas d'une clause unilatérale de retour au donneur de licence, tous les droits sur les améliorations apportées par le détenteur de la licence reviennent au donneur de licence. Dans le *Document de travail sur la révision de la Loi sur les brevets* (CACC, 1976), les auteurs recommandent d'interdire les clauses unilatérales de retour au donneur de licence.
- 21 Cette question est analysée sous l'angle du régime des fusions par Ordovery et Willig (1985).
- 22 Il peut s'y ajouter le refus de renforcer les droits sur la propriété intellectuelle. Une certaine inquiétude existe, par exemple, quant à l'étendue de brevets accordés dans le domaine de la biotechnologie. Voir Lerner (1994) ainsi que Merges et Nelson (1990).

BIBLIOGRAPHIE

- Aghion, P. et P. Howitt, «A model of growth through creative destruction», *Econometrica*, 60, (1992): 323-351.
- Anderson, R.D., S.D. Khosla et M.F. Ronayne, «The Competition Policy Treatment of Intellectual Property Rights in Canada: Retrospect and Prospect», dans *Canadian Competition Law and Policy at the Centenary*, R.S. Khemani et W.T. Stanbury, éditeurs, Halifax, Institute for Research on Public Policy, 1991, pp. 497-538.
- Anton, James J. et Dennis A. Yao, «Expropriation and Inventions: Appropriable Rents in the Absence of Property Rights», *American Economic Review*, 84, (1994): 190-209.
- Arrow, Kenneth J., «Economic Welfare and the Allocation of Resources for Invention» dans *The Rate and Direction of Inventive Activity: Economic and Social Factors*, Richard R. Nelson, éditeur, Princeton: Princeton University Press, 1962.
- Banner, D., «Selected Intellectual Property Developments in the United States of America», *LAW / Technology*, 26, (1993): 1-34.
- Beck, Roger, «The Prospect Theory of the Patent System and Unproductive Competition», *Research in Law and Economics*, 5, (1983): 193-201.
- Carstens, David W., «Legal Protection of Computer Software: Patents, Copyrights, and Trade Secrets» *Journal of Contemporary Law*, 20, (1994): 13-75.
- Cheung, Stephen S., «Property Rights in Trade Secrets» *Economic Inquiry*, XX, (1982): 40-53.
- Consommation et Affaires commerciales Canada, *Document de travail sur la révision de la loi sur les brevets*, Ottawa, Approvisionnement et Services Canada, 1976.

- Copyright Subcommittee to the Working Group on Canadian Content and Culture, «Draft Report», Ottawa, décembre 1994.
- Dasgupta, Partha et Paul A. David, «Towards a New Economics of Science», *Research Policy*, 23, (1994): 487-522.
- David, Paul A., «Knowledge, Property and the System Dynamics of Technological Change», *Proceedings of the World Bank Annual Conference on Development Economics 1992*, Washington, Banque internationale pour la reconstruction et le développement, 1993, pp. 215-248.
- David, Paul et Dominique Foray, *Accessing and Expanding the Science and Technology Knowledge Base*, Organisation de coopération et de développement économique, DSTI/TIP(94)4, 1994.
- Dixit, A. K. et J. E. Stiglitz, «Monopolistic Competition and Optimum Product Diversity», *American Economic Review*, 67, (1977): 297-308.
- Eisenberg, Rebecca S., «Patents and the Progress of Science: Exclusive Rights and Experimental Use», *The University of Chicago Law Review*, 56, (1989): 1017-1086.
- Friedman, David D., William M. Landes et Richard A. Posner, «Some Economics of Trade Secret Law», *Economic Perspectives*, 5, (1991): 61-72.
- Frye, Northrop, «The Language of Poetry», dans *Explorations in Communication*, Edmund Carpenter et Marshall McLuhan, éditeurs, Boston: Beacon Press, 1960.
- Gallini, N., «Patent Policy and Costly Imitation», *Rand Journal of Economics*, 23, (1992): 52-63.
- Grossman, Gene M. et Elhanan Helpman, *Innovation and Growth in the Global Economy*, Cambridge: MIT Press, 1991.
- Hirshleifer, Jack, «The Private and Social Value of Information and the Reward to Inventive Activity», *American Economic Review*, (1971): 561-574.
- Institute of Law Research and Reform, *Report on Trade Secrets*, Edmonton, Alberta, 1986.
- Katz, Michael L. et Janusz A. Ordover, «R&D Co-operation and Competition», *Brookings Papers: Microeconomics*, (1990): 137-203.
- Kitch, Edmund, «The Nature and Function of the Patent System», *Journal of Law and Economics*, 20, (1977): 265-290.
- Klemperer, P., «How Broad Should the Scope of Patent Protection Be?», *Rand Journal of Economics*, 21, (1990): 113-120.
- Knopf et P. Howard, «New Forms and Fora of Intellectual Property», *Revue canadienne de propriété intellectuelle*, 5 (1989): 247-274.
- Ko, Yusing, «An Economic Analysis of Biotechnology Patent Protection» *The Yale Law Journal*, 102, (1992): 777-804.
- Kotowitz, Y., «Issues in Patent Policy with Respect to the Pharmaceutical Industry», Commission d'enquête sur l'industrie pharmaceutique, Approvisionnement et Services Canada, 1986.
- Lerner, J., «The Importance of Patent Scope: An Empirical Analysis», *Rand Journal of Economics*, 25, (1994): 319-333.
- Lewis, T. et D. Yao, «Some Reflections on the Antitrust Treatment of Intellectual Property», *Antitrust Law Journal*, 63, (1995): 603-620.
- Lucas, R., «Making a Miracle» *Econometrica*, 61, (1993): 251-272.
- McFetridge, Donald G. et Douglas A. Smith, «Patents, Prospects and Economic Surplus: A Comment on Kitch», *Journal of Law and Economics*, 23, (1980): 197-203.

- Merges, Robert P. et Richard R. Nelson, «On the Complex Economics of Patent Scope», *Columbia Law Review*, 90, (1990): 839-916.
- Merges, Robert P. et Richard R. Nelson, «On Limiting or Encouraging Rivalry in Technical Programs: The Effect of Patent Scope Decisions», document de travail, 1991.
- Miller, E., «Antitrust Restrictions on Trade Secret Licensing: A Legal Review and Economic Analysis», *Law and Contemporary Problems*, 52, (1989): 183-209.
- Nelson, Richard R., *Understanding Technical Change as an Evolutionary Process*, Amsterdam: Hollande-Septentrionale, 1991.
- Nordhaus, W., *Invention, Growth and Welfare*, Cambridge: MIT Press, 1969.
- Office de la propriété intellectuelle du Canada, «Critères de brevetabilité des inventions en informatique», *Gazette du Bureau des brevets*, (15 juin 1993).
- Ordovery, Janusz A., «A Patent System for Both Diffusion and Exclusion», *Economic Perspectives*, 5 (1991): 43-60.
- Ordovery, Janusz A. et Robert D. Willig, «Antitrust for High-Technology Industries: Assessing Research Joint Ventures and Mergers», *Journal of Law & Economics*, 28, (1985): 311-333.
- Plant, A., «The Economic Aspects of Copyright in Books», *Economica*, 1, (1934): 167-195.
- Rafiquzzaman, M., «The Optimal Patent Under Uncertainty», *International Journal of Industrial Organization*, 5, (1987): 233-246.
- Romer, P. M., «Endogenous Technological Change», *Journal of Political Economy*, 97, 1990.
- Rosenberg, N., *Inside the Black Box: Technology and Economics*, New York: Cambridge University Press, 1982.
- Scotchmer, Suzanne, «Standing on the Shoulders of Giants», *Economic Perspectives*, 5 (1991): 29-41.
- Scotchmer, Suzanne et Jerry Green, «Novelty and Disclosure in Patent Law», *Rand Journal of Economics*, 21 (1990): 131-146.
- Tandon, P., «Optimal Patents with Compulsory Licensing», *Journal of Political Economy*, 90 (1982): 470-486.
- United States Congress, Office of Technology Assessment, *Computer Software and Intellectual Property*, Washington, D.C, 1990.
- United States Department of Justice and Federal Trade Commission, 26 Stat. 209 (1890): 15 U.S.C., Sec. 1-7. 1995.
- Vaver, David, «Civil Liability for Taking or Using Trade Secrets in Canada», *Revue canadienne du droit du commerce*, 5 (1981): 253-301.
- Wallace, Anthony F. C., *The Social Context of Innovation*, Princeton: Princeton University Press, 1982.
- Wiley, John Shepard Jr., «Copyright at the School of Patent», *University of Chicago Law Review*, 58, (1991): 119-185.
- Wright, Brian D., «The Economics of Invention Incentives: Patents, Prizes, and Research Contracts», *American Economic Review*, 83, (1983): 691-707.

Commentaires

Jock Langford

Analyste principal des politiques

Industrie Canada

L'ARTICLE D'ACHESON-MCFETRIDGE donne une vue d'ensemble sur la façon d'appliquer la théorie de la croissance endogène et plus spécialement les modèles formels qui en dérivent aux aspects économiques des droits de propriété intellectuelle (DPI). Les auteurs expliquent que «depuis que l'attention se porte sur l'accumulation de savoir, les études sur la croissance endogène accordent une grande place aux relations entre inventeurs et, notamment, à l'interdépendance entre les inventions actuelles et anciennes.» En ce qui concerne les aspects économiques de la propriété intellectuelle (PI), on s'est jusqu'à présent plutôt intéressé au «marchandage» entre créateurs et utilisateurs. Malheureusement, l'article insiste trop sur les problèmes classiques d'appropriation découlant du monopole technologique et pas assez sur les incidences économiques éventuelles des retombées du savoir par rapport aux DPI. Cela dit, l'article est une façon innovatrice de traiter les liens entre la croissance endogène et la propriété intellectuelle. Il s'agit donc d'un prélude à un débat théorique approfondi sur les retombées et les externalités des DPI.

Les deux auteurs ont dépouillé un grand nombre de documents précurseurs sur les DPI, aussi renverrai-je les lecteurs qui s'intéressent aux points de vue théoriques sur les aspects économiques des DPI à leur bibliographie. S'attendre que les auteurs parviennent à concilier les opinions divergentes des grands économistes de l'histoire sur les DPI serait irréaliste. Cette absence de consensus semble aussi se refléter dans les conclusions, également divergentes, des écoles de pensée sur la croissance endogène au sujet du rôle, de l'importance et des implications des DPI.

Les auteurs concluent que, dans un monde où les coûts de transaction élevés sur la PI entrecroisent la recherche publique, «il est primordial que le cadre politique en place puisse s'adapter et permettre aux régimes en vigueur d'évoluer en fonction des impératifs de technologies différentes offrant des possibilités de développement différentes.» Étant donné les limites de l'Accord général sur les tarifs douaniers et le commerce et de l'Accord relatif aux aspects des droits de propriété intellectuelle qui touchent le commerce (GATT-TRIP), qui font une discrimination à l'égard de certaines technologies, la seule manière pratique de parvenir à un tel objectif consiste apparemment à recourir davantage aux régimes de PI sui generis. Si telle est bien la conclusion des auteurs, pareille option justifierait une analyse plus poussée.

Les auteurs concluent aussi que dans le monde décrits par les modèles de croissance endogène, où les transactions ne suscitent aucun coût, les meilleurs résultats viendraient d'un vaste régime de protection des brevets combiné à une interprétation juridique plus souple des pratiques de licence de la propriété

intellectuelle, sous le couvert des lois antitrust. La clé des deux modèles proposés par les auteurs (modèle des variantes et modèle des degrés de qualité) est que l'une des deux hypothèses qui suivent interdit l'imitation :

- les coûts de création ou d'imitation sont cachés dans une concurrence indifférenciée selon l'optique de Bertrand;
- il existe un brevet dont la durée est illimitée et dont l'application ne coûte rien.

Ces deux modèles sont pourvus de mécanismes qui supposent des retombées par divulgation complète du secret ou rétroingénierie peu coûteuse. Lorsqu'on évalue l'utilité des orientations politiques suggérées par les modèles formels de croissance endogène, il conviendrait de déterminer si les modèles où le coût des transactions est nul dans la plupart des cas et prohibitif dans certains autres sont applicables au marché. À titre d'expert-conseil sur les politiques relatives à la propriété intellectuelle, je sais par expérience que l'analyse économique de la PI a tendance à porter sur les détails d'un cas particulier plutôt que sur des modèles généraux.

Avec le modèle des variantes, qui suppose une concurrence monopolistique, la croissance vient d'une expansion continue du nombre de variantes offertes sur le marché. Un tel processus est insoutenable, car l'introduction de nouvelles variantes réduit les bénéfices qu'on prévoyait tirer du monopole. On ne crée donc pas d'autres inventions et il y a tarissement de la recherche pure et appliquée. Pour que la croissance se maintienne, il faut présumer que la productivité des travaux scientifiques repose sur des efforts de recherche et de développement cumulatifs et que tous les inventeurs en puissance ont accès au savoir accumulé. Il n'y aura croissance que si le recul du coût de la recherche parvient à compenser l'érosion de la rentabilité des nouvelles variantes.

Le modèle des degrés de qualité suppose que l'inventeur qui réussit à mettre au point un meilleur produit réalise des bénéfices monopolistiques, selon la qualité du perfectionnement réalisé. Il y a croissance parce que les produits s'améliorent constamment. Les retombées permettent aux personnes de l'extérieur de faire concurrence aux créateurs en perfectionnant les plus récentes inventions, puisque les entreprises ont toutes la possibilité technique de faire progresser l'invention. Une entreprise ne peut donc dominer indéfiniment une industrie sur le plan technique.

Les auteurs examinent les conséquences d'une entreprise qui parvient à s'assurer la maîtrise d'un produit ou d'une variante. Dans les deux modèles, on voit l'hypothèse des retombées en faisant intervenir une entreprise qui interdit la diffusion du savoir en vue de devancer ses rivales. Disposant de meilleures connaissances, l'entreprise réussit à accentuer son avance si bien qu'à un moment donné, il devient impossible de rivaliser avec elle. Le modèle des degrés de qualité remplace la rivalité au niveau de la recherche pure et appliquée par le monopole

sur les travaux de recherche et de développement. Chaque entreprise à la tête d'un secteur ne peut compter que sur elle-même pour les innovations. Les auteurs concluent qu'avec le modèle des variantes, l'économie ne connaît pas le problème des retombées scientifiques et techniques puisqu'on internalise l'externalité du savoir. La seule préoccupation a trait au monopole exercé sur le changement technologique.

Dans le même article, l'analyse sociale des DPI met en relief la théorie de la croissance endogène selon laquelle l'innovation endogène à l'entreprise créatrice est le principal déterminant de la croissance économique (Fagerberg, 1994). Les auteurs soutiennent qu'on ne parviendra à un investissement optimal dans la recherche privée que si on restreint les externalités qui empêchent l'entreprise novatrice de toucher un loyer approprié sur ses innovations. Les auteurs suggèrent que la théorie des perspectives de Kitch, en vertu de laquelle le détenteur d'un brevet sur une invention exceptionnelle est généralement autorisé à toucher des redevances plus élevées et à coordonner les recherches subséquentes, crée un modèle permettant de minimiser les externalités qui influent sur les activités créatrices de l'entreprise. Pour résoudre les problèmes du coût élevé des transactions mentionnés par les partisans de la théorie de l'économie évolutive, les auteurs proposent de nouvelles stratégies pour l'octroi de licences aux créateurs et à leurs successeurs.

Selon la théorie de l'économie évolutive, les entreprises qui s'efforcent d'empêcher les retombées pour prendre la maîtrise d'une technologie pourraient en réalité parvenir au résultat opposé. Des mécanismes qui déterminent la diversité ou l'éventail des innovations réelles introduites sur le marché et des processus en mesure de modifier la sélection ou l'importance économique relative des solutions de rechange sont des thèmes chers à la théorie de l'économie évolutive. Ces processus sont dynamiques et sont associés à la nature de la concurrence, perçue comme un moteur du changement endogène – la variété entraîne la sélection et les mécanismes de rétroaction débouchent sur le développement de variantes qui affectent la sélection (Metcalf, 1994). Si l'innovation est un phénomène dynamique dans un système, les préoccupations des auteurs au sujet des problèmes d'appropriation résultant de l'existence des externalités semblent déplacées. En effet, non seulement l'innovation est-elle exogène et endogène à l'entreprise, mais les entreprises peuvent aussi considérer ces deux mécanismes comme faisant partie du même processus créateur. Stoneman et Diederer (1994) penchent vers l'existence d'une telle relation et croient que le programme de recherche et de développement d'une entreprise engendre le savoir interne nécessaire pour maîtriser, évaluer et adapter les sources d'innovation exogènes. Dans l'analyse des effets sociaux, on doit donc absolument tenir compte des répercussions potentielles de la modification du mécanisme d'innovation qui pourrait résulter d'une plus grande maîtrise des créateurs sur les innovations subséquentes et la rapidité avec laquelle celles-ci voient le jour. Les auteurs ne s'attardent pas assez là-dessus.

Il est essentiel que les microéconomistes évaluent l'incidence des politiques

générales du marché sur l'entreprise. Pourtant, les auteurs ne s'intéressent qu'à l'entreprise, en particulier à l'innovation endogène à celle-ci, et négligent les autres institutions. Le régime des brevets, par contre, a évolué face à l'existence de nombreuses sources d'innovation, endogènes et exogènes à l'entreprise. On reconnaît désormais que l'innovation est en partie endogène aux entreprises créatrices puisqu'on accorde à ces dernières une période d'exploitation exclusive. Parallèlement, la divulgation et la diffusion des données du brevet appuient la notion qu'une partie des connaissances est exogène. On favorise ainsi les retombées d'une entreprise à l'autre, ce qui encourage l'innovation. Le régime de brevets souligne l'importance de la recherche pure financée par les organismes publics dans le processus d'innovation puisque les tribunaux ont toujours accordé une grande liberté intellectuelle aux établissements scientifiques, de façon à leur permettre d'entreprendre des travaux de recherche pure.

Les auteurs estiment que l'interface entre la science « libre » et la science « exclusive » joue un rôle important dans la théorie de la croissance endogène. Les deux modèles formels qu'ils examinent n'intègrent malheureusement pas les retombées de chaque élément sur l'autre. Il conviendrait de mentionner quelques tendances récentes en matière de propriété intellectuelle qui ont des répercussions sur la recherche publique. Ainsi, les instituts de recherche aux prises avec les coupures budgétaires s'efforcent énergiquement de trouver de nouvelles sources de revenu en octroyant des licences d'exploitation pour les technologies « exclusives » que protègent les droits de propriété intellectuelle. Ici, ce sont les restrictions financières plutôt que les DPI qui se trouvent principalement à l'origine de cette tendance. Le résultat n'en demeure pas moins que les instituts de recherche publics diffusent des connaissances qu'ils ont acquises grâce aux fonds publics débloqués par la réalisation d'objectifs à la fois publics et privés. Il s'ensuit une plus grande confusion entre la recherche publique et privée. Les établissements de recherche gouvernementaux et les universités livrent directement concurrence aux entreprises privées, voire indirectement en s'alliant avec une entreprise quelconque. Voici quelques exemples des conséquences potentielles d'une telle confusion des rôles.

- La société Hoffman-LaRoche a intenté des poursuites contre les instituts de recherche en biotechnologie universitaires et gouvernementaux qui ont enfreint son brevet sur la technique de polymérisation en chaîne. Si elle gagne sa cause, le coût de la recherche pure s'en trouvera augmenté (Carlton, 1995).
- Les National Institutes of Health des États-Unis ont déposé des demandes de brevet pour des séquences de gènes humains à fonction inconnue, ce qui a envenimé les relations entre les membres du Projet du génome humain.

En résumé, la principale critique des auteurs est que, lorsqu'on tente d'expliquer

l'accumulation du savoir par les activités des entreprises, on néglige en partie la croissance endogène attribuable aux retombées entre la recherche publique et la recherche privée et aux approches systémiques comme l'économie évolutive, les régimes d'innovation nationaux et l'explication des retombées technologiques d'un pays à l'autre.

LES DROITS DE PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE DANS UNE ÉCONOMIE GLOBALE FONDÉE SUR LE SAVOIR

L'OBJECTIF DE LA CONFÉRENCE dont s'inspire le présent ouvrage était de comprendre les incidences d'une croissance fondée sur le savoir sur l'économie canadienne et d'en déterminer les répercussions au niveau des politiques microéconomiques. Certains signes indiquent que le rôle des DPI dans l'innovation change fondamentalement dans une telle économie. Le passage vers une économie globale fondée sur le savoir a plus changé le droit et l'économique des droits de propriété intellectuelle au cours des cinq dernières années qu'au cours des deux siècles précédents. Parmi les principaux changements structurels qui affectent les aspects économiques des DPI, on retrouve le GATT-TRIP, la mondialisation des échanges, le virage technologique et les puissantes techniques de l'information. Selon Metcalfe, la croissance contemporaine de l'économie dérive en partie des changements structurels observés à tous les échelons, de la micro à la macroéconomique (Metcalfe, 1994). Les nouvelles analyses économiques des DPI ne doivent donc pas uniquement tenir compte de l'entreprise, mais de l'économie nationale dans le contexte d'un marché mondial.

Dans son rapport intitulé *Economic Arguments for Protecting Intellectual Property Rights Effectively*, l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE) estime que ceux qui élaborent les politiques gouvernementales doivent tenir compte des plus nombreuses incidences des DPI sur le comportement des entreprises, dans leurs analyses des aspects sociaux. Selon l'OCDE, les DPI peuvent favoriser les échanges internationaux, nourrir le processus d'innovation, faciliter le transfert technologique, encourager l'investissement à l'étranger et au pays, améliorer les perspectives de concurrence et exercer une influence positive sur la créativité à l'échelon national (OCDE, 1989).

En vertu de la théorie de la croissance endogène, ceux qui forgent les politiques relatives à la PI doivent saisir les effets des DPI sur le commerce, l'investissement et l'innovation. Ils doivent reconnaître qu'il faut mieux comprendre les retombées économiques du savoir tant sur le plan national qu'international. Pour alimenter le débat, voici deux points de vue sur les effets sociaux potentiels des DPI sur les retombées dans deux régimes : un régime d'innovation national et le commerce mondial.

Par régime d'innovation national, Patel et Pavitt entendent les institutions

nationales (structure et compétences propices à la créativité comprises) qui déterminent la rapidité d'acquisition des technologies et les tendances en la matière. Quatre types d'institution poursuivant ce genre d'activités forment le régime d'innovation national (Patel et Pavitt, 1994) :

- les entreprises, qui investissent pour innover;
- les universités, qui entreprennent des travaux de recherche pure et procurent la formation connexe;
- les établissements d'enseignement, qui dispensent l'éducation et la formation professionnelle;
- les gouvernements, qui s'occupent de la promotion et de la réglementation de la technologie.

Avec un régime d'innovation national, deux domaines revêtent une importance particulière pour la théorie de la croissance endogène et la propriété intellectuelle – l'échange d'information et le capital humain. Les DPI pourraient avoir d'importantes répercussions sur ces deux aspects en ce qui concerne les retombées de l'innovation et du savoir. En effet, les DPI peuvent modifier indirectement l'importance des retombées attribuables à l'autoroute de l'information parce qu'ils influent sur l'adoption des normes techniques (c.-à-d. infrastructure de l'autoroute), et directement par leur application aux échanges d'information dans le cyberspace. Les DPI peuvent aussi avoir une incidence négative sur l'accumulation des connaissances si on s'en sert pour freiner de façon abusive la mobilité du capital humain entre les entreprises et empêcher d'anciens employés de mettre sur pied une firme concurrente.

Dans le contexte d'un système d'innovation national, il existe un besoin accru de coordination des politiques entre la stratégie relative à la PI et les autres politiques concernant le commerce, l'investissement et l'innovation qui agissent sur la croissance de l'économie. Les brevets semblent offrir de plus en plus aux entreprises des motifs pour investir dans la recherche et le développement et créer de nouvelles technologies (p. ex. produits et procédés). Les DPI semblent aussi agir davantage sur ce que Lipsey et Carlaw appellent la «structure facilitante» de l'entreprise, de l'industrie et de l'économie. Dans une économie reposant sur le savoir, les DPI accélèrent le processus d'innovation en laissant les inventeurs prendre les arrangements les plus intéressants sur le marché et en facilitant les transactions axées sur les connaissances. Il faut souvent un brevet pour qu'une multinationale et une petite entreprise de biotechnologie nouent alliance. Il semble aussi s'agir d'un important prérequis au bon fonctionnement des marchés de capitaux de haute technologie. Il se peut que les DPI exercent une influence appréciable sur la culture commerciale, c'est-à-dire la manière dont les entreprises se livrent concurrence dans un pays et à l'échelle du globe. La théorie des

changements institutionnels induits de Ruttan et Hayami suggère que les institutions (comprenant les droits de propriété), peuvent avoir d'importants effets sur la culture et le réservoir de ressources, de techniques et d'institutions (Ruttan et Hayami, 1984). Bref, les DPI pourraient intervenir dans le modelage des aspects structurels et culturels de la faculté d'innovation de l'économie canadienne.

Ostry croit qu'une intégration plus profonde des économies nationales dans l'après GATT-TRIP redéfinira le concept de l'accès aux marchés et effacera la frontière entre marchés nationaux et internationaux. Cet auteur en conclut que les négociations sur les échanges internationaux ne se borneront désormais plus aux obstacles traditionnels à la frontière, mais s'attaqueront à de nouveaux obstacles structurels nationaux. Pour les multinationales, accéder aux marchés signifie accéder aux systèmes commerciaux, aux investissements et à la technologie (Ostry, 1995). Apparemment, les gouvernements et les entreprises recourent de plus en plus aux DPI dans leurs stratégies en matière de commerce, d'investissement et d'innovation. Dans une économie mondialisée, les marchés nationaux se font concurrence pour obtenir investissements et emplois. Les gouvernements qui adoptent des stratégies économiques plus complexes pour faire figure de pionnier dans les politiques de PI et en retirer les avantages pourraient connaître un essor économique sensiblement plus important que les pays qui tardent à agir. En outre, les politiques de PI pourraient avoir une incidence directe sur l'importance des retombées globales, puisque celles-ci modifient l'accès aux marchés, à la technologie et à l'investissement.

On pourrait recourir à des régimes de PI trop laxistes ou trop sévères pour créer des obstacles au commerce. Les États-Unis ont admis qu'une protection insuffisante de la propriété intellectuelle nuit aux échanges, empêche les entreprises américaines d'être concurrentielles et d'accroître leur part du marché à l'étranger. Auparavant, des pays plus petits, importateurs de technologie, prenaient des mesures protectionnistes (licences d'exploitation obligatoires et exigences en matière d'emploi) pour soutenir les industries de base nationales. Toutefois, ces politiques de PI cachent une stratégie à l'égard des retombées. Dans une économie mondiale fondée sur le savoir, on pourrait protéger les investissements dont les entreprises en expansion ont besoin pour élargir leur marché par des produits et des services novateurs, exclusifs et médiatiques en interdisant la falsification et la reproduction de la propriété intellectuelle dans les autres pays. Manifestement, la mondialisation des échanges modifie la nature des retombées prévues. Une trop forte protection de la PI pourrait aussi nuire au commerce. En adoptant une stratégie avant-gardiste consistant à retenir les normes les plus élevées, à étendre la portée de la protection (p. ex. brevets sur le logiciel et les formes de vie supérieures) et à implanter une réglementation vigoureuse à la frontière, les États-Unis pourraient ériger d'importants obstacles pour ceux qui désirent pénétrer leur marché. Éventuellement, cette stratégie pourrait inciter les pays retardataires à harmoniser leurs normes de protection avec celles des États-Unis dans certains domaines.

Lorsque les barrières commerciales conçues par les entreprises remplacent les barrières tarifaires et non tarifaires, les DPI voient leur importance s'accroître car ils attirent les investissements directs de l'étranger. Pour l'instant, les États-Unis aident les multinationales qui utilisent les DPI pour segmenter les marchés nationaux et effectuer une discrimination des prix en interdisant les importations parallèles et en appliquant des mesures de protection à la frontière. Lors des négociations de l'ALENA, les États-Unis ont rejeté la proposition du Mexique qu'on mette fin aux DPI en Amérique du Nord. Étant donné la segmentation des marchés nationaux, bon nombre de pays de l'OCDE ont négocié avec des multinationales afin que celles-ci investissent plus à l'étranger, en échange d'une meilleure protection des produits pharmaceutiques brevetés (p. ex. projet de loi C-22 au Canada) qui leur permettrait de réaliser plus de bénéfices. Le risque existe néanmoins qu'on assiste à un relèvement des normes de PI dans les pays de moindre importance comme le Canada, les pays se faisant concurrence pour obtenir les investissements et les emplois des multinationales, par le biais des subventions à la PI.

Les gouvernements étrangers ont adopté des politiques techno-nationalistes qui encouragent l'innovation locale tout en restreignant la fuite des connaissances hors du pays. Dans certains cas, on se sert des DPI comme subvention gouvernementale aux industries stratégiques, entre autres l'informatique et la biotechnologie. Les gouvernements se livrent aussi concurrence en se servant des brevets pour mettre les résultats des recherches publiques à l'abri des compétiteurs. L'accès aux brevets gouvernementaux pose déjà un grave problème de retombées. En 1993, le Patent and Trademark Office des États-Unis a signalé que le gouvernement américain avait obtenu 1 165 brevets, ce qui le classait au premier rang des inventeurs. Les efforts déployés par le gouvernement américain pour empêcher les autres pays d'accéder aux résultats du projet sur le génome humain (demandes de brevet sur des gènes déposées par les National Institutes of Health) illustrent bien ce genre de politique techno-nationaliste.

Voici une question capitale que soulèvent les implications de la théorie de la croissance endogène : quelle serait la meilleure stratégie nationale en matière de retombées dans une économie mondiale fondée sur le savoir où il y aurait relèvement des normes internationales de protection de la PI? Les résultats des travaux de Coe et Helpman pourraient avoir d'importantes implications pour les retombées technologiques de la PI. Ces auteurs croient que dans une économie caractérisée par l'échange international de l'information et la diffusion des connaissances, la production d'un pays repose sur ses propres efforts de recherche et de développement et sur les efforts similaires entrepris par ses partenaires commerciaux. Un concept capital est qu'un pays peut exploiter les retombées des progrès technologiques réalisés à l'étranger s'il poursuit lui-même de la recherche pure et appliquée. En outre, les travaux de recherche et de développement étrangers affectent directement la productivité d'un pays, car ils permettent l'acquisition de nouveaux matériel et techniques, procédés de fabrication et

méthodes d'organisation. Le même pays en bénéficie aussi indirectement grâce aux importations de biens et de services. Coe et Helpman concluent à des retombées scientifiques et techniques appréciables des principaux pays et estiment que le Canada profite surtout des retombées des États-Unis (Coe et Helpman, 1994). Ces constatations pourraient constituer un intéressant point de départ à l'étude d'une politique de PI reposant sur les retombées. Par exemple, ne devrait-on pas s'efforcer de comprendre quelles incidences économiques un relèvement des normes mondiales sur les DPI aura tant sur le taux d'innovation national que sur les retombées des États-Unis et d'autres pays au Canada?

Sur le plan politique, les DPI créent un conflit entre l'objectif voulant qu'on encourage l'innovation technologique et celui voulant qu'on favorise une diffusion rapide de la nouvelle technologie et l'accumulation des connaissances. Chaque nation a instauré un régime de PI s'efforçant d'équilibrer ces deux objectifs contradictoires, mais apparemment nécessaires dans le cadre économique, politique et social pertinent (Conseil national de recherches, 1993). Le point d'équilibre fluctue avec l'évolution de la technologie, des marchés ou des valeurs sociales (USOTA, 1992). Le Canada a toujours importé des biens et des services qui intègrent la PI – produits de haute technologie, produits culturels et produits exclusifs – si bien que la politique canadienne s'est orientée vers la réalisation de multiples objectifs économiques et sociaux. Le manque historique d'entreprises et de secteurs novateurs au Canada a contribué à faire naître une culture intérieure de PI qui a tendance à insister sur les effets de redistribution des DPI. À mesure que nous nous dirigerons vers une économie plus créatrice, le débat sur la PI devra dégager les incidences d'une économie articulée sur le savoir sur l'innovation, l'investissement et le commerce, de même que les conséquences des retombées technologiques aux échelons institutionnel, national et mondial.

BIBLIOGRAPHIE

- Carlton, Jim, «Right to Use Patented Products In University Research Threatened», *Wall Street Journal*, (25 mai 1995) : B12.
- Coe, David T. et Elhanan Helpman, *International R&D Spillovers*, National Bureau of Economic Research, Working Paper No. 4444, Cambridge, MA, août 1993.
- Fagerberg, Jan, «Technology and International Differences in Growth Rates», *Journal of Economic Literature*, XXXII, (septembre 1994) : 1147-1172.
- Lipsey, Richard G. et Ken Carlaw, «A Structural View of Innovation Policy», ce volume.
- Metcalf, J.S., «Evolutionary Economics and Technology», *The Economic Journal*, (juillet 1994).
- National Research Council, *Global Dimensions of Intellectual Property Rights in Science and Technology*, sous la direction de Mitchell B. Wallerstein, Mary Ellen Moguee et Roberta A. Schoen, Washington, DC, National Academy Press, 1993.
- Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE), *Economic Arguments For Protecting Intellectual Property Rights Effectively*, Paris, OCDE, 1989.

- Ostry, Sylvia, *The Post Uruguay Trading System: Major Challenges*, Industry Canada Distinguished Speakers Series, 12 mai 1995.
- Patel, Parimal et Keith Pavitt, «National Innovation Systems: Why They Are Important, and How They Might be Measured and Compared», *Economics of Innovation and New Technology*, 3, (1994) : 77-95.
- Ruttan, Vernon W. et Yujiro Hayami, «Toward a Theory of Induced Institutional Innovation», *Journal of Development Studies*, 20, 4, (juillet 1984) : 203-223.
- Stoneman, Paul et Paul Diederer, «Technology Diffusion and Public Policy», *The Economic Journal*, (juillet 1994).
- U.S. Congress, Office of Technology Assessment (USOTA), *Finding a Balance: Computer Software, Intellectual Property, and the Challenge of Technological Change*, OTA Report No. 052-003-01278-2, Washington, DC, avril 1992.



Partie III Dîner-causerie



Les incidences économiques et sociales d'une société à forte intensité de qualifications

J'AIMERAI SOULEVER CERTAINES DES GRANDES QUESTIONS socio-économiques que pose la société fondée sur la matière grise. Histoire de bien situer le thème, je remonterai dans le temps pour vous donner un aperçu de la façon dont ces questions ont évolué et fini par occuper l'avant-scène aujourd'hui. Je m'inspirerai pour cela de mes propres travaux, que je mène dans certains cas depuis le début des années 1980 sur la nature de la technologie et sur les changements «radicaux» et parfois destructeurs que les progrès de celle-ci entraînent.

Au cours des dernières années, Richard Lipsey a exposé ces questions beaucoup plus en détail que moi. Comme dans d'autres domaines de la science, on comprend mieux maintenant les concepts anciens et nouveaux, notamment en ce qui concerne la nature du «changement» technologique. Dans les années 1980, les économistes, même ceux qui s'intéressaient aux dimensions économiques du changement technologique, rejetaient ces idées, souvent qualifiées de schumpétériennes, à cause du manque d'éléments probants. Dans leur livre daté de 1982, Chris Freeman et John Clark ont fait de leur mieux pour fournir toute une gamme de données historiques agrégées et sectorielles afin d'étayer nos idées, mais ils ont dû baisser pavillon face aux nombreuses études classiques appliquées sur la croissance et aux nombreux modèles macroéconomiques, qui n'annonçaient aucune évolution radicale de la plupart des indicateurs du rendement économique. Cependant, tout comme de nombreux autres gens d'affaires, spécialistes de la technologie et sociologues, nous n'avons pas été convaincus par les explications de style «bien faire et laisser braire» ou par les thèses axées sur le choc pétrolier émanant d'instances telles que l'Organisation pour la coopération et le développement économiques (OCDE). Nous avons donc raffiné encore plus notre analyse en essayant d'échapper au débat empirique; nous avons pour cela attiré l'attention sur les décalages institutionnels et sur le long retard qu'accusent, au chapitre de l'«apprentissage», les agents s'adaptant à des virages technologiques nouveaux et radicaux.

Malgré les nombreuses percées empiriques des 10 dernières années, on ne se surprend guère de faire encore face au même problème, essentiellement. Nous (et, si vous le permettez, j'inclurai tous les participants à la présente conférence dans la

catégorie des «convaincus») avons toujours du mal à illustrer empiriquement le caractère radical du changement technologique actuel, qui va de pair avec la convergence de l'informatique et de la technologie de l'information. Il demeure très difficile de convaincre les macro-économistes traditionnels que de puissants arguments confirment ce caractère, en ce qui concerne plusieurs macro-indicateurs classiques. Chose certaine, les économistes croient de plus en plus à l'importance de certaines des nouvelles technologies polyvalentes actuelles et à l'émergence, dans tous les secteurs, de ce que l'on pourrait appeler une économie axée sur la matière grise.

Certes, les technologies actuelles de l'information et des communications possèdent des caractéristiques évidentes que nous ne pouvions prévoir il y a 15 ans. Du point de vue historique, elles semblent de plus en plus être les premières technologies à avoir des dimensions véritablement mondiales. D'autres exposés réunis dans le présent volume ont porté sur ces caractéristiques. Les technologies de l'information et des communications ont des incidences qui ne sont pas limitées, au sens traditionnel du terme, à une région ou à un pays donné, mais qui se manifestent plutôt à l'échelle mondiale. En outre, ces technologies se caractérisent par un aspect particulièrement important, qui a lui aussi été mentionné pendant la conférence : la codification. Ce sont en fait des technologies qui codifient les connaissances. On n'a toujours pas tranché la question de savoir si l'intensification de la codification des connaissances favorise la diffusion plus rapide et le transfert international des technologies, ou si le savoir implicite propre à des entreprises données est encore essentiel pour garantir la croissance de la productivité et l'efficacité du transfert des techniques. Il y a cependant peu de doute que la codification des connaissances est au coeur même des nouvelles technologies.

J'aimerais maintenant mettre l'accent sur certains des aspects sociaux des nouvelles technologies de l'information et des communications. Quelques semaines avant le sommet du G-7 sur la société de l'information, à Bruxelles, j'ai reçu un exemplaire d'un article récent de David Noble, qui s'intitulait «Toute la vérité sur l'inforoute» (*The Truth about the Information Highway*). Je cite :

Bien sûr, la propagande ne fait jamais allusion aux effets néfastes de la technologie. Cependant, ils feront de nombreuses victimes dans l'avenir. La majorité des Canadiens le savent déjà instinctivement. D'après un sondage Gallup mené en 1993, 41 % des personnes qui avaient alors un emploi croyaient qu'elles le perdraient. En dépit de cette intuition, cependant, un fatalisme irrémédiable s'est abattu sur la population. Cette issue est inévitable. Ou alors, on a séduit la population avec un éventail envoûtant de nouveaux outils et divertissements caractéristiques de la société de l'information. Magasinage à domicile, vidéos pour le foyer, apprentissage à domicile, divertissements à domicile, communications à domicile : comme on le voit bien, les mots clefs sont toujours «à domicile» ou «au foyer». Car c'est à domicile que se trouvent les gens sans

emploi, à condition qu'ils aient encore un domicile ! On met l'accent sur les loisirs, car à cause du chômage massif, les gens auront beaucoup plus de temps libre. Quelques chanceux travailleront à la maison, à mesure que leur emploi envahira leur foyer, dans les «ateliers de pressurage» de l'avenir. (Traduction libre.)

Ce que j'essaie de montrer en citant ces propos de Noble, c'est qu'un fossé de plus en plus profond se creuse, je crois, entre les économistes, les technocrates, les milieux d'affaires et les technologues, d'une part, et l'ensemble de la population, d'autre part, relativement à l'importance de ces technologies et à leurs incidences probables sur la société. Les membres de la population active semblent craindre davantage l'insécurité associée à ces technologies et, en particulier, leurs effets sur la stabilité de leur emploi, voire sur la «survie» de ce dernier. Il faut vraiment remonter le cours de l'histoire pour se rendre compte de la nature fondamentale des changements technologiques radicaux antérieurs et comprendre comment ils ont orienté la société dans des directions nouvelles, et parfois totalement différentes de ce qui existait avant. Des économistes présents à la conférence ont beaucoup écrit sur ce thème. C'est pourquoi je serai bref.

On pourrait dire que l'imprimerie a été la toute première expression de la technologie de l'information. De nombreux experts ont étudié ce sujet, notamment pour savoir pourquoi la technologie de l'imprimerie ne s'est pas répandue de la même façon partout dans le monde. La religion constitue un des principaux éléments de réponse à cet égard. En effet, la Bible imprimée est devenue l'«instrument» dont le mouvement réformiste s'est servi pour diffuser son message dans toute l'Europe au Moyen-Âge, dans sa lutte contre Rome. En revanche, dans le monde arabe, plus avancé que l'Europe sur le plan culturel, on connaissait depuis des siècles le principe de base de l'imprimerie, mais celui-ci ne se répandit pas parce que la religion interdisait l'impression des caractères arabes. C'est pourquoi la première édition du Coran ne fut produite au Caire que vers 1876, soit près de 400 ans après l'invention de cette technologie en Europe. Cela influe, encore aujourd'hui, sur la multiplication des bibliothèques et des universités et sur la diffusion des connaissances. En d'autres mots, certaines caractéristiques, dont nous penserions qu'elles sont des éléments de l'intégration sociale, ont entraîné, dans certains pays, une diffusion et une adaptation plus rapides des technologies radicalement nouvelles. Dans d'autres, ce fut le contraire. J'affirme que nous pourrions fort bien être, aujourd'hui, en présence de technologies semblables qui entraîneront elles aussi des différences dans la capacité de nos sociétés d'intégrer de tels changements fondamentaux. Et comme dans le passé, des pays réussiront mieux que d'autres à s'adapter aux nouvelles technologies et à les assimiler.

C'est sans doute là une des principales raisons pour lesquelles je m'intéresse tant au projet dit «du G-7» que je coordonne à l'OCDE. Il a pour but d'analyser de plus près l'intégration sociale de la nouvelle tendance que nos sociétés vivent, à mesure qu'elles évoluent vers une économie fondée sur la matière grise. Jusqu'ici, l'équipe du projet s'est penchée sur quatre thèmes différents.

D'abord et avant tout, la nature des emplois créés, et éliminés, dans le sillage des nouvelles technologies et le régime de rémunération connexe (qui y gagne et qui y perd) suscitent de plus en plus d'inquiétude. David Noble aborde la question dans une certaine mesure, dans le document que je viens de citer. Les auteurs d'écrits récents estiment que le débat sur la façon dont la technologie influe sur le chômage dans un pays donné concerne aussi maintenant des questions sur les compétences et la répartition des emplois créés et perdus. Selon moi, ces aspects sont au coeur du débat actuel aux États-Unis et, de plus en plus, en Europe. Pourquoi observe-t-on si clairement, aux États-Unis, les signes d'un changement technique favorisant certaines compétences et lié étroitement à l'utilisation des ordinateurs ? Pourquoi ce «parti pris» est-il si peu évident dans des pays comme l'Allemagne ou le Japon ? D'après les données recueillies jusqu'ici, le recours croissant à de nouvelles technologies de l'information a fait chuter la demande relative de travailleurs non qualifiés et favorisé la hausse de la demande relative de main-d'oeuvre qualifiée. L'évolution technologique a intensifié la non-concordance entre les compétences que les travailleurs possèdent et celles que les employeurs exigent. En ce qui concerne la demande de compétences, les questions fondamentales les plus pertinentes se rapportent au développement du capital humain. Les changements observés dans la gamme de compétences de la main-d'oeuvre, dans différents pays de l'OCDE, ont certainement été importants, et tous ces derniers n'ont pas vécu de la même façon les changements ayant caractérisé l'écart relatif entre la rémunération des travailleurs spécialisés et celle de la main-d'oeuvre non qualifiée. Dans l'ensemble, l'évolution des politiques de formation professionnelle et d'éducation des divers pays ne suit encore aucun axe clair et unique. Au contraire, les pays se livrent à de nombreuses expériences afin de faire correspondre davantage l'enseignement et la formation aux exigences du marché du travail, tout en incitant la population active à acquérir des compétences plus vastes qui lui permettront de s'adonner à un apprentissage continu. Dans tous les pays, on reconnaît vigoureusement qu'il faut accélérer la transition à l'apprentissage continu et adopter de nouvelles formules d'enseignement et d'acquisition des connaissances : citons ici l'apprentissage «juste à temps», l'élargissement de la gamme des options en matière de formation, la multiplication des régimes d'apprentissage et de formation axés sur le travail, et des cours destinés à encourager la création d'entreprises.

En second lieu, on s'interroge sur les gains réels (mesurables) de productivité attribuables à l'introduction des nouvelles technologies. Ces gains ont été limités et ils ont mis du temps à se concrétiser, en dépit d'investissements importants faits dans les nouvelles technologies. Ici encore, les faits portent à croire que l'incidence qu'ont ces dernières (et, en particulier, les technologies de l'information et des communications) sur la productivité et la croissance dépend fondamentalement non seulement de la «création de connaissances», mais aussi de la façon dont on accède à la technologie et aux connaissances, sur les plans tant national qu'international, et de la manière dont elles sont diffusées à tous les niveaux de l'économie. Pour le moment, la politique met encore l'accent sur la

production (plutôt que sur la diffusion) de technologies industrielles (plutôt que de connaissances), dans les grandes (et non les petites) entreprises de fabrication (plutôt que dans les sociétés du secteur tertiaire). En «rééquilibrant» la politique technologique, on en rendrait les objectifs plus compatibles avec ceux d'autres politiques, avec les nouvelles priorités et avec les cadres stratégiques en évolution. D'après moi, il faudrait pour cela :

- élargir la gamme des options examinées au stade de l'élaboration des politiques, en faisant intervenir davantage et plus tôt tous les intervenants que celles-ci concernent, à savoir les entreprises de toutes les tailles et de tous les secteurs, les centres de recherche, les universités, les milieux financiers, et les utilisateurs des technologies;
- adapter les politiques à certaines des caractéristiques systémiques de l'innovation (c'est le maillon le plus faible, et non le plus fort, qui détermine davantage le degré de succès);
- repenser les rôles incombant à chaque intervenant pour renforcer les mécanismes du marché et, surtout, la concurrence sur les marchés des produits.

Troisièmement, on a de plus en plus de doutes, surtout en Europe, au sujet de la «nouvelle demande» réelle qu'engendre l'utilisation des nouvelles technologies, notamment dans les domaines où les marchés semblent échouer ou être «mal» réglementés. Par exemple, on convient généralement que les technologies des télécommunications changent plus rapidement que la réglementation pertinente. Il faut donc accélérer la réforme des règlements dans ce secteur, vu qu'elle est essentielle à l'expansion des «inforoutes» et des services connexes que l'on considère généralement comme étant d'importants «moteurs» de la demande et de la croissance. Il est difficile de prévoir quels seront les effets concrets des applications de l'infrastructure informationnelle sur l'emploi, ou leurs incidences générales sur l'économie. Sur ce point, mais sur ce point seulement, je rejoins David Noble dans une certaine mesure. De toute façon, le résultat net dépendra de l'échéancier envisagé. À court terme, le bilan pour l'emploi risque fort bien d'être négatif. À long terme, tout sera fonction de divers facteurs interdépendants :

- la rapidité avec laquelle les consommateurs et les entreprises adopteront les nouvelles applications, et l'ampleur de ce phénomène;
- les barèmes tarifaires pour l'utilisation des applications et l'accès à ces dernières, barèmes qui influenceront sur les taux d'utilisation et la diffusion;
- la rapidité avec laquelle on mettra au point de nouvelles technologies, et l'ampleur de cet effort;
- l'existence d'incitations commerciales appropriées, pour la mise au point et la diffusion d'applications.

Et en dernier lieu, des questions se posent sur les changements organisationnels nécessaires dans les entreprises. Les nouvelles technologies engendrent des problèmes concernant l'organisation du travail (souplesse, compétences multiples, sécurité d'emploi, etc.) et de la production (production «sur commande», rationalisation des effectifs, et spécialisation souple, par ex.) et la capacité qu'ont les entreprises d'apprendre (acquisition des connaissances et rôle des atouts complémentaires). Et puis, il y a aussi la création d'emplois (réelle et potentielle) dans les petites et moyennes entreprises (PME), notamment dans celles qui sont axées sur les nouvelles technologies. On organise les structures internes des entreprises en suivant les grandes lignes de l'heure : décentralisation des tâches, réduction du nombre de paliers hiérarchiques, transfert des responsabilités au secteur de la production, et amenuisement des unités d'exploitation. À l'extérieur, les entreprises concluent des partenariats d'ordre technologique pour mettre au point de nouveaux produits, procédés et services, elles recourent à l'impartition pour la production et pour se procurer des composantes et des services, et l'on voit surgir de nouvelles stratégies de commercialisation. Ceux qui élaborent les politiques doivent chercher surtout à diminuer le coût de pareils changements organisationnels et à en accroître les avantages. Il faut, pour cela, réduire les frais de transition et faire face à l'«échec» des marchés, et faire baisser le coût que supposent les longues étapes d'apprentissage, lesquelles vont de pair avec l'introduction des nouvelles technologies et organisations. Trois aspects stratégiques revêtent une importance particulière :

- les compétences requises sur le marché ont changé (former les personnes et les groupes exclus et leur faire acquérir des habiletés);
- les changements organisationnels, la mutation de la concurrence, et la réforme des règlements (réglementer le travail, trouver l'équilibre entre concurrence et coopération, rôle des services d'achat gouvernementaux, etc.);
- améliorer l'infrastructure commerciale (diffusion des informations sur les meilleures pratiques, surtout auprès des PME, comptabilisation du capital humain, etc.).

Je conclurai en disant que toute cette analyse met vraiment en lumière la diversité des nombreux défis auxquels nous faisons face. Ceux-ci ne se limitent ni à la science et à la technologie, ni à la production de connaissances, au sens strict du terme, ni aux questions de fond. Ils concernent aussi la macro-économie et l'influence que les taux d'intérêt réel élevés ont, par exemple, sur la diffusion de la technologie et sur les investissements (non pas seulement les investissements matériels, mais aussi les investissements dans le savoir). Ils se rapportent à l'éducation et au fait que de vastes éléments de notre système éducationnel doivent être entièrement refondus, encore une fois par suite de l'évolution vers une économie plus axée qu'avant sur la matière grise. Et ils ont aussi trait aux nombreux autres domaines clefs que j'ai mentionnés plus haut.

Toute cette étude montre bien pourquoi il faut modifier radicalement l'élaboration des politiques et la façon dont elles sont organisées, face à des changements assez draconiens. Et, dans une certaine mesure, nous sommes bien sûr coincés dans un cadre de discussion hérité du passé : tout est bien compartimenté, et le débat porte sur les questions telles que nous les percevons d'un point de vue ancien. Or, ce cadre risque de ne plus correspondre aux nouveaux défis qu'amène l'économie axée sur la matière grise.



*Partie IV Faciliter la croissance fondée
sur le savoir*





La politique d'innovation, point de vue du structuraliste

INTRODUCTION

DANS LE PRÉSENT ARTICLE, nous évaluerons les politiques conçues pour encourager l'innovation, selon la théorie de la croissance vue sous l'angle du structuraliste¹. Dans la première partie, nous décrirons les principes fondamentaux de cette théorie qui fait une distinction entre la technologie et la structure facilitante qui l'encadre. Notre analyse s'appuie dans une large mesure sur les travaux de Lipsey et Bekar (1995). Trois éléments essentiels doivent d'abord être respectés :

- premièrement, il faut distinguer la technologie, sa structure facilitante et sa performance au sein de l'économie;
- deuxièmement, on doit procéder à quelques généralisations importantes au sujet des particularités de l'innovation et du changement technologique;
- troisièmement, il faut tenir compte de certaines implications des généralisations empiriques qui précèdent, la plus importante étant que l'innovation entraîne inévitablement une exposition appréciable à l'incertitude.

D'après la théorie existante, un degré d'exposition appréciable à l'incertitude signifie qu'il est impossible de déterminer :

- la somme optimale de recherche et de développement (R et D) et d'innovations;
- la meilleure orientation des innovations;
- le seuil à partir duquel les innovations donnent des résultats décevants;

- les politiques gouvernementales idéales permettant d'encourager l'innovation.

Les économistes ne peuvent donc établir les conditions optimales à la prise de décisions en matière de politiques; ils ne peuvent que fournir un jugement éclairé.

Dans la deuxième partie de cet article, il sera question des critères utilisés pour jauger le succès d'une politique d'innovation et du classement des 30 cas examinés.

La troisième partie porte sur quelques études de cas (politiques d'innovation). La plupart de ces dernières se retrouvent à l'annexe A. Les explications données dans le corps du texte n'ont d'autre but qu'illustrer le type de cas examinés et les leçons qu'on en a tirées en matière de politique². L'analyse résume considérablement les données recueillies sur la plupart des cas.

Enfin, la dernière partie dégage les leçons de politique générales qui dérivent des études de cas. La valeur des leçons n'a pas été vérifiée. Ces dernières ne nous sont suggérées que par nos observations et la théorie que nous avons élaborée. Elles mériteraient donc une étude plus poussée.

LA THÉORIE DU STRUCTURALISTE, QUELQUES RUDIMENTS

LES PRINCIPES EXPOSÉS ICI s'inspirent de Lipsey et Bekar (1995) et reprennent les aspects fondamentaux de l'approche du structuraliste à l'innovation et au changement technologique nécessaires à notre propos.

TECHNOLOGIE, STRUCTURE, PERFORMANCE

SELON LE POINT DE VUE STRUCTUREL-HISTORIQUE de Lipsey-Bekar, la croissance vient principalement des modifications apportées aux techniques de production, c'est-à-dire à ce que nous fabriquons et aux méthodes utilisées pour cela³. Ces techniques fonctionnent à l'intérieur d'une structure facilitante complexe qui en garantit la performance économique. À la base de la technologie, de la structure facilitante et de la performance qui en résulte se trouve le savoir. Sans savoir, il n'y aurait rien.

Technologie

Les *techniques de production*, appelées plus généralement *technologie*, se divisent en technologie des produits et technologie des procédés.

T-1 *Technologie des produits* : spécifications des biens et des services offerts.

T-2 *Technologie des procédés* : spécifications des procédés utilisés pour obtenir les biens et les services (et les résultats des recherches)⁴.

Derrière toute technologie il y a des *connaissances techniques*, en l'occurrence des connaissances appliquées sur les technologies des produits et des procédés existantes et des principes fondamentaux. Le savoir relatif aux technologies

existantes se compose en partie de connaissances que l'on peut codifier et de connaissances tacites, c'est-à-dire l'aptitude à fabriquer et à utiliser des biens d'équipement qu'on ne peut entièrement tirer des plans et des manuels. Les connaissances impossibles à codifier sont qualifiées de «tacites». Les producteurs les acquièrent peu à peu par l'apprentissage. Lipsey et Bekar appellent ces spécifications des «plans+» pour illustrer qu'elles combinent des connaissances codifiables et des connaissances tacites. Plus une innovation est fondamentale, plus il faut de connaissances tacites pour l'exploiter, c'est-à-dire plus l'écart est grand entre les plans, une demande de brevet par exemple, et les plans+, soit les connaissances sans lesquelles on ne pourra exploiter l'invention.

Lorsqu'elle définit la technologie, la théorie néoclassique suppose l'existence d'une fonction de production décrivant une série de plans parmi lesquels on peut choisir librement et que l'on peut suivre, puis exploiter moyennant des coûts connus. Bref, l'entreprise peut aller d'un point à un autre de la fonction de production en sachant quel nouveau capital elle doit investir et quels seront ses frais d'exploitation.

Pour le structuraliste cependant, la seule certitude réside dans ce qui a déjà été fait. Les connaissances fondamentales donnent à penser que d'autres réalisations sont possibles mais développer la technologie nécessaire pour y parvenir est un processus onéreux empreint d'incertitude. Tant que la tâche n'a pas été entreprise, on ignore quels coûts entraîneront les technologies à venir. Par conséquent, les connaissances fondamentales présentes ne peuvent nous renseigner exactement sur ce qu'on peut créer et ce que cela coûterait. Elles nous donnent plutôt une idée de ce qu'on pourrait faire de différent, comparativement à ce qui se fait actuellement, et à quel coût. Ces concepts véhiculent une grande part d'incertitude, et plus on s'éloigne des plans en usage et de la structure facilitante qui les encadre, plus le degré d'incertitude grandit. C'est le cas quand on s'efforce de mettre de nouvelles idées en pratique – en partie à cause du nombre croissant de nouveaux éléments techniques à produire et à cause des nouveaux liens structureaux nécessaires: (Nous reviendrons plus loin au concept du degré d'exposition à l'incertitude.)

Le bagage de connaissances techniques existant (connaissances pures et appliquées) fait partie intégrante des entreprises, des universités, des laboratoires de recherche gouvernementaux et des autres institutions de production et de recherche.

Structure facilitante

Selon la théorie structurelle, la technologie fonctionne à l'intérieur du cadre plus vaste d'une structure facilitante et bon nombre des activités qui relient la technologie à la production surviennent au niveau des liens unissant cette structure à la technologie. La *structure facilitante* se compose de diverses variables aux niveaux de l'entreprise, de l'industrie et de l'économie.

Entreprise

S-1 Stock existant de biens d'équipement du producteur (du chercheur) incorporant (en partie) les techniques de production.

S-2 Stock existant de biens de consommation de longue durée (servant à produire un éventuel flux de services à la consommation).

S-3 Agencement des biens d'équipement dans les unités de production et affectation des tâches à certaines personnes.

S-4 Emplacement du capital physique.

S-5 Organisation financière et institutionnelle de l'unité de production.

Industrie

S-6 Structure de l'industrie, y compris concentration et importance de la coopération ou de la concurrence entre des unités juridiquement distinctes.

Économie

S-7 Infrastructure facilitant la production de biens et de services, par exemple réseaux routiers et ferroviaires, lignes électriques et services téléphoniques, aéroports et ports, installations de contrôle de la circulation. Infrastructure servant à former les êtres humains, par exemple écoles primaires, collèges, universités et programmes de formation sur le tas.

S-8 Institutions du secteur privé qui concourent au financement des activités productives, par exemple banques, compagnies d'assurance, fiducies, caisses de crédit et d'épargne, et les instruments qu'elles utilisent, notamment traites, cartes de crédit et certificats de dépôt négociables.

S-9 Institutions publiques, y compris le principe de la propriété privée.

S-10 Activités locales, nationales et supranationales du secteur public visant à faciliter et(ou) à réguler l'activité économique.

Plusieurs remarques sur la structure facilitante s'imposent.

- Bien qu'on s'interroge toujours sur l'existence d'une structure unique, idéale, pour un jeu donné de technologies, de produits et de procédés, certaines structures sont bien ou mal adaptées à l'ensemble de technologies existant.
- Un changement de technologie modifie les spécifications de la structure qui convient le mieux aux technologies, avec les changements subséquents que cela suppose à la structure réelle.

- L'adaptation de diverses composantes de la structure à de nouvelles technologies se heurte à une force d'inertie appréciable. Ainsi, la durabilité des biens d'équipement et la lenteur avec laquelle le gouvernement modifie ses lois et ses règlements sont deux sources de retard parmi beaucoup d'autres. Par conséquent, il faut toujours s'attendre à une certaine discordance entre la structure existante et les techniques de production courantes.

La structure facilitante repose sur deux types de savoir. Le premier a trait aux politiques. Ces connaissances se retrouvent essentiellement dans les institutions qui échafaudent et analysent les politiques. Il s'agit de connaissances théoriques et pratiques permettant de sélectionner les meilleures politiques en vue de la réalisation de buts donnés. Le deuxième ensemble est constitué des connaissances utilisées pour créer, exploiter et modifier les autres composantes de la structure facilitante que les politiques publiques, par exemple les méthodes permettant de mettre sur pied une entreprise ou de lancer un programme de formation sur le tas. Ces connaissances se retrouvent chez tous les agents qui composent la structure facilitante.

Dans le présent document, nous nous intéresserons à la manière dont les connaissances relatives aux politiques peuvent servir à entraîner une modification des connaissances techniques, donc de la technologie.

Performance économique

Les techniques de production mises en oeuvre au sein de la structure facilitante sont à l'origine de la *performance économique*.

P-1 Le produit intérieur brut (PIB), son taux de croissance et sa répartition entre les différents secteurs et de grands groupes généraux comme la production de biens et la production de services.

P-2 Le revenu national et sa répartition entre différentes classes établies en fonction des critères taille et fonction.

P-3 Taux d'emploi et de chômage, et leur répartition entre divers sous-groupes (secteurs et professions).

Comme nous nous intéressons surtout à la technologie et à la structure facilitante, nous n'avons pas besoin d'autres détails sur les variables qui déterminent la performance économique.

Innovation

Beaucoup d'auteurs utilisent assez librement les termes recherche, développement, innovation et diffusion en parlant du changement technologique. Dans le cadre du présent article, nous nous contenterons de faire la distinction suivante.

- Recherche précommerciale : Il s'agit des travaux de recherche et de développement dont on ne peut s'appropriier les résultats *de jure*. Bref, il s'agit essentiellement de travaux poursuivis par les institutions sans but lucratif et parfois dans les entreprises (qui peuvent souvent se prévaloir temporairement de l'exclusivité des résultats *de facto* en tenant les recherches secrètes).
- Recherche commerciale : Travaux de recherche et de développement dont les résultats peuvent être exclusifs *de jure* (mais rarement *de facto*). En l'occurrence, il s'agit surtout des recherches appliquées poursuivies dans les entreprises et les organisations sans but lucratif.
- Commercialisation : Par ce terme, on entend la mise en marché réussie d'un nouveau produit ou procédé technique. La «réussite» de la commercialisation varie dans chaque cas, à savoir il se peut qu'une entreprise échappe aux externalités avec lesquelles un organisme public doit composer.

Le processus d'innovation peut de toute évidence suivre un cheminement «en aval», c'est-à-dire de la recherche précommerciale à la recherche commerciale, puis à la commercialisation. Les problèmes de développement peuvent cependant donner lieu à de nouvelles recherches précommerciales, alors que des difficultés au niveau de la commercialisation peuvent entraîner une intensification de la recherche appliquée et(ou) précommerciale. (De fait, bon nombre de découvertes fondamentales dans les sciences pures sont issues des efforts déployés pour comprendre le fonctionnement d'une technique solidement établie.)

Par «innovation», on entend le *processus qui consiste à trouver une application aux résultats d'un changement technologique et à mettre en marché cette application ou à s'en servir là où on ne l'avait encore jamais utilisée ou commercialisée*. Ce processus intègre le cheminement direct de la recherche préconcurrentielle à la recherche concurrentielle, la commercialisation et les rétroactions d'«aval» en «amont». La précision «là où on ne l'avait encore jamais utilisée ou commercialisée» nous permet d'inclure à la définition la recherche de pointe ainsi que la prétendue diffusion des technologies existantes (compte tenu de la généralisation empirique concernant la lenteur et le coût élevé de la diffusion donnée plus bas).

GÉNÉRALISATIONS EMPIRIQUES SUR L'INNOVATION

LES GÉNÉRALISATIONS EMPIRIQUES qui suivent sont essentielles si on veut comprendre le processus du changement technologique et évaluer les politiques d'innovation. Ces généralisations reposent sur d'innombrables études détaillées entreprises au cours des quatre dernières décennies par des chercheurs des deux côtés de l'Atlantique⁵.

1. Recherche endogène : La recherche et le développement s'avérant une activité coûteuse, souvent poursuivie par des entreprises qui espèrent réaliser un bénéfice, l'innovation est en partie endogène à l'économie. Elle réagit donc à la fluctuation des possibilités de profit.
2. Recherche précommerciale et commerciale : Les entreprises qui poursuivent des recherches précommerciales en gardent souvent étroitement le secret dans l'espoir de mettre au point des applications qu'elles pourront exploiter avant leurs concurrents. Il se pourrait donc que d'autres entreprises poursuivent simultanément des recherches analogues. Si l'entreprise estime qu'elle ne peut garder les résultats secrets, elle pourrait aussi réduire ses recherches à un point inférieur aux travaux qu'elle poursuivrait si toutes les entreprises coopéraient. On ne peut s'approprier l'exclusivité des résultats de la recherche commerciale qu'en principe. Pour beaucoup de produits, la protection conférée par un brevet est dans le meilleur des cas restreinte ou négligeable.
3. Concurrence dans l'innovation : L'innovation est une importante variable stratégique pour les entreprises qui se livrent concurrence dans les secteurs de la fabrication et des services. (Ces secteurs ont une structure commerciale passablement éloignée de la concurrence parfaite.) Les industries concernées doivent innover constamment, ne serait-ce que pour préserver leur part du marché. *Ceteris paribus*, un marché approvisionné par quelques oligopoles concurrents engendre habituellement un plus grand nombre d'inventions qu'un marché servi par un monopole ou approvisionné par des entreprises qui se bornent à recouvrer leurs coûts de revient.
4. Innovation continue : Les technologies de produits et de procédés changent constamment et passent par toute une gamme de changements, des modifications mineures aux techniques existantes aux modifications révolutionnaires de concept avec les effets qui en résultent⁶. Beaucoup de changements techniques apportés aux produits et aux procédés existants ont une nature banale. (Les points 9, 10 et 17 à 20 expliquent pourquoi ces changements mineurs sont plus courants que l'indique un simple relevé des nouveaux produits créés au cours d'une décennie.)
5. Décisions courantes assujetties aux décisions passées : Puisque le changement technologique survient dans une structure facilitante – qui varie avec les institutions, le type d'organisation et la nature et l'emplacement du capital physique et humain intégré aux technologies établies – on ne peut vraiment parler de décisions à long terme dans un milieu affranchi des décisions prises antérieurement par un autre intervenant.

6. Variation des effets induits sur la structure et la performance : Quelques grandes innovations ont des effets bénins sur la structure facilitante et la performance économique, tant pour ce qui est de l'ordre de grandeur que de la portée de l'application. Il suffit de penser à l'introduction de la rayonne. D'autres, par contre, ont des répercussions considérables, sous la forme d'un changement technologique et de ses effets. La découverte du fer, l'invention de la machine à vapeur, l'électricité, le transistor et l'ordinateur en sont des exemples. Lipsey et Bekar (1995) emploient l'expression « technologies habilitantes » pour désigner les techniques de base utilisées largement dans tous les secteurs de l'économie, ou presque. Modifier une technologie habilitante entraîne de nombreux ajustements à la structure facilitante et à la performance économique. Il existe une sous-classe de technologies habilitantes, à savoir les changements qui suscitent des adaptations non seulement importantes mais d'une grande portée – ce que Lipsey et Bekar appellent les « profonds ajustements structurels ».
7. Modifications structurelles nécessaires au bon fonctionnement des nouvelles technologies : Quand une nouvelle technologie fondamentale s'ajoute à l'ancienne structure, il est souvent impossible de l'exploiter pleinement. Pour cela, la technologie doit fonctionner à l'intérieur d'une structure qui a évolué avec elle. [L'étude de l'industrie de l'électricité par David (1992) est un exemple classique de ce phénomène.]
8. Changements de structure entraînant une modification de la technologie : Les changements de structure peuvent se répercuter sur la technologie. Ainsi, dans les années qui suivent une innovation fondamentale, une série d'innovations secondaires voient habituellement le jour, certaines passablement importantes. Une structure rigide, qui évolue lentement, peut ralentir ce processus, alors qu'une structure plus souple l'accélénera. De plus, les changements apportés arbitrairement à la structure facilitante, par exemple au moyen d'une politique gouvernementale, peuvent avoir un effet de réaction sur la technologie. Les contraintes gouvernementales relatives à l'emplacement des installations, à l'utilisation des facteurs de production ou aux émissions de polluants peuvent inciter une entreprise à innover en conséquence.
9. Écllosion de nouvelles technologies après des débuts difficiles : Les grandes découvertes ne se caractérisent jamais par l'introduction de technologies toutes faites. Les technologies se présentent d'abord sous une forme grossière, embryonnaire, qui ne se prête qu'à quelques usages bien précis. Leur perfectionnement et leur diffusion peuvent se produire simultanément à mesure qu'elles gagnent en efficacité et conviennent à une gamme d'applications qui ne cesse de s'étendre. Plus l'innovation est fondamentale (en allant jusqu'aux grandes découvertes dans le groupe des

technologies habilitantes), plus son évolution sera lente et profonde (des prototypes rudimentaires à une utilité restreinte, puis aux produits ultra-efficaces et très polyvalents). De nouveaux produits exigent souvent de nouvelles machines, tandis que de nouveaux procédés permettent fréquemment de réaliser ou nécessitent la conception de nouveaux produits.

10. Convergence technologique : Les grandes innovations dans les technologies des produits, par exemple l'introduction d'un nouveau produit, ne requièrent souvent que des modifications mineures aux technologies de production. Ainsi, en vertu d'un processus que Rosenberg (1976) baptise «convergence technologique», la fabrication de produits aussi distincts que la machine à coudre, la bicyclette et l'automobile, peut dériver de technologies de production communes. Il s'ensuit que les innovations radicales apportées aux produits et aux procédés de fabrication sont moins courantes qu'on le pense quand on se borne à examiner uniquement les produits.
11. Externalités : Les innovations sont verticalement et horizontalement liées à d'autres innovations, qui surviennent souvent dans une série de changements apparentés, dans divers secteurs de l'économie. Regroupées, ces innovations engendrent une valeur ajoutée beaucoup plus importante que si chaque innovation avait été introduite séparément. Les grandes inventions, surtout celles au niveau des technologies habilitantes, créent des externalités massives, car leur application s'étend à la majeure partie de l'économie et elles donnent lieu à de nombreux gains dont ne profitent pas les créateurs.
12. Diffusion lente et coûteuse : La diffusion des connaissances relatives à une innovation efficace est un travail laborieux et onéreux. Le simple fait de vérifier ce qui est en usage dans le monde s'avère une tâche monumentale, surtout pour les petites entreprises. Dans le meilleur des cas, pareille activité ne permet que l'obtention du plan. Pour se procurer le plan+, il faut acquérir les connaissances tacites associées à l'adoption efficace d'une technologie nouvelle utilisée ailleurs. Il s'ensuit que les entreprises ne peuvent puiser librement dans le réservoir de connaissances des technologies existantes. S'informer sur les méthodes en usage ailleurs et adapter ces dernières pour son propre usage est un processus lent et coûteux qui exige habituellement des innovations en soi. (C'est pourquoi il est difficile de séparer innovation et diffusion.)
13. Dépendance sur le cheminement : Pour les raisons mentionnées aux points 5 à 12, le changement technologique est fortement tributaire de l'orientation suivie.

14. Source des innovations : Les innovations viennent parfois des fournisseurs, parfois des producteurs et à d'autres occasions des utilisateurs. La dispersion des industries s'explique souvent par le genre d'entreprise qui parvient le plus facilement à s'approprier la rente de l'innovation.
15. Commercialisation : La commercialisation joue un rôle non négligeable dans le processus d'innovation. Maints progrès techniques étonnants se sont soldés par un cuisant échec commercial. Le pays qui réussit à commercialiser les développements fondamentaux réalisés à l'étranger peut connaître une croissance phénoménale tandis que la nation qui crée des innovations exceptionnelles que les entreprises locales ne peuvent exploiter aura un essor déplorable.
16. Innovation et incertitude vont de pair : Puisque innover signifie faire quelque chose qui n'a encore jamais été tenté, l'exercice implique un certain degré d'incertitude [au sens que Frank Knight donne à ce terme (1964)]. Il est rare qu'on puisse énumérer à l'avance les résultats possibles de travaux de recherche. Il faut du temps et de l'argent pour explorer certaines voies scientifiques et déterminer si elles aboutissent à un cul-de-sac ou à une mine d'or. C'est pourquoi l'investissement de sommes astronomiques donne parfois des résultats négatifs alors que quelques sous débouchent sur des découvertes d'une valeur inestimable. Par ailleurs, la quête d'un but précis donne souvent lieu à des résultats qui concourent à la réalisation d'objectifs fort différents. Tout cela signifie qu'on ne peut mesurer la probabilité de diverses possibilités et entreprendre une analyse des risques comme on la pratique couramment.
17. Incertitude quant à la gamme des applications : Les applications éventuelles d'une nouvelle technologie sont incertaines. La machine à vapeur, l'électricité, le téléphone, la radio, le laser, l'ordinateur, le magnétoscope et les fibres optiques sont des technologies dont le potentiel était considérablement limité à l'origine et pour lesquelles il y existait très peu d'applications réelles au cours des premières décennies qui ont suivi leur découverte. La plupart des dépenses engagées au niveau de la recherche appliquée touchent le produit plutôt que le développement d'un procédé, en grande partie parce que la nouvelle technologie voit le jour sous une forme grossière, tel qu'indiqué précédemment, et parce qu'il faut du temps avant qu'elle se développe et que sa gamme d'applications s'étende dans des directions auxquelles on n'avait jamais songé auparavant.
18. Variation du degré d'incertitude avec l'importance du progrès technique recherché : En essayant de réaliser un grand saut technologique, on s'expose plus à l'incertitude qu'en s'efforçant d'effectuer de petites

modifications. Les grands changements en entraînent d'autres aux plans+ des produits et des procédés. Les changements techniques de moindre envergure exigent moins de modifications secondaires.

19. Variation du degré d'incertitude avec les modifications qu'il faut apporter à la structure facilitante : Plus le changement technique entraîne des changements nombreux ou importants à la structure, et plus on s'expose à l'incertitude inhérente aux progrès technologiques.
20. Qui dit innovation efficace, dit capacité d'adaptation : Puisque les entreprises tâtonnent dans un monde incertain et s'efforcent de mieux innover en accumulant de l'expérience, les bons innovateurs doivent faire preuve de souplesse. Les entreprises efficaces tirent des leçons des expériences passées et se réorientent constamment.

AUTRES CONSIDÉRATIONS RELATIVES À L'INCERTITUDE⁷

UNE DES GÉNÉRALISATIONS LES PLUS IMPORTANTES de la liste qui précède concerne l'importance de l'incertitude dans le processus d'innovation. Les économistes ont formulé beaucoup de théories intéressantes sur la façon dont les décisions sont prises quand des risques se présentent, car le risque se prête bien aux méthodes d'analyse habituelles. Il n'en va pas autant avec l'incertitude, car il est difficile de forger une théorie à son égard outre expliquer, comme l'a fait Frank Knight (1964), qu'on doit parvenir à un compromis entre l'exposition à l'incertitude et les bénéfices qui découlent de la réussite (en d'autres termes, la rente de l'innovation).

Nature de l'incertitude

Dans un monde incertain, l'inventeur peut choisir dès le départ vers quel but il tendra (c'est-à-dire quelle innovation apporter à un produit ou à un procédé) et déterminer quelle somme il est prêt à investir pour atteindre son but. Avec le temps, il mesurera mieux ce qu'il est possible de réaliser et les coûts que cela entraîne. Les coûts réels différeront des estimations, et il se peut qu'il doive modifier ses objectifs en apprenant davantage sur ce qui est réalisable. En ce qui concerne les coûts, l'innovateur ne peut déterminer l'ampleur des risques dès le départ – à moins de fixer arbitrairement un seuil qui pourrait bien perdre sa validité quand on l'atteint, auquel cas l'inventeur devra décider s'il poursuit ou non le projet à la lumière de ce qu'il a appris. Du côté des bénéfices, il est impossible de prédire ce qu'on découvrira et de prévoir la demande que pourrait engendrer l'éclosion d'une nouvelle technologie.

Puisque l'incertitude nous empêche de déterminer l'importance des coûts et des avantages au lancement du projet, il serait insensé de parler de relever ou de baisser le *degré d'incertitude* de l'innovation. Néanmoins, certaines comparaisons sont possibles. Pour cela cependant, il convient d'abord de définir le concept de *degré d'exposition à l'incertitude*.

Examinons d'abord deux extrêmes. Quelqu'un pourrait s'efforcer d'apporter une petite modification à un aspect d'une technique existante, par exemple un nouvel «aéréolon» pour un avion monomoteur. Pareil inventeur serait relativement peu exposé à l'incertitude. Néanmoins, les avantages de la modification demeurent incertains, car l'inventeur pourrait découvrir quelque chose qui s'appliquera à tous les aéronefs, voire à d'autres véhicules, par exemple les bateaux de course. Comme l'innovation exige peu de changements au plan+ et à la structure facilitante des entreprises spécialisées en aéronautique, très peu de surprises attendent l'innovateur. À l'autre extrême se trouve celui qui s'efforce de créer une nouvelle technologie, comme cela s'est produit dans les années 1940 et au début des années 1950 avec la domestication de l'énergie atomique. Dans ce cas, il n'existe aucun plan susceptible d'être adapté. En outre, un grand nombre d'innovations secondaires s'imposent et pourraient entraîner des coûts imprévus ou déboucher sur des applications inattendues. Beaucoup de nouvelles connaissances seront nécessaires, connaissances qui réclameront des modifications à l'infrastructure économique du capital physique et humain, dont l'importance et la capacité d'adaptation influenceront sur les résultats de l'innovation recherchée. Dans ce deuxième cas, le degré d'exposition à l'incertitude est beaucoup plus grand.

Différentes innovations exigeront des progrès technologiques différents, tant en nombre qu'en genre, et des modifications distinctes à la structure facilitante. Plus fondamentale est l'innovation recherchée, plus les innovations secondaires et les changements structurels seront nombreux et variés – avec les incertitudes particulières qui s'y rapportent. Le degré d'exposition à l'incertitude est donc lié au nombre de progrès technologiques distincts et au nombre de changements qu'il faut apporter à la structure facilitante pour mener à bien le projet. Chaque modification secondaire possède ses propres incertitudes en ce qui concerne les coûts et les avantages. Des coûts plus élevés ne sont pas la garantie de revenus plus importants.

Modélisation de l'incertitude

Dans cette partie, nous décrirons de quelle façon on peut exprimer sous forme mathématique les généralisations relatives au processus du changement technologique. Notre but est simplement de montrer que l'innovateur se heurte à des difficultés beaucoup plus grandes et complexes que le laisse supposer la théorie classique de la maximisation dans des conditions de risque.

Illustrons notre propos au moyen d'une série de vases renfermant chacun un nombre fini mais inconnu n de balles bleues b , de balles rouges r et de balles jaunes y , de telle sorte que $0 \leq b, r, y$; $b+r+y = n$. L'inventeur ignore combien de balles bleues, rouges et jaunes il y a dans le vase, leur nombre pouvant être égal à zéro dans chaque cas.

Quand il tente d'innover, l'inventeur tire des balles d'un ou de plusieurs vases. Chaque balle lui coûte un certain montant. Les balles bleues représentent la résolution du problème à l'étude; les balles rouges, les connaissances inattendues applicables à d'autres situations mais qui ne résolvent pas le problème et les balles jaunes, un échec.

Les balles correspondant à une expérience malheureuse ne sont pas remises dans le vase, car de chaque échec on tire une leçon qui accroît les chances subséquentes de réussite. Chaque tirage augmente donc la probabilité d'extraire une balle bleue du vase, à moins que celui-ci n'en contienne aucune. Puisque n est inconnu, la mesure dans laquelle les probabilités changent est également incertaine.

Réussite

Il y a réussite quand on tire une balle bleue de chacun des vases existants.

Exposition à l'incertitude

L'incertitude peut prendre de multiples formes. La plus apparente est qu'on ignore n , b , r ou y ; ou le nombre de vases desquels les balles sont tirées. La tentative d'innovation la plus simple, avec un faible degré d'exposition à l'incertitude, est celle représentée par un seul vase. Une tentative plus difficile, caractérisée par une plus forte exposition à l'incertitude, exigera qu'on extraie une balle bleue de chacun des m vases.

L'incertitude prend aussi l'aspect de surprises désagréables qui surviennent quand un obstacle imprévu surgit durant les recherches. On peut modéliser cette situation en collant à certaines balles l'étiquette : «Tirez une balle bleue de x vases supplémentaires dont vous ignoriez jusqu'à présent l'existence.»

Recherche de pointe et reproduction des recherches

Si personne n'a encore jamais tenté ce qu'essaie de faire l'inventeur, ce dernier se trouve à la fine pointe de la technologie. Fait de la plus haute importance, un ou plusieurs vases pourraient ne pas renfermer de balle bleue, ce qui signifie que l'exercice aboutira à un échec, même si on ne peut le déterminer à l'avance. La réussite antérieure d'autres chercheurs, par contre, éliminera un élément capital de l'incertitude : on saura qu'il n'existe pas de vase sans balle bleue.

Connaissances qualitatives

Les connaissances qualitatives forment un trait d'union entre le risque et l'incertitude. À une extrémité, les connaissances qualitatives seront complètes, auquel cas l'innovateur pourra affecter des probabilités objectives ou subjectives à l'expérience. À l'autre extrémité, il se peut que l'inventeur n'ait aucune connaissance qualitative sur ce qu'il entreprend, bref que l'incertitude soit totale. Il y a de nombreux cas entre les deux. Par exemple, quelqu'un peut avoir une idée du nombre de balles bleues dans certains vases, ou encore du nombre total de balles, c'est-à-dire $n < x$. Le chercheur saura alors dans une certaine mesure de quelle façon les probabilités évoluent quand un mauvais tirage élimine une balle indésirable. Il s'agit d'une manière d'exprimer l'idée que l'inventeur se fait du progrès qu'on s'efforce de réaliser et de la difficulté de son entreprise.

Solutions techniques de rechange

Il existe souvent plusieurs solutions techniques à un problème général (p. ex. refroidissement des piles nucléaires au gaz ou à l'eau lourde). Pour que l'innovation connaisse le succès, il faut donc tirer des balles bleues d'un sous-ensemble r de m vases. L'inventeur doit sélectionner à l'avance les récipients d'où les balles seront extraites, bref il doit déterminer sur quelle variante de la technologie il travaillera.

Conséquences de l'incertitude

Nous n'en examinerons ici que quelques-unes, dans la mesure où elles peuvent nous aider à évaluer les politiques qui favorisent l'innovation.

L'entreprise

L'analyse néoclassique suppose qu'une entreprise procède à un choix dans des conditions de certitude ou dans des conditions de risque qu'on peut exprimer par une valeur prévue ou un autre équivalent de la certitude, mesuré à un point quelconque ou pour l'ensemble envisagé. L'entreprise peut donc établir la valeur probable des résultats de chaque type d'intervention, échafauder une stratégie et suivre cette dernière à la lettre (comme le supposent maintes théories du jeu).

À l'opposé, la théorie non néoclassique, notamment la théorie évolutive proposée par Nelson et Winter (1982), suppose que l'innovation ne marque pas l'aboutissement d'un processus décisionnel rationnel, avec maximisation des bénéfices, au sens de la théorie néoclassique. Quoi qu'il en soit, les activités innovatrices de l'entreprise ont bien un but lucratif. L'entreprise désire réaliser un profit et cherche sciemment les activités qui présentent les meilleures chances de bénéfice. L'entreprise y parvient en progressant petit à petit vers des méthodes plus rémunératrices dans un monde incertain, en tirant parti de ses propres expériences et de celles d'autrui pour trouver les meilleures façons d'agir.

Le régime de prix

Pareil comportement a d'importantes répercussions sur le rôle joué par le mécanisme du marché. Selon la théorie néoclassique de la «main secrète», le marché fixe une fourchette de prix pour les produits dont on manque à l'échelon national. Chaque société veille elle-même à la maximisation des profits après avoir étudié toutes les possibilités qui s'offrent à elle et en avoir calculé la valeur prévue. L'optimisation survient à l'intérieur de boîtes obscures baptisées entreprises, qui exploitent les renseignements sur les produits rares leur venant du régime des prix. Pour ces entreprises, les choses réalisées maximisent les bénéfices, à l'inverse des activités écartées.

Dans la théorie structuraliste-évolutive, l'entreprise s'efforce d'adopter le meilleur mode d'action dans un contexte incertain, bref elle lance de nouvelles activités sans connaître la valeur précise des résultats envisageables. L'entreprise

qui sélectionne la meilleure gamme d'activités est récompensée par les profits qu'elle réalise, alors que ses concurrents sont punis par des pertes pouvant déboucher sur la faillite. Cette théorie accorde au régime de prix une plus grande importance que la théorie classique de la «main secrète». Les entreprises fonctionnent du mieux qu'elles peuvent dans un monde incertain et c'est le système prix-profit, plutôt que l'entreprise, qui fait en sorte que les activités les plus efficaces florissent, tandis que les autres périclitent.

Sous-production hypothétique de la recherche

Dans le monde néoclassique, il y a sous-production de tout extrant qui se caractérise par des externalités positives. Arrow (1964) a élargi cette argumentation à la recherche pure et appliquée : puisque les résultats des travaux de recherche entraînent souvent des externalités massives, l'entreprise qui s'efforce de maximiser ses activités ne poursuivra pas assez de recherches, de telle sorte que sa production devrait être subventionnée.

Dès qu'on accepte l'idée que l'innovation est liée à l'incertitude, cependant, le principe qui précède ne tient plus. Ceux qui s'efforcent de réaliser une invention ou une innovation majeure se trouvent dans la situation modélisée par notre illustration des vases. L'économie de marché encourage l'innovation en récompensant les inventeurs qui connaissent du succès. Il est impossible de prévoir comment les gens réagiront à des possibilités aussi incertaines à partir d'une théorie bien articulée. Puisqu'on ne peut établir la somme idéale de recherche et de développement et puisqu'on ignore la façon dont les gens se comportent quand ils se trouvent dans pareille situation (l'observation nous apprend que des personnes différentes agiront différemment), on ne peut scientifiquement dire que les recherches sont excessives ou insuffisantes. Bref, deux jugements détermineront si le marché engendre trop ou trop peu de recherche sans aide extérieure, et aucun des deux ne repose sur un fondement scientifique. Tout d'abord, il faut déterminer le montant optimal de la R et D sur le plan social. Ensuite, on doit pouvoir prédire la quantité de recherche que produira le marché libre, comparativement à la somme optimale au niveau social.

En rejetant l'argument d'Arrow (1964), nous n'écartons pas la possibilité d'une sous-production de la recherche selon un critère quelconque. La plupart des économistes, y compris les auteurs, sont persuadés que l'innovation et la croissance économique relèvent le bien-être collectif en général, si bien que l'innovation a effectivement une utilité sociale. Néanmoins, il est impossible de dire dans quelle mesure il y a trop ou trop peu d'innovations en comparant le nombre réel d'innovations à un critère optimal quelconque.

Les économistes n'aiment pas qu'on leur dise que certaines décisions de politique reposent sur le bon sens plutôt qu'une généralisation scientifique. Ils s'accrochent souvent à des modèles qui débouchent sur la formulation de recommandations précises, même si ces modèles ne reproduisent manifestement

pas le monde réel. Au lieu d'utiliser des modèles du risque donnant des réponses précises à des situations qui ne se concrétiseront pas, nous jugeons préférable de voir la réalité en face, c'est-à-dire qu'il est impossible d'effectuer une généralisation pour déterminer si le marché entraîne trop de recherche ou pas assez, et d'accepter le fait que la question doit être tranchée par un jugement éclairé nécessitant l'analyse de chaque cas particulier.

Pas de seuil optimal

S'il n'existe pas de somme d'innovation idéale, il n'y a pas de seuil optimal au-delà duquel le processus qui consiste à progresser peu à peu vers une invention spécifique donnera des résultats décevants. On doit décider à quel moment il faut mettre un terme aux pertes en arrêtant la recherche, mais une réussite spectaculaire reste possible et peut n'être qu'à un pas. Abandonner le projet signifie qu'on ne franchira jamais ce pas et qu'on ignorera toujours si la décision était la bonne ou non, et encore moins s'il s'agissait de la décision «idéale».

POLITIQUES ENCOURAGEANT L'INNOVATION

NOUS AVONS DÉJÀ SIGNALÉ qu'il est impossible d'élaborer une politique d'innovation optimale quand les décisions surviennent dans un climat d'incertitude. Ce qui ne veut pas dire que toutes les politiques se valent. La logique économique aidera ceux qui élaborent les politiques même si, au bout du compte, une certaine part de jugement entre dans la décision ultime.

CRITÈRES DE RÉUSSITE

SUPPOSONS UNE INVENTION IMAGINAIRE qui rapportera des bénéfices si elle est efficace mais ne touchera personne, outre les principaux intéressés. Dans un tel cas, le gouvernement n'aurait aucune raison valable pour imiter les décideurs du secteur privé et essayer de réaliser lui aussi l'invention en question. Les innovations efficaces sont presque toujours assorties d'externalités positives et négatives. Quand on implante une politique, on présume habituellement de façon implicite que les externalités nettes sont positives, quoique la véracité d'une telle supposition puisse être mise en doute dans certains cas et qu'il n'y ait aucune façon de la vérifier pour l'ensemble des cas, en moyenne.

Une politique qui favorise le développement et l'exploitation de progrès technologiques entraîne des coûts qu'on mesure au moyen des frais de développement et d'exploitation, et donne lieu à des avantages qui se traduisent par les revenus d'exploitation et les externalités nettes. Pour qu'une activité franchisse le test de rentabilité, les externalités nettes doivent au moins correspondre au coût de développement, plus toute subvention d'exploitation ou moins les bénéfices d'exploitation (dans des limites raisonnables évidemment). Bien qu'on ne puisse quantifier les externalités des cas examinés dans cet article, il

est possible de déterminer ce qu'elles devraient être pour que l'activité réussisse le test. La valeur des externalités doit être supérieure ou inférieure au coût de développement multiplié par la perte ou par le bénéfice nets des opérations faisant appel à la nouvelle technologie.

Un double critère nous aidera à établir l'utilité d'une politique visant à encourager l'innovation commerciale.

Réussite de niveau un

La politique parvient à engendrer une innovation commercialement viable en ce sens que la technologie créée (T-1 et/ou T-2) incite les entreprises privées à implanter de leur propre chef la structure facilitante nécessaire pour exploiter l'innovation. On suppose donc que l'externalité est égale au coût de développement. Si elle est plus élevée ou plus basse, on peut corriger le critère de succès en conséquence.

Réussite de niveau deux

La technologie qu'on s'efforce de développer laissait entrevoir des possibilités raisonnables de succès au départ, mais on met fin à l'expérience dès qu'on se rend compte que les chances de réussite sont trop minces. En l'absence d'externalités et d'incertitude, le critère serait le suivant : le gouvernement a-t-il mis fin à sa tentative au moment où l'aurait fait le secteur privé? Avec l'incertitude et les externalités cependant, il est impossible d'être aussi précis. Tout d'abord, tel qu'indiqué précédemment, dans un monde incertain, on ne peut établir exactement quand une entreprise devrait interrompre les efforts déployés pour faire avancer une technologie et quand elle le fera réellement. Deuxièmement, en présence d'externalités, les critères qui inciteront le gouvernement à cesser ses tentatives diffèrent de ceux utilisés par une entreprise privée, même en l'absence d'incertitude (c'est-à-dire si on n'avait à tenir compte que du risque).

Sans doute sera-t-on étonné de voir qu'on qualifie de «réussite» une tentative d'innover qui ne produit pas de résultats acceptables, quand on y met fin en temps opportun. Face à l'incertitude qui caractérise le processus d'innovation, un agent efficace qui innove continuellement connaîtra des fiascos et des succès. Puisque les échecs s'inscrivent autant dans une bonne politique d'innovation que les réussites, une politique adéquate n'est pas forcément une politique irréalisable où l'on n'admet que le succès, mais une politique qui reconnaît l'existence de fiascos et où le projet avorte avant la dilapidation de fonds excessifs.

Enfin, il convient de mentionner une politique d'un autre genre – celle qui vise des objectifs non commerciaux mais donne lieu à des innovations commercialement rentables. La recherche dans le secteur militaire et sur l'espace en est un exemple. Une telle politique doit principalement être évaluée en fonction de la réalisation ou non de ses objectifs non commerciaux. Toutes choses égales d'ailleurs, on pourrait aussi l'évaluer pour déterminer si elle a ou non donné les meilleures retombées possibles en matière d'innovations commercialement viables.

CLASSIFICATION DES CAS

NOUS AVONS CLASSÉ LES CAS EXAMINÉS en fonction de deux dimensions se rapportant à l'importance des changements apportés à la technologie (T) et à la structure facilitante (S). Par changements technologiques, on entend les modifications que doivent subir les spécifications des produits et des procédés existants si on veut aboutir au changement général souhaité. Pouvoir procéder à une telle mesure de façon détaillée et pouvoir déterminer les changements requis aux spécifications des produits et des procédés occupent une place importante dans l'exercice de théorisation perpétuel sur le changement technologique. En ce qui nous concerne cependant, nous préférons un étalon impressionniste, soit une modification ponctuelle et un grand saut technologique. Pour chacune de ces deux catégories, il convient de faire la distinction entre une politique de rattrapage et une politique de pointe, qui repousse les frontières de la science. L'étude du changement technologique révèle que la majorité des travaux de recherche pure et appliquée débouchent sur de petits progrès technologiques. La catégorie «ponctuelle» n'est pas donc dépourvue d'importance. Bien que les gouvernements s'efforcent souvent de réaliser de grands sauts, ces derniers sont beaucoup moins courants au niveau de l'innovation, dans le secteur privé.

Pour traiter de façon vraiment efficace la dimension structurelle, il faudrait tenir compte à la fois du genre et de la portée du changement que suscite l'innovation, c'est-à-dire les changements (petits, moyens et grands) apportés à la structure facilitante au niveau de l'entreprise, de l'industrie et de l'économie. Dans la première partie de notre article, nous classons les changements structurels que requiert chaque politique d'une manière impressionniste, en les qualifiant de petits, moyens ou grands. Les grands changements se répercutent habituellement sur l'industrie et l'entreprise, tandis que les petits et les moyens peuvent n'être ressentis que par l'entreprise. Bien que certaines modifications exigent des changements à la structure facilitante de l'économie, ces derniers ne présentent pas une grande importance dans notre analyse. Notre classification donne donc douze possibilités, présentées plus loin au tableau 1.

Les politiques technologiques prennent deux formes fort distinctes. En premier lieu, elles peuvent viser des technologies précises, et en favoriser le développement de diverses manières, par exemple en promouvant un champion national ou en encourageant indifféremment toutes les entreprises qui produisent la technologie envisagée. Elles peuvent aussi modifier la structure facilitante dans l'espoir qu'en agissant de la sorte, on insufflera un plus grand dynamisme technologique sans pour autant privilégier une technologie particulière. Nous nous concentrerons principalement sur la politique du premier type. Nous n'examinerons le second que brièvement, car un traitement en profondeur exigerait un travail beaucoup plus volumineux.

EXEMPLES DE CAS : DONNÉES ET LEÇONS

NOUS PASSERONS MAINTENANT en revue quelques-uns des trente cas sur lesquels nous nous sommes penchés afin d'illustrer les conclusions auxquelles nous sommes parvenus. Les autres cas sont présentés à l'annexe A, où se retrouve la majeure partie de notre travail. Le manque de place nous contraint à la concision. Nous espérons que les profanes suivront les cas décrits dans le corps du texte, tandis que les spécialistes liront l'annexe A en entier ou s'y référeront au besoin. Chaque série de cas dans le corps du texte et dans l'annexe A se termine par des leçons de politique, soit des généralisations dont on devra vérifier la véracité d'une autre manière. Une généralisation est énoncée au long la première fois où elle apparaît dans le corps du texte ou l'annexe A. Lorsqu'elle revient par la suite, elle n'est mentionnée que sous forme abrégée, en caractères gras. Chaque application ayant son propre contexte, l'analyse de la généralisation diffère dans chaque cas.

QUATRE EXEMPLES DANS LE SECTEUR DE L'AÉRONAUTIQUE

LES DEUX PREMIERS EXEMPLES illustrent des tentatives de percée importante à la fine pointe de la technologie, percée qui a nécessité des changements moyens à la structure de l'industrie.

Le Concorde anglo-français⁸ (fiasco)

En créant le premier avion supersonique commercial du monde, les Britanniques espéraient détrôner les Américains qui régnaient en maîtres sur le marché de l'aviation subsonique commerciale avec le Boeing 707. En 1956, le gouvernement britannique mettait sur pied son Supersonic Transport Committee, lequel ne comptait aucun représentant du Trésor, un fait qu'on ne peut négliger. Trois ans plus tard, ce comité recommandait la conception de deux nouveaux avions supersoniques. On demanda à la jeune British Aircraft Corporation (BAC) de rédiger un court rapport qui débâta le terrain en vue de l'accord de 1962 sur les aéronefs supersoniques entre la France et la Grande-Bretagne. L'accord en question ne renfermait aucune disposition limitant les coûts (on les situait entre 150 et 170 millions de livres sterling à l'époque) ou permettant la révision ou l'interruption du projet.

À la signature de l'accord, la BAC estimait parvenir à vendre de 300 à 500 appareils. Avec le temps cependant, les coûts de développement ont grossi de façon démesurée. En 1973, ils atteignaient 1 065 millions de livres sterling. On attribue plus de la moitié des hausses aux révisions entraînées par des problèmes de développement imprévus ou des difficultés techniques supplémentaires. Une bonne partie des dépenses inattendues sont venues des efforts infructueux déployés pour vaincre le bang supersonique – progrès technique que ne sont pas encore parvenus à réaliser les chercheurs contemporains. Avant même que la production débute, certains pays clés avaient imposé des limites de vitesse subsoniques aux transporteurs commerciaux qui traversaient leur espace aérien.

L'énorme pari qu'on réussirait à vaincre le bang supersonique a été perdu, si bien que le marché qui aurait vu le jour si toutes les autres conditions avaient été favorables au projet s'est considérablement résorbé.

Lors du développement de l'avion, on s'est aussi rendu compte que les dépenses courantes seraient très élevées. Par conséquent, aucune ligne aérienne n'a accepté le nouvel appareil même *en cadeau*. En 1977, British Airways avait enregistré des pertes d'exploitation de 17 millions de livres sterling avec les cinq Concorde, en l'espace d'un an. Neuf appareils ont finalement été vendus sur le marché captif des lignes nationales, en Grande-Bretagne et en France (seize appareils ont été construits en tout).

Les retombées du Concorde ont contribué à faire avancer d'autres travaux en aéronautique, y compris la construction de l'Airbus. Certains Européens soutiennent que ces retombées suffisent à elles seules pour justifier le projet. Nous croyons le contraire pour deux raisons. Tout d'abord, les retombées nettes devraient avoir été suffisamment importantes pour compenser les fonds engagés. Deuxièmement, les revenus directs et les retombées auraient été beaucoup plus élevés si on avait investi la même somme dans le perfectionnement du Caravelle, avion subsonique qui connaissait du succès, et si on n'avait pas essayé en vain de commercialiser des avions supersoniques.

Le SST américain⁹ (fiasco de type 1; réussite de type 2)

En 1962, le gouvernement américain se lançait dans la course à l'avion de ligne supersonique. En 1970, un milliard de dollars américains avaient été injectés dans la recherche appropriée, avant que le projet avorte. Pour prendre cette décision, les Américains bénéficiaient de l'expérience du Royaume-Uni et de la leur. Bon nombre d'observateurs américains de l'époque étaient parvenus à la conclusion que la première génération d'appareils supersoniques ne remporterait pas le succès commercial escompté. D'autres, qui soutenaient le contraire, ont compris qu'il y aurait peu de place pour un deuxième concurrent sur le petit marché existant, tant que le problème du bang supersonique n'aurait pas été réglé.

Le Caravelle¹⁰ (réussite transformée en fiasco)

Le Caravelle illustre bien une modification ponctuelle à la fine pointe de la technologie combinée à de petits changements de structure au niveau de l'entreprise.

Construit dans la foulée de l'échec du Comet britannique des années 1950, le Caravelle français s'est hissé au sommet de la technologie aéronautique et est parvenu au premier rang des court et moyen-courriers à réaction. Appareil de 120 à 150 sièges, le Caravelle avait la même taille et le même rayon d'action que le Comet mais a été conçu une fois que le problème de la fatigue du métal a été résolu.

En 1960, le Caravelle était le seul réacteur commercial de type court ou moyen-porteur en exploitation. Fait plus important, les autres compagnies n'avaient aucun appareil du genre à l'étude! Les concurrents directs du Caravelle étaient des turbopropulseurs comme l'excellent Viscount britannique et le Convair américain. Ces appareils étaient supérieurs à ceux alimentés par un moteur à combustion interne, mais moins rapides et, avec le recul, on se rend compte qu'ils représentaient une génération de transition, sauf pour le marché des très courtes distances, sur lequel ils demeurent concurrentiels.

La même année (1960), Northwestern Airlines décidait d'acheter le Caravelle pour répondre à ses besoins de court et de moyen-courriers, signe qu'il existait un vaste marché inexploité pour les réactés commerciaux aux États-Unis.

L'histoire du DC-9 de MacDonal Douglas et des Boeing 727 et 737 illustre une des grandes généralisations mentionnées précédemment : les produits suivent une trajectoire qui en suppose le perfectionnement, habituellement graduel, parfois draconien. Ces produits sont vendus des décennies durant, années au cours desquelles la technologie reste pratiquement inchangée avec, à l'occasion, une césure que provoquent des progrès majeurs (beaucoup plus rares que les fabricants d'aéronefs le prétendent la plupart du temps).

En dépit du produit gagnant que les Français avaient en main, la décision de construire le Concorde a amené le pays à réorienter une bonne partie de la recherche pure et appliquée et du soutien technologique vers ce projet prestigieux. Le Caravelle a d'abord perdu du terrain sur le plan technique, avant de reculer sur le marché, au bénéfice du DC-9 et des 727 et 737 construits dans les années 1960. Le Caravelle a bien eu son lot de difficultés, mais en tant que premier réacteur commercial efficace, un minimum de recherche lui aurait permis de garder la première position sur le marché, comparativement aux fantastiques efforts qu'il a fallu déployer pour mettre au point le Concorde.

En 1959, les Français étaient les possesseurs exclusifs de la technologie des court et moyen-courriers subsoniques commerciaux, technologie qui leur aurait permis de dominer le marché jusqu'à nos jours. Pourtant, ils ont abandonné cet avantage dans l'espoir de réaliser une percée technologique qui demeure toujours du domaine de la fiction 36 ans plus tard!

L'Airbus¹¹ (réussite marginale)

Voici un important saut technique de rattrapage, suivi par une série soutenue de modifications ponctuelles à la fine pointe de la technologie résultant de la compétition qui a opposé Airbus et Boeing au fil des décennies. Au départ, l'industrie avait besoin de changements moyens à sa structure facilitante.

Airbus Industrie (AI) est un projet franco-allemand qui a vu le jour en 1970. L'entente entre les deux pays a créé un cadre légal permettant aux participants de collaborer à divers projets sans investir de lourdes sommes dans l'implantation d'une société commune ou d'une association. Les 1 400 associés et membres affiliés du consortium peuvent grossièrement être répartis en deux groupes. Le groupe de

tête est dominé par quelques grandes entreprises nationales (parfois nationalisées), qui en sont aussi les principaux actionnaires, et par les sous-traitants. Le second groupe se compose surtout de nombreux membres associés et affiliés qui se font concurrence, c'est-à-dire du palier inférieur.

L'entente entre actionnaires a permis aux sociétés membres de contribuer de façon crédible à la stratégie voulant qu'on collabore avec les autres membres du consortium à l'étranger. Puisqu'ils profitent tous conjointement de l'innovation, les actionnaires peuvent se lancer dans la recherche fondamentale et commerciale sachant que toute application qui en dérive leur rapportera quelque chose.

Les gouvernements consentent des prêts à faible taux d'intérêt pour couvrir les coûts de développement et de fabrication. Seuls les nouveaux concepts peuvent profiter d'une telle aide. Les prêts sont remboursés selon un échéancier qui dépend de l'importance des revenus engendrés par la société membre. Bon nombre des grandes firmes nationales qui composent AI sont cependant nationalisées ou associées à d'autres entreprises comme des filiales. En 1990, par exemple, 93 pour cent du capital-actions d'Aérospatiale, la principale entreprise française, appartenait à l'État et le reste à un organisme lourdement subventionné. Les gouvernements ont aussi débloqué des fonds pour la conclusion de contrats de bail avec Eastern Airlines et secouru financièrement certains membres du consortium. Les États-Unis y voient des subventions directes à la production.

Les travaux de recherche et de développement d'AI s'effectuent à deux niveaux. La recherche poursuivie au premier palier est la plus délicate et la plus complexe. Elle est confiée aux grandes firmes nationales, principalement aérospatiales. En principe, les résultats des recherches appartiennent à l'entreprise qui a fait les travaux. Dans la pratique cependant, ils sont diffusés à la grandeur du consortium. Ce sont eux qui déterminent subséquemment le choix des sous-traitants qui fabriqueront l'équipement.

Les membres secondaires d'AI se font mutuellement concurrence pour la conception et le développement des composantes dont la réalisation constitue la recherche du deuxième palier. Le travail est confié aux partenaires sur la base de cette concurrence. Pareille structure permet à AI d'internaliser une partie de l'incertitude associée au processus d'innovation. Quand un de ses membres ne parvient pas à commercialiser une idée, le consortium n'en souffre pas. Sa structure favorise une meilleure capture des retombées et le transfert des connaissances tacites¹².

Le consortium a eu besoin de subventions massives du gouvernement pour démarrer et s'appuie toujours sur lui pour mettre au point les générations d'appareils subséquentes. Selon Hayward, les Français et leurs partenaires concèdent volontiers que le projet n'aurait jamais vu le jour sans l'aide du gouvernement au début des années 1970 (Hayward, 1986, p. 166). Bien que le programme ait été fortement influencé par le gouvernement les premiers temps, l'industrie a graduellement affermi sa position. AI a réussi à capturer une part d'un

marché international très compétitif et a réalisé plusieurs innovations au niveau conceptuel. On lui doit, par exemple, la préfabrication d'importants sous-ensembles à divers endroits.

Baucoup d'observateurs américains ont dénoncé le programme. Boeing en a effectué une analyse de rentabilité d'après ses propres coûts de production et est parvenu à la conclusion que les avances initiales du gouvernement ne seraient jamais récupérées. Après avoir effectué une analyse interne des coûts cependant, Airbus prévoit réaliser un profit avant la fin des deux cycles de production en cours. Les Européens croient que le projet les a aidés à reprendre une position concurrentielle sur le marché international des porteurs commerciaux de taille normale.

Des progrès techniques importants ont sans aucun doute été accomplis. Le A320 devrait au moins permettre le recouvrement des coûts de production existants, donc constituerait une réussite selon nos critères. Néanmoins, maints observateurs croient qu'AI n'a pu recouvrer les coûts de fabrication des appareils des générations antérieures. (Il est difficile de vérifier la situation du consortium, car étant une société nationale, il n'est pas tenu de divulguer ses états financiers.) On peut donc se demander s'il récupérera la totalité des coûts de développement du A300, du A310 et du A320. Airbus a vraisemblablement reçu plus d'aide sous forme de subventions pour régler ses coûts de développement que Boeing en a obtenu sous forme de contrats avec l'armée, pour mettre au point ses fameux réactés commerciaux, soit le 707 et les moteurs du 747 (dont nous reparlerons à l'annexe A).

La concurrence entre les nouveaux modèles A330 et A340 et les appareils similaires de Boeing nous en apprendra davantage au cours des années à venir. Pour que l'Airbus reste un succès, les appareils devront bien se vendre. AI devra donc emboîter le pas à Boeing et apporter des modifications à ses modèles et à ses procédés de fabrication pour accélérer sa production. Plus d'un observateur craint que la structure de champion national d'AI n'a pas la souplesse nécessaire pour cela (du moins sans subvention constante du gouvernement).

Leçons de politique

On peut tirer quelques grandes leçons des cas qui précèdent. Les voici, avec des observations à l'appui.

Tenter une percée technologique est dangereux. Les tentatives en vue de réaliser un véritable saut technologique accroissent l'exposition à l'incertitude pour les raisons suivantes :

- un tel bond exige d'innombrables changements aux plans+ de la technologie;
- la technologie est très embryonnaire à ses débuts; et
- il faut apporter des modifications considérables à la structure facilitante.

Ceux qui élaborent des politiques dans ce sens devront faire preuve de patience.

Personne n'aurait pu prévoir l'escalade des coûts de développement du Concorde, ni les coûts d'exploitation astronomiques des appareils supersoniques avant d'avoir englouti de lourdes sommes dans les travaux initiaux. Par ailleurs, on a dilapidé beaucoup d'argent dans l'effort futile de résoudre le problème du bang supersonique. Les effets malheureux de l'incertitude qui en résulte inévitablement sur la demande ont été aggravés par des décisions bien intentionnées, mais traduisant un manque de réflexion. La réussite du projet aurait sûrement soulevé le scepticisme si on avait recouru à des appareils militaires pour effectuer les vols d'essai supersoniques au-dessus des régions habitées. En admettant qu'on interdirait probablement de tels vols au-dessus des terres, on aurait été contraint de réviser fortement à la baisse le marché estimatif. Les promoteurs du Concorde et du SST ont dépensé beaucoup d'argent pour découvrir que la construction de transporteurs supersoniques commercialement rentables débouchait sur un cul-de-sac au XX^e siècle.

La nouvelle technologie des transporteurs supersoniques était si éloignée de la structure facilitante existante que l'adaptation de cette dernière aurait entraîné des coûts encore plus élevés. Ceux-ci auraient en retour exigé des revenus supérieurs aux prévisions pour que le projet puisse être qualifié de réussite alors qu'en réalité, les revenus prévus ont dû être corrigés à la baisse.

Les fondateurs d'Airbus (le gouvernement dans la plupart des cas) ont dû faire preuve de patience pour mettre au point la technologie voulue et s'implanter sur le marché. Le dilemme est qu'un saut technologique de cette importance exige bien de la patience, mais qu'arrive le moment où il faut s'implanter devant le manque de résultats. Ex ante, il est difficile de déterminer quel degré de qualité exige un jeu de circonstances particulier.

Le développement technologique suit une course. Ceux qui élaborent les politiques agiront sagement en exploitant les possibilités qui apparaissent le long d'une trajectoire établie.

Il aurait été préférable que les Français tirent parti de l'avance que leur conférait le Caravelle, au lieu d'aiguiller la recherche vers le territoire inconnu des avions supersoniques. Ce pays se serait moins exposé à l'incertitude en réduisant le nombre de changements requis à la structure facilitante et à la technologie. Il aurait poursuivi l'exploitation d'un appareil qui avait déjà fait ses preuves sur un marché qui a connu une véritable explosion dans les années 1960 et a gardé sa vitalité jusque dans les années 1990. Les Français suivent maintenant une course technologique bien définie avec leurs versions successives de l'Airbus.

Il est préférable d'exploiter une trajectoire définie. Ceux qui élaborent les politiques devraient comprendre que des entreprises suivront vraisemblablement une trajectoire de développement établie, car elles courent constamment le risque d'être délogées du marché par leurs concurrents qui innoveront.

La décision d'abandonner la recherche sur le Caravelle pour passer au Concorde a mis fin à l'avance que détenait le premier sur le marché des court et moyen-courriers à réaction. En choisissant de ne pas poursuivre la trajectoire de développement de cet appareil, les Français ont été dépassés par les modèles américains subséquents.

La politique doit être souple. Pour composer avec l'incertitude, il faut tirer parti de l'expérience acquise et modifier la politique ou annuler le projet en fonction de ce que l'on apprend.

L'expérience anglo-française illustre bien l'aptitude et le désir des gouvernements qui ne se sont fixé aucune borne, de poursuivre un projet longtemps après qu'on y aurait mis fin si c'est le secteur privé qui l'avait financé. Le projet du Concorde manquait de souplesse, étant donné qu'il n'existait aucun mécanisme de contrôle des dépenses et qu'aucune clause dans l'accord ne permettait à l'un ou l'autre pays de se retirer.

Les Américains ont mis fin au projet SST dès qu'ils ont constaté qu'il y avait peu de chance d'en faire un succès commercial. Cette expérience est souvent citée comme un échec de politique, car de lourdes sommes ont été engagées et ont rapporté peu. Cependant, dans le milieu incertain de l'innovation, bon nombre de voies prometteuses au départ se transforment ensuite en cul-de-sac. Les Américains ont reconnu que le projet n'aboutissait nulle part et le Congrès y a mis un terme par un vote serré, même si l'administration continuait de l'appuyer¹³.

Avant de lancer un projet d'une telle envergure, il convient d'y réfléchir et d'instaurer des mécanismes efficaces de révision et d'annulation qui conféreront un peu de souplesse à la politique. (Un organisme d'examen indépendant pourrait formuler la recommandation initiale qu'on poursuive ou interrompe le projet, hors de toute considération politique, même si la décision finale n'est pas aussi cloisonnée.)

Il est dangereux de poursuivre plusieurs objectifs à la fois. Une des principales leçons qu'on peut tirer des exemples qui précèdent est que lorsque les gouvernements poursuivent plusieurs objectifs, l'incertitude associée aux décisions en matière d'innovation fera en sorte que les autres objectifs l'emporteront *et qu'on prédira la viabilité commerciale de l'innovation coûte que coûte, uniquement pour justifier la décision d'aller de l'avant.* Il s'ensuit que les bonnes politiques d'innovation doivent se limiter à un objectif. Ajouter le prestige politique, le développement régional, la redistribution, la préservation des emplois (ou toute autre variable P) à l'objectif initial, qui est d'innover, est pratiquement la garantie qu'on se détournera de ce dernier étant donné l'incertitude qui entoure toute prévision relative à la viabilité commerciale des efforts déployés pour innover.

Les trois gouvernements (français, britannique et américain) se sont engagés dans la course à l'avion supersonique avec de nombreux objectifs, c'est-à-dire créer une nouvelle technologie de base, la rentabiliser et relancer l'emploi dans l'industrie aérospatiale, plus gagner du prestige politique. Les décisions françaises et britanniques et le soutien de l'administration américaine illustrent les bonnes intentions qui animent souvent le gouvernement quand il envisage de grandes innovations mais ne peut faire abstraction d'autres considérations comme le prestige national et les gains politiques à court terme, parallèlement à la création d'emplois dans certains secteurs ou industries.

La politique devrait tenir compte des liens entre la technologie et la structure facilitante. Un changement en attire un autre. Si les personnes qui élaborent des politiques ne s'intéressent qu'à la technologie ou à la structure facilitante, les répercussions sur l'autre composante soit affecteront la performance générale de la politique, soit susciteront des coûts imprévus ou retarderont les changements envisagés.

Bien que l'Airbus ait exigé un bond important au niveau de la technologie intérieure, les Européens disposaient déjà d'une importante structure (plusieurs grandes sociétés aéronautiques, nombreux fabricants de composantes et vaste capital humain). En outre, le projet Airbus a profité de l'expérience acquise avec le Concorde et d'autres programmes d'aéronautique européens comme le Comet et le Caravelle.

Airbus illustre bien comment une politique d'innovation ayant pour cible la structure d'une industrie (qui favorise des investissements appréciables en échange du partage des résultats de la recherche précommerciale, dans ce cas) peut déboucher sur l'innovation technique. Ce projet a permis l'échange d'idées entre entreprises, des investissements utiles dans la recherche précommerciale, une souplesse accrue et la poursuite d'objectifs principalement commerciaux, ainsi que l'exploitation des répercussions entre innovations et entre innovations et structure facilitante. Malgré cela, Airbus représente sans doute le cas par excellence marquant la frontière entre la réussite et l'échec d'une politique axée sur la technologie.

Intervenir au moyen d'une politique peut donner de bons résultats si on respecte les connaissances du secteur privé. Ceux qui élaborent les politiques peuvent aider les inventeurs en intervenant sur le marché, pourvu que des objectifs commerciaux et concurrentiels guident leur intervention. Il s'ensuit que la concentration et la protection du marché doivent s'équilibrer avec la concurrence au niveau de l'innovation, et que la politique doit être assortie d'indicateurs commerciaux qui mettront en relief la rentabilité de l'innovation. Les auteurs des politiques seraient mal avisés de dicter aux entreprises comment prendre leurs décisions.

Le consortium mis sur pied pour le projet de l'Airbus a partiellement réussi à éviter un grand nombre d'écueils, entre autres l'absence de concurrents au niveau de l'innovation et le degré d'exposition élevé à l'incertitude qui afflige souvent les champions nationaux sur un marché captif. En effet, le consortium intégrait plusieurs champions nationaux d'Europe. Il a également encouragé la compétition au deuxième palier de la recherche. Malgré cela cependant, la philosophie européenne du champion national demeure apparente au sein du groupe.

L'innovation étant incertaine par nature, la politique devrait favoriser la poursuite d'un grand nombre d'expériences.

Les travaux de recherche et de développement effectués aux deux paliers dans le cadre du projet Airbus ont permis à maintes entreprises d'engager leur expertise dans la résolution d'un problème d'innovation quelconque. Les travaux poursuivis au premier palier quant à eux ne portaient que sur une seule expérience et ont été confiés à un champion national.

La politique peut jouer un rôle utile en lançant et coordonnant la recherche précommerciale et en contribuant à une saine compétition au niveau de l'innovation. Les politiques qui servent à recueillir et à diffuser l'information technique non exclusive et qui instaurent un mécanisme permettant aux entreprises de se consacrer d'une manière crédible à des projets conjoints de recherche et de développement précommerciaux concourent à uniformiser les connaissances techniques communes des entreprises, à abattre les obstacles au savoir, à réduire la répétition coûteuse des efforts et à engendrer l'innovation.

Il est difficile de déterminer si la technique de production la plus efficace consiste à confier la recherche précommerciale à un champion national. Quoiqu'il en soit, Airbus a donné naissance à une structure qui incite les entreprises à investir de manière valable dans la recherche et le développement. Par la même occasion, cette structure facilite la diffusion des connaissances précommerciales acquises par les grands champions nationaux, donc contribue à établir des règles du jeu uniformes pour tous les membres du groupe.

Les deux paliers de recherche du projet Airbus amènent les entreprises à se livrer concurrence au niveau de l'innovation, les contrats de fabrication étant octroyés sur la foi d'une telle concurrence.

POLITIQUE JAPONAISE EN MATIÈRE DE SEMI-CONDUCTEURS¹⁴ (réussites et fiascos)

LE MINISTÈRE DU COMMERCE INTERNATIONAL ET DE L'INDUSTRIE (MCII) est le principal instrument utilisé par le gouvernement japonais pour favoriser l'innovation. Dès les années 1950, le MCII avait choisi l'industrie des semi-

conducteurs comme phare industriel. L'objectif était de rattraper les États-Unis, puis de les devancer. Pour cela, le Japon a simultanément recouru à plusieurs mécanismes, soit a poussé la technologie, a créé la demande et a coordonné et transmis l'information, ce qui lui a permis d'éviter les lacunes présentées par chacun, quand on les applique séparément.

La politique retenue par le Japon a la structure suivante.

- Coordination centrale (MCII) :
 - objectifs touchant l'industrie dans son ensemble;
 - énoncé d'une «vision» pour l'industrie;
 - coordination des subventions destinées aux projets de grande envergure;
 - répartition de la recherche pure entre le gouvernement et l'industrie; et
 - intégration de l'information nécessaire à la recherche pure et appliquée.
- Mesures d'encouragement du côté de l'offre :
 - dégrèvements fiscaux; et
 - prêts à un taux préférentiel par la Banque de développement du Japon et d'autres institutions publiques et semi-publiques.
- Garanties du côté de la demande :
 - Société des télécommunications du Japon et autres politiques de marché public;
 - insistance générale sur l'expansion de l'économie en vue d'accroître la demande intérieure.
- Protection de l'industrie à ses débuts :
 - droits sur les importations;
 - régulation et restriction des investissements directs des pays étrangers;
 - contrôle des achats de technologie et des licences d'exploitation.
- Législation :
 - interprétations de la loi contre les monopoles; et
 - promotion des industries clés.

Premier stade de développement (réussite)

Ce stade combinait un rattrapage technologique graduel à des changements de moyenne envergure à la structure facilitante. Au début, la politique japonaise ne se concentrait que sur le rattrapage technique. En contrôlant les contrats de

licence, le MCII pouvait choisir des technologies éprouvées, mises au point par des sociétés comme IBM, et conclure des ententes avec elles. Cette tactique a donné de bons résultats, mais elle s'est parfois révélée trop conservatrice. Ainsi, la firme Tsushin Kogyo de Tokyo avait sollicité la permission d'acheter la technologie du transistor à la Western Electric en 1953. Le MCII a refusé de le faire sous prétexte que l'application commerciale de cette innovation paraissait incertaine. Malgré la désapprobation du Ministère, l'entreprise de Tokyo est allée de l'avant. Elle s'appelle aujourd'hui Sony.

L'achat de licences sur les technologies éprouvées a permis aux successeurs d'exploiter les créneaux du marché et de fabriquer les produits que le créateur néglige fatalement lors du cheminement qu'il suit jusqu'à son invention.

Leçons de politique

Les politiques efficaces tendent souvent vers des modifications ponctuelles et concourent (dans la mesure du possible) à l'acquisition des connaissances tacites. Ceux qui élaborent les politiques peuvent atténuer le degré d'exposition à l'incertitude en cherchant la réalisation d'innovations secondaires, l'acquisition de connaissances sur les technologies étrangères solidement établies et le développement de nouveaux créneaux pour ces technologies.

En adoptant des technologies éprouvées, le MCII a réduit le degré d'exposition à l'incertitude comme suit :

- il a écarté l'incertitude liée aux inventions;
- il s'est délesté des innovations secondaires qu'aurait exigées l'implantation d'un nouveau système de production pour les inventions;
- il a permis aux auteurs des politiques d'adapter la technologie retenue à la structure existante et à l'orientation qu'on souhaitait donner à cette structure;
- il a contribué à réduire le volume de connaissances tacites dans le transfert technologique en signant des contrats de licence avec les créateurs de la technologie.

Les politiques de rattrapage ouvrent la voie à des innovations secondaires qui permettent d'exploiter et de créer de nouveaux créneaux pour les technologies connues, ainsi que d'acquérir les connaissances tacites qui existent ailleurs.

La politique doit être souple.

La politique du MCII voulant qu'on n'acquière de licence que pour les techniques éprouvées a failli coûter au Japon le succès commercial phénoménal de la société Sony.

Politique contemporaine

Elle est orientée vers les petites technologies de pointe et les changements de structure qui touchent l'ensemble de l'économie.

Réseau de soutien (réussite)

Le rôle capital du MCII a toujours été de coordonner l'information. Le Ministère et l'industrie échantent une importante somme de renseignements, souvent de nature très délicate, par des filières officielles et informelles (Okimoto, Sugano et Weinstein, 1984, p. 101).

En instillant la confiance, le MCII a incité les capitaines d'industrie à partager l'information précommerciale qu'en d'autres circonstances ils garderaient jalousement dans l'espoir de réaliser une rente temporaire. Le MCII a créé un réseau en mesure de glaner et de diffuser l'information utile à tous les membres de l'industrie. Ériger ce réseau a coûté très cher, mais le système a fait ses preuves dans de nombreux projets subséquents.

Le MCII a valorisé le bien-être collectif en contribuant à la diffusion rapide des résultats de la recherche précommerciale. Les entreprises ont dû se livrer concurrence au niveau de la recherche commerciale susceptible de déboucher sur des résultats brevetables. On a donc réduit la répétition inutile des efforts en encourageant les entreprises à partager l'information technique sans possibilité d'exploitation commerciale. Une des principales sociétés d'informatique nipponnes a signalé que sans le programme VLSI (circuits à très haute intégration), les fabricants japonais auraient mis cinq fois plus de temps à créer la technologie du faisceau d'électrons (technologie non exclusive) (Langlois et al., 1985).

Avant de lancer un projet national, le MCII utilise son réseau d'information pour savoir quels objectifs poursuivent les entreprises dans leurs laboratoires de recherche. Après d'innombrables heures de discussion, on réussit à forger une vision pour l'industrie des semi-conducteurs, vision qui intègre un programme passablement concret de priorités de recherche nationales (Okimoto, 1989, p. 101). Le programme de recherche national évalue les besoins et les perspectives technologiques, les possibilités commerciales, la concurrence étrangère, les tendances à long terme et les orientations souhaitables (Okimoto, 1989, p. 101).

Il vaut la peine de souligner que cette stratégie ne s'est pas bornée à l'industrie des semi-conducteurs. Ainsi, en 1981, le MCII a entrepris un projet national de recherche sur six matériaux précis, après avoir étroitement consulté l'industrie, les instituts de recherche et divers spécialistes (Gregory *in* Forester, 1988, p. 121-122). Dans les deux cas, le projet national portait sur la recherche «fondamentale» et devait aider l'industrie à trouver des applications commerciales aux résultats des travaux.

Laboratoires de recherche (réussite)

Le Japon exploite tout un réseau de laboratoires de recherche publics, issus des multiples projets nationaux lancés dans ce pays. Ces laboratoires procurent aux entreprises les installations qui leur permettent d'entreprendre des projets conjoints de recherche précommerciale.

Les innovations qui voient le jour dans des laboratoires concourent à niveler le bagage de connaissances techniques non rivales détenu par chaque entreprise dans une industrie clé. Les sociétés qui font appel à la recherche publique pour mettre au point des applications commerciales ne peuvent breveter la technologie. Elles doivent donc innover pour l'exploiter commercialement. La profonde incursion du Japon dans le marché des puces électroniques dérive en partie de la recherche poursuivie dans ces laboratoires et d'autres installations.

Financement (réussite)

Le MCII préfère ne financer qu'une partie des projets nationaux – la subvention rend le projet réalisable mais exige de l'industrie qu'elle contribue au projet. Si les subventions aident l'industrie à lancer le projet, elles ne sont pas assez lucratives pour que celle-ci ne s'efforce pas de rester efficace. Cette méthode de financement a prouvé son utilité dans les projets de rattrapage nationaux.

Deux tentatives de percée

Les circuits VLSI (réussite marginale)

Le projet VLSI, qui a démarré en 1976, illustre bien la politique poursuivie par le Japon en ce qui concerne le développement des techniques de pointe. Ce projet visait la recherche précommerciale et avait pour but la réalisation d'une percée dans le domaine des semi-conducteurs. Le MCII a commencé par financer le projet en partie et coordonner l'information, avant de contrôler le tout et, dans certains cas, d'user de son pouvoir pour s'assurer la participation de l'industrie. Le Ministère a facilité le transfert de l'information entre les entreprises qui se livraient directement concurrence au niveau de l'application des résultats de recherche au Japon. L'aptitude du MCII à maintenir la coopération entre les entreprises et à diffuser les résultats de la recherche précommerciale forme l'âme de ce programme.

Le projet VLSI s'est soldé par un échec face au principal objectif qui consistait à réaliser une percée. Dans le meilleur des cas, il a accéléré l'avènement de nombreuses techniques et donné lieu à des progrès restreints dans l'utilisation des cristaux liquides. En dépit de cette faible réussite technique cependant, le projet a débouché sur maints succès commerciaux qui ont considérablement aidé les entreprises nipponnes à devancer leurs rivales américaines. Ces retombées de l'objectif principal sont attribuables à l'imposante structure du MCII assurant la coopération des entreprises, le partage de l'information et la genèse d'idées.

L'ordinateur de cinquième génération (5G) (fiasco de type 1; réussite de type 2)

Ici, on s'est efforcé de réaliser une véritable percée en apportant des changements majeurs à la structure facilitante. Le projet 5G a démarré très peu de temps après le projet VLSI et poursuivait une bonne partie de ses recherches. L'objectif principal consistait à créer un ordinateur intelligent, capable de résoudre des problèmes et de gérer les connaissances. Huit sociétés d'informatique et de micro-électronique et deux laboratoires de recherche nationaux ont entrepris les travaux de recherche et de développement précommerciaux sous l'aile d'un organisme central, l'Institut des techniques informatiques de nouvelle génération (ITING).

Le projet a connu des difficultés dès le départ au niveau de la participation des entreprises. Le MCII souhaitait en diviser le financement à parts égales entre le gouvernement et l'industrie, mais cette dernière a refusé de courir pareil risque. Le MCII s'est donc résigné à financer le projet en totalité au cours des trois premières années, après quoi la situation serait réexaminée. Le projet a éveillé beaucoup d'intérêt dans le secteur privé. Outre les cinq grandes sociétés qui avaient participé au programme VLSI (Fujitsu, Hitachi, Mitsubishi, NEC et Toshiba), plusieurs entreprises de moindre envergure ont décidé d'y adhérer, sans doute en raison de la réussite commerciale du projet VLSI. Le programme 5G a néanmoins abouti à un échec et on a dû passer par pertes et profits les sommes massives investies dans la recherche et le développement. Les investissements s'étant vite taris après la constatation qu'on courait à l'échec, le projet doit être considéré comme une réussite de type 2.

Le Japon n'est pas parvenu à mettre sur pied une industrie logicielle à la hauteur de son secteur de l'informatique et le projet 5G n'a pas arrangé les choses. On pourrait en conclure que les efforts de coordination du MCII se prêtent mieux aux projets de rattrapage qu'à la recherche de pointe, qui donne de meilleurs résultats avec le modèle américain des travaux décentralisés, sans objectif précis, poursuivis par des entreprises indépendantes. Les expériences VLSI et 5G semblent confirmer ce point de vue, quoique les preuves à l'appui ne soient pas concluantes.

Leçons de politique

Les politiques japonaises postérieures à la politique de rattrapage ont remporté un succès mitigé dont on peut tirer diverses leçons.

La politique doit être souple.

La méthode de financement des projets du gouvernement japonais est une véritable étude du principe de souplesse. Il faut énormément de temps avant de réaliser des profits commerciaux et l'effort de coordination entre entreprises est plus important au Japon qu'aux États-Unis. Le MCII a créé une interface officielle

qui l'aide à déterminer ce que les spécialistes de l'industrie jugent important. Au lieu d'imposer un plan d'action, le Ministère s'efforce de faciliter la recherche à partir des informations recueillies. Une fois qu'il a déterminé l'orientation appropriée des efforts de recherche et de développement, le MCII est en mesure de maintenir cette orientation assez longtemps pour vérifier la viabilité de la technologie et prouver aux innovateurs du secteur privé qu'il vaut la peine d'investir.

La politique peut jouer un rôle utile en lançant et en coordonnant la recherche précommerciale, et en contribuant à une saine compétition au niveau de l'innovation.

Les travaux de recherche et de développement précommerciaux poursuivis par les laboratoires de recherche publics et les efforts de coordination et de diffusion de l'information du MCII interdisent la reproduction inutile des recherches et donnent aux entreprises l'occasion de partager et d'exploiter les mêmes connaissances techniques du domaine public.

L'implantation d'un mécanisme d'engagement crédible qui nivelle les connaissances techniques publiques détenues par les entreprises encourage la compétition de ces dernières au niveau de l'innovation commerciale, au lieu de les inciter à cacher les résultats de la recherche précommerciale en vue d'acquérir un avantage sur la concurrence.

Le MCII a accru la compétition au niveau de l'innovation grâce à ce mécanisme de péréquation. Les innovations des entreprises, sans être spectaculaires sur le plan technique, se sont traduites par un vaste succès commercial. Les possibilités d'innovation commerciale sont également énormes, car une base de connaissances techniques précommerciales peut créer un large éventail d'innovations commerciales qui ne rivaliseront pas entre elles. En d'autres termes, l'innovation appelle l'innovation.

La politique qui poursuit de multiples objectifs doit recourir à divers outils pour en permettre la réalisation.

Le MCII a adopté une série de politiques qui servent d'interface entre l'innovation et la structure facilitante en mobilisant les connaissances et les capitaux, en engendrant les innovations secondaires essentielles, en atténuant le degré d'exposition à l'incertitude de l'industrie et de l'économie et en assouplissant la structure facilitante. Le Japon est donc bien placé pour exploiter les innovations de n'importe quel pays du monde, des plus petites aux découvertes fondamentales. Par exemple, si le projet VLSI n'a pas débouché sur la percée attendue, il a néanmoins concouru à une exploitation commerciale efficace des innovations secondaires qui en sont nées.

La politique devrait tenir compte des liens entre la technologie et la structure facilitante.

Le MCII a créé un mécanisme qui favorise la répartition des activités propices à la genèse des connaissances techniques publiques et encourage la coopération à cet égard. Le réseau d'information sert à recueillir et à diffuser les connaissances qu'engendrent les laboratoires de recherche publics et les projets nationaux. Il convient de le comparer à d'autres politiques, notamment celle du projet Alvey (programme de développement du logiciel britannique) qui était privée de mécanisme de recherche précommerciale et poursuivait plusieurs objectifs contradictoires (on trouvera une analyse plus détaillée de ce programme à l'annexe A).

Le régime de politiques japonais explique comment bon nombre de projets nationaux ont favorisé le rattrapage technique de ce pays (sans succomber à de trop grandes ambitions) en donnant naissance à de multiples innovations mineures mais commercialement rentables, en réalisant quelques percées fondamentales et en transformant les petites améliorations techniques issues de l'échec de projets plus ambitieux en gigantesques succès commerciaux. (En ce qui concerne cette dernière remarque, la différence est dramatique quand on compare la situation du Japon à celle de la France et du Royaume-Uni, où l'échec de vastes projets n'ont donné aucune retombée positive.)

L'utilité de l'approche adoptée par le MCII pour faire progresser les techniques de pointe suscite toujours une polémique. Ses détracteurs soutiennent que le MCII a échoué en s'efforçant de réaliser une percée importante avec son programme 5G, alors que les entreprises américaines, qui n'étaient pas aiguillonnées par un organisme gouvernemental, ont avancé plus lentement avec les logiciels multitâches et connu le succès qu'on sait. Par ailleurs, le MCII a contraint les entreprises récalcitrantes à participer au projet, qu'il avait entièrement financé au départ. Cette manière d'agir est contradictoire avec la leçon tirée d'autres expériences (dont celles du MCII), soit que lorsque les entreprises du secteur privé et les organismes du secteur public ne peuvent s'entendre sur l'orientation à donner aux futurs changements technologiques, le jugement du secteur privé devrait l'emporter.

DEUX EXEMPLES DE L'INDUSTRIE DE L'INFORMATIQUE

La politique de microélectronique française¹⁵ (fiasco)

La politique de la France a toujours été de viser les techniques de premier plan qui transformeraient le pays en chef de file mondial. La stratégie la plus couramment utilisée consiste à créer un champion national dans l'industrie concernée, qu'il s'agisse d'un monopole privé appuyé par des recherches publiques ou d'une société d'État.

Le cas de la micro-électronique illustre bien cette politique, à laquelle on a recouru à maintes reprises pour mettre les producteurs français sur un pied d'égalité avec les entreprises américaines. En 1967, dans le cadre du Plan Calcul, on a créé une société d'État qui devait combler d'un coup l'écart entre la France et les États-Unis dans le secteur de la micro-électronique. La CII (Compagnie internationale de l'informatique) a vu le jour grâce à des subventions de 40 à 50 millions de dollars américains par année. Son premier produit était un gros ordinateur doté d'une unité centrale de traitement de conception française, en mesure de concurrencer directement la principale ligne de produits d'IBM.

Au départ, la firme américaine Texas Instruments était le principal fournisseur des composantes utilisées par la CII. Néanmoins, on a vite associé un petit fabricant de semi-conducteurs français, SESCOSEM, à la CII pour qu'il produise la gamme complète des composantes de Texas Instruments et donne ainsi au projet sa «facture française». Malheureusement, SESCOSEM n'avait pas l'envergure voulue pour répondre aux besoins de la CII et n'a pu maintenir un catalogue de produits aussi vaste qu'on le désirait. Cette exigence a fini par éroder la position concurrentielle de l'entreprise sur le marché intérieur. Par conséquent, le produit final comptait encore moins d'éléments français qu'au début du projet.

La politique a été abandonnée quand la CII a lancé un projet de co-entreprise avec un fabricant américain vers la fin des années 1970. À l'époque, on estimait qu'une entreprise devait contrôler 5 pour cent du marché mondial pour être compétitive, soit détenir approximativement la totalité du marché français. Or, la CII n'est jamais parvenue à acquérir 5 pour cent du marché national!

Les Français ont testé plusieurs autres politiques en vue d'appuyer l'industrie de la micro-électronique, notamment deux entre 1970 et 1980 et une troisième, en 1983, pour le secteur de l'informatique. En tout, on a englouti 4,5 milliards de francs dans cet essai. Pourtant, aucune initiative n'a remporté un succès digne de ce nom.

Soutien de l'industrie informatique en Grande-Bretagne¹⁶ (fiasco)

Au début des années 1960, le gouvernement britannique a tenté de créer une industrie de réputation mondiale, capable de se mesurer au géant IBM. Face à la petite taille de l'industrie en Grande-Bretagne, on a décidé de recourir à des fusions et à la protection du marché intérieur. Le ministère de la Technologie a fait en sorte que plusieurs sociétés concurrentes fusionnent afin de créer un champion national baptisé International Computers (Holdings) Limited (ICL). ICL a bénéficié d'une aide appréciable du gouvernement et d'un marché captif sous la forme des achats du secteur public. Le principal membre technique du consortium, International Computers and Tabulators (ICT), disposait d'un ordinateur techniquement comparable à celui d'IBM, mais l'entreprise manquait de liquidités pour entreprendre des travaux de recherche et de développement à long terme et être concurrentiel au niveau des baux financiers. Le gouvernement a abandonné

ses engagements de financement initiaux quand la récession a malmené l'économie britannique. Une tierce partie, aux caisses bien remplies, s'est jointe au groupe. Alors que les fonds publics devaient financer la recherche précommerciale à long terme, le nouveau participant a préféré faire fructifier ses investissements sur-le-champ. L'entreprise n'a donc pu poursuivre les travaux de recherche et de développement voulus et n'a jamais pu se renflouer.

Cette politique a échoué. Bien que les ordinateurs d'ICT aient donné lieu à d'importantes réalisations, la technique tirait de l'arrière face au produit d'IBM après la fusion et n'a pu concurrencer la firme américaine sur le marché.

Leçons de politique

Tenter une percée technologique est dangereux.

Dans les deux cas, le gouvernement a essayé d'effectuer une véritable percée dans l'espoir de se retrouver sur un pied d'égalité avec les États-Unis. Il a pour cela fallu apporter des changements importants à la structure facilitante, changements inappropriés à l'occasion. Les deux tentatives se sont soldées par un échec.

La politique devrait tenir compte des liens entre la technologie et la structure facilitante.

La structure facilitante de la Grande-Bretagne et de la France convenait au soutien de petites entreprises exploitant des créneaux précis du marché plutôt que de grosses sociétés capables de livrer concurrence à IBM. Les fusions obligatoires en Grande-Bretagne s'opposaient directement à la structure existante. En France, une politique d'intervention inappropriée sur le marché a contraint une entreprise concurrentielle à jouer un rôle inacceptable qui a ébranlé sa compétitivité.

En connaissant mal la structure facilitante et en ne la respectant pas, les deux pays ont prêté le flanc davantage à l'incertitude. Ils ont négligé certains aspects essentiels de leur structure et forcé l'implantation d'une structure facilitante différente.

L'innovation étant incertaine par nature, la politique devrait favoriser la poursuite d'un grand nombre d'expériences.

La création d'un champion national a limité le nombre d'expériences et accru le degré d'exposition à l'incertitude dans les deux cas.

La politique peut jouer un rôle utile en lançant et en coordonnant la recherche précommerciale, et en contribuant à une saine compétition au niveau de l'innovation.

La fusion obligatoire des entreprises et la protection subséquente du marché en Grande-Bretagne a supprimé toute incitation à la concurrence pour innover sur le marché intérieur. Les conditions associées à la fusion ont empêché ICL d'entreprendre les travaux de recherche et de développement précommerciaux souhaités.

Le prestige ne devrait pas constituer un objectif de la politique en soi, mais en devenir la conséquence. Choisir des projets prestigieux plutôt que des projets susceptibles d'être commercialement rentables revient à courir à l'échec. Au lieu de mener au prestige international et à une innovation commercialisable, les politiques de ce genre ont tendance à avoir l'effet inverse. En fin de compte, les projets de ce genre entravent les progrès techniques, car ils instaurent des technologies de qualité inférieure que les gouvernements ne veulent pas abandonner pour des raisons mystérieuses¹⁷.

Comme les cas qui précèdent le révèlent, il peut exister d'énormes externalités négatives, beaucoup d'autres industries se fiant à la technologie. Ces dernières voient leur avantage concurrentiel diminuer, puisqu'elles se servent de matériel de qualité inférieure à celui utilisé par leurs rivales étrangères.

Il est dangereux de poursuivre plusieurs objectifs à la fois.

L'approche du champion national adoptée par ces deux pays souligne bien qu'il ne faut pas combiner les objectifs politiques à la création d'une nouvelle technologie commercialement exploitable. La quête du prestige a interdit un changement utile de la technologie.

Les politiques efficaces tendent souvent vers des modifications ponctuelles et concourent (dans la mesure du possible) à l'acquisition des connaissances tacites.

La CII a connu plus de succès en nouant alliance avec une entreprise efficace des États-Unis.

LEÇONS DE POLITIQUE

VOICI UNE APPLICATION PLUS GÉNÉRALE des leçons tirées des cas décrits ci-dessus et à l'annexe A. La grille de classification mentionnée précédemment et reproduite au tableau 1 permet de structurer les différents cas et d'en extraire des principes généraux.

TABLEAU 1
LEÇONS DE POLITIQUE

STRUCTURE	TECHNOLOGIE ^a			
	MODIFICATION PONCTUELLE		SAUT IMPORTANT	
	Rattrapage	Pointe	Rattrapage	Pointe
Grand changement	Industrie de l'électronique coréenne Industrie de l'électronique de Taïwan	Achat de logiciel par l'armée américaine	Aéronautique civile au Japon, phase 1	Industrie japonaise de l'automobile Réacteur refroidi au gaz
Changement moyen	Aéronautique civile au Japon, phase 2 Débuts de l'industrie des semi-conducteurs au Japon	SEMATECH(M) Achat de semi-conducteurs par l'armée américaine NACA	Airbus(M) Industrie de la micro-électronique française Ordinateurs britanniques Politique industrielle de la Corée Politique industrielle de l'Inde	Concorde SST ^b Alvey
Petit changement	Sociétés d'échanges publics de l'Inde PARI canadien PME en Allemagne de l'Ouest	Poêles au Kenya, embarcations en Inde, électricité au Népal MITI : réseau de soutien, laboratoires de recherche, financement Regroupement des sociétés d'informatique Caravelle		VLSI Achats publics en aéronautique 5G japonais ^b

Fiasco = italique

Réussite = gras

Réussite marginale = M

Remarques : ^a Les mentions avec flèche appartiennent à la catégorie dans laquelle elles se trouvent, mais comptent de nombreuses applications dans la catégorie qu'indique la flèche.

^b Ces programmes sont des fiascos de type 1 en ce sens qu'ils n'ont pas permis l'implantation des technologies envisagées. Toutefois, il s'agit de réussite de type 2 puisqu'on a mis fin au programme dès qu'on s'est rendu compte qu'il courait à un échec.

GRANDES LEÇONS

Leçons tirées de la grille

Théoriquement, un grand saut technologique devrait être plus difficile à réaliser que des modifications ponctuelles. En effet, il faut apporter plus de changements aux plans, acquérir plus de connaissances tacites (souvent issues des erreurs) et procéder à de multiples ajustements aux technologies connexes. Il se peut également que les grands changements techniques qui s'insèrent relativement bien dans la structure existante soient plus faciles à réaliser que ceux qui exigent des modifications en profondeur à la structure facilitante. La combinaison la moins susceptible d'aboutir consiste donc en une grande percée associée à un changement majeur de la structure. Un petit changement s'adaptant facilement à la structure existante a plus de chance de réussir.

Les cas de la grille respectent dans une large mesure ces prévisions. Les réussites ont tendance à se retrouver dans les colonnes qui correspondent aux changements mineurs, mais sont réparties entre petits, moyens et grands ajustements à la structure facilitante. Les fiascos, par contre, sont surtout regroupés dans les colonnes représentant les percées importantes et sont associés à d'importantes modifications de structure. Examinons maintenant les cas qui dérogent à ces prévisions.

Privilégier les modifications ponctuelles aux sauts importants

Les deux échecs notés dans les colonnes des changements mineurs constituent des cas particuliers. Dans chacun d'eux, les organismes gouvernementaux ont privé une entreprise efficace, qui avait connu des débuts prometteurs, de l'aide dont elle bénéficiait au niveau de la recherche et du développement. Pour la Consolidated Computer Incorporated (CCI) canadienne examinée à l'annexe A, l'organisme public a cru qu'il pouvait diriger l'entreprise et substituer l'argent au talent, avec les résultats catastrophiques qu'on imagine. Dans le cas du Caravelle, les subventions de recherche et le talent qui auraient permis à la France de rester à l'avant-scène des transporteurs subsoniques commerciaux ont été réorientés vers le Concorde. Il est vrai que le Caravelle éprouvait des difficultés au niveau de la concurrence. Toutefois, sa position se prêtait nettement mieux à des améliorations ponctuelles, lesquelles auraient pu être réalisées si une partie importante des efforts de recherche et de développement consacrés au Concorde avaient porté sur les descendants du Caravelle.

Bien que la plupart des réussites se retrouvent dans les colonnes des modifications ponctuelles, on en remarque plusieurs parmi les percées importantes qu'il convient d'expliquer.

Comme on pourra le voir à l'annexe A, la politique américaine des marchés publics dans le secteur de l'aéronautique était bien pensée, de telle sorte que les principaux projets de défense ont eu des retombées intéressantes qui ont nécessité peu de changements à la structure existante.

D'aucuns contesteront sans doute les jugements relatifs à la politique industrielle de la Corée et des nouveaux pays industrialisés (NPI) dont il est question à l'annexe A. Il ne ressort pas moins des premières expériences cependant que certaines stratégies requérant d'importantes interventions peuvent déboucher sur de bons résultats si on se montre assez souple et respecte de solides critères pour freiner les échecs. À mesure que l'économie prend de l'expansion et qu'un nombre accru d'industries s'approchent de la fine pointe de la technologie, le pouvoir décisionnel doit passer du gouvernement aux entreprises, même s'il est toujours possible de maintenir la symbiose entre les secteurs public et privé comme l'exemple du MCII le démontre.

L'Airbus est une technique particulière qui a vu le jour en grande partie grâce à des champions nationaux. La structure facilitante n'était pas aussi rigide que celle d'autres champions nationaux comme le programme Alvey britannique et le réacteur refroidi au gaz de la Grande-Bretagne mentionné à l'annexe A. Il s'agit vraiment d'un cas limite que l'on peut considérer soit comme un succès, soit comme un fiasco selon la manière dont on examine les nombreux facteurs impondérables (attribuables à des problèmes d'information et à l'incapacité de prévoir la situation concurrentielle des cinq années subséquentes).

Le projet VLSI du Japon n'a pu atteindre l'objectif primordial qui consistait à réaliser une percée importante au niveau de la technologie. Néanmoins, le projet est une réussite commerciale en raison des nombreuses retombées de la tentative principale, car la structure du MCII est parfaitement adaptée à ce genre de situation.

Le cas de l'industrie automobile japonaise, examiné à l'annexe A, illustre magnifiquement deux points : rien n'est certain dans le monde de la politique d'innovation et le Japon fait exception à bon nombre de généralisations sur l'économie et la politique économique. Monter une industrie qui souffrait en partant d'un énorme désavantage d'échelle par rapport aux fabricants américains et laisser les entreprises se livrer concurrence sur un marché intérieur captif est la meilleure façon, si l'on se fie aux précédents existants, de donner naissance à une industrie nationale bancaire, incapable de grandir. De fait, le MCII a montré qu'il ne saisissait pas les ingrédients nécessaires à la réussite quand il s'est efforcé de promouvoir la concentration de l'industrie au Japon et la production de masse d'une «automobile populaire». Les entreprises lui ont opposé un refus catégorique et ont innové en exploitant leur désavantage commercial. La production sur commande a permis aux Japonais d'accroître leur rendement sur le marché intérieur et de battre l'industrie automobile américaine sur son propre terrain. On ignore quelle victoire le Japon aurait remportée sur le marché américain si le libre-échange avait été préservé. Néanmoins, le Japon aurait pénétré beaucoup plus profondément le marché sans les accords d'autolimitation des exportations qu'il a été contraint de signer. La réussite du Japon repose sur un remarquable élan d'innovation endogène qui a modifié non seulement l'industrie de l'automobile japonaise, mais aussi celle du monde entier avec la prolifération des méthodes de fabrication adaptables¹⁸.

Parmi les grandes percées qui ont débouché sur une réussite, l'Airbus est le seul exemple relatif à la création d'un produit particulier et des techniques connexes. Le succès de l'industrie japonaise de l'automobile dérive d'une politique qui a engendré les conditions et apporté l'aide générale intérieure sans lesquelles les entreprises privées n'auraient pu se faire concurrence, innover et prospérer.

Pas de conseils doctrinaires

La politique d'innovation respecte habituellement une de deux positions doctrinaires. Selon la position interventionniste, beaucoup d'entreprises nationales ne pourraient rester compétitives sur le marché mondial, à la merci de la concurrence industrielle, sans une aide importante du gouvernement. La position du laissez-faire suppose que l'aide prodiguée par le gouvernement pour favoriser l'innovation nuit toujours à la production. Les nombreuses preuves empiriques existantes, dont nous avons examiné un échantillon, nous incitent à croire que ces deux positions sont intenables. Certaines politiques donnent de bons résultats, d'autres non. La même politique donnera de bons résultats avec certaines structures et se révélera désastreuse dans d'autres circonstances. Une politique qui fonctionne bien à certains stades du développement d'une technique précise ou dans une économie donnée pourrait ne pas avoir les mêmes effets ailleurs, et ainsi de suite. Apparemment, il n'existe aucun substitut à un jugement éclairé, quand on examine une politique à la fois, en tenant compte des particularités du cas et des leçons générales tirées des exemples présentés ici.

Choisir les gagnants

On s'est longtemps interrogé sur l'aptitude du gouvernement à choisir un gagnant. Ce débat semble néanmoins passer à côté de bon nombre des problèmes réels dégagés par notre analyse.

Tout d'abord, le processus d'innovation recèle assez d'incertitude pour que chacun trouve un gagnant à l'occasion. Il s'ensuit que tôt ou tard, chacun enregistrera des échecs spectaculaires.

Deuxièmement, réussir à se débarrasser des perdants revêt encore plus d'importance que trouver un vainqueur. Dans le secteur privé, la rentabilité élimine sans merci les perdants. Au contraire, le secteur public éprouve de la difficulté à admettre ses erreurs et à faire marche arrière. Les interventions efficaces du gouvernement intégraient presque toujours un bon substitut aux résultats financiers du secteur privé. Les NPI qui se sont tournés vers l'exportation dans les années 1960 et 1970, au lieu d'adopter une politique nombriliste comme la plupart des autres pays moins développés, ont pu entreprendre d'importantes interventions sans grands dommages.

Troisièmement, l'image de bureaucrates qui élargissent sans cesse leur bagage de connaissances et s'en servent pour repérer des gagnants est très éloignée de la réalité dans de nombreux cas. Les mécanismes décisionnels de la bureaucratie ont

donné lieu à quelques échecs cuisants, notamment le programme Alvey et le réacteur refroidi au gaz. Une réussite est plus fréquente quand le secteur public sélectionne un «gagnant» après avoir consulté étroitement et de façon soutenue le secteur privé, aidé celui-ci dans les efforts qu'il est prêt à déployer pour consolider sa position et donné le dernier mot au secteur privé.

Quatrièmement, il est plus facile de repérer la technologie gagnante dans les programmes de rattrapage que dans les programmes de pointe. En effet, on élimine la principale source d'incertitude, bref quand on s'efforce d'adopter les innovations d'une tierce partie, on est certain qu'il n'existe pas de vase sans balles bleues. Créer une technique de rattrapage qui n'existe pas sur le marché national n'est pas une mince affaire – plusieurs fiascos l'attestent – mais l'entreprise n'est pas aussi malaisée que mettre au point une toute nouvelle technologie.

Cinquièmement, il est beaucoup plus facile de trouver une technologie gagnante lorsque le programme de rattrapage vise un créneau particulier, où les produits et les fabricants abondent, que dans le contexte d'un oligopole technique où deux ou trois produits et fabricants se livrent concurrence, car le nouveau venu devra se mesurer directement à ces derniers.

Sixièmement, chercher un projet gagnant qui réalisera une importante percée au niveau de la technologie et modifiera considérablement la structure facilitante revient à courir au désastre. Pareille attitude débouchera nécessairement sur une hausse des coûts associés au degré d'exposition à l'incertitude sans qu'on note pour autant une amélioration des retombées positives éventuelles du projet.

Il est typique de voir les auteurs des politiques défendre une technologie quelconque sans se préoccuper de la structure facilitante existante. Comme on vient de le voir, les chances de succès sont cependant plus nombreuses si on s'efforce de trouver une structure convenable. Il vaudrait peut-être mieux chercher une partie d'une structure plus vaste, facile à pénétrer, et une bonne concordance avec l'économie nationale dans le secteur concerné. Il suffit ensuite de laisser la structure facilitante désigner la technologie dont on devrait favoriser le développement.

Faire preuve de souplesse

Faire preuve de souplesse dans des conditions incertaines est un thème qui revient constamment dans nos études de cas. Nous l'avons observé dans les dernières généralisations empiriques de la partie qui explique comment effectuer un choix dans un climat d'incertitude et dans plusieurs leçons tirées de l'échec ou de la réussite de politiques particulières.

Pour généraliser ce qui a été appris jusqu'ici, il convient de faire la distinction entre l'adoption d'une stratégie originale et la modification de cette dernière, une fois que l'expérience s'accumule. Tout d'abord, quand on s'efforce de réaliser des progrès techniques, une décision s'impose sur les fins et les moyens : quels objectifs vise-t-on et comment les atteindra-t-on? Deuxièmement, avec le temps, l'expérience s'accroît et il vaut souvent la peine de faire le point.

Trois cas purs peuvent servir de modèle pour faciliter un tel choix. Le premier est celui où les bureaucrates prennent les grandes décisions, comme cela arrive couramment en France et au Royaume-Uni. Le deuxième est celui du laissez-faire, où un grand nombre d'entreprises se livrent concurrence sur le marché dans l'espoir d'imposer leur point de vue sur le cheminement que devrait suivre la technologie. Certaines industries américaines se rapprochent beaucoup de ce modèle. En vertu du troisième, les secteurs privé et public forment une symbiose dans laquelle le secteur privé est surtout motivé par les forces du marché. Les deux secteurs forgent une vision commune et le secteur public aide le secteur privé à matérialiser sa vision par la recherche précommerciale, le financement de la recherche appliquée, la protection du marché national et d'autres moyens. Le Japon a épousé ce modèle.

Le modèle bureaucratique présente manifestement de nombreuses lacunes. Confronté à deux possibilités, le secteur privé est sans doute le mieux placé pour prendre une décision quant à l'orientation qu'il conviendrait de donner à la technologie et à la façon de parvenir aux résultats escomptés. Par ailleurs, ce modèle manque de souplesse quand vient le moment de s'adapter, selon l'expérience acquise. De toute évidence, les deux autres modèles ont aussi leurs points forts et leurs faiblesses, ce qui nous interdit d'en qualifier un de supérieur aux autres de manière catégorique.

Le modèle américain présente l'avantage de la diversité. Il permet d'explorer plusieurs voies et de ne pas tout investir dans une seule d'entre elles. Le modèle se montre très souple face à l'expérience acquise, car si une entreprise ne s'adapte pas, d'autres le feront à sa place et réaliseront des bénéfices pour avoir réagi de la bonne façon. Une des critiques que suscite fréquemment ce modèle concerne ses visées relativement courtes, attribuables au risque d'une prise de contrôle qui n'existe pas au Japon et dans la plupart des pays de l'Europe continentale.

Le modèle japonais est celui qui se prête le mieux au choix des fins et des moyens avec une forte participation du secteur privé et une aide très polyvalente du secteur public. La difficulté réside dans l'importante concentration qui survient une fois qu'on a choisi la technologie sur laquelle porteront les efforts de recherche et de développement, peu importe l'éclatement du processus décisionnel. Ce modèle permet aussi l'adoption d'un point de vue à long terme, le financement public n'étant pas teinté par des considérations à court terme et les entreprises étant isolées des pressions immédiates en raison de leur structure. Lorsqu'il se montre intraitable et s'oppose au point de vue bien marqué du secteur privé, le MCII se trompe fréquemment. Le modèle semble aussi très bien adapté au rattrapage technologique ou à l'exploitation des progrès de pointe réalisés ailleurs. Néanmoins, il est impossible de dire dans quelle mesure il se compare au modèle américain pour les véritables développements à la fine pointe de la technologie.

Les modèles intermédiaires ne manquent pas. Par exemple, les entreprises peuvent déterminer dans quelle direction iront les progrès technologiques, mais le secteur public peut leur prêter main-forte à divers égards, comme dans la recherche préconcurrentielle et le financement. Le point capital est que peu importe le

modèle retenu, la réussite repose dans une large mesure sur la sensibilité au point de vue du secteur privé en ce qui concerne les fins et les moyens et sur l'aptitude de changer d'orientation d'après l'expérience acquise. Au contraire, l'inflexibilité face aux évaluations du secteur privé et une trop grande rigidité à l'égard de l'expérience ont tendance à conduire à l'échec.

Le reste de la présente partie classe les leçons tirées des exemples présentés dans les cellules du tableau 1. Dans chaque cas, nous examinerons les éléments communs et ceux qui s'appliquent spécifiquement aux percées technologiques ainsi qu'aux efforts de rattrapage technique.

LEÇONS TIRÉES DES SAUTS IMPORTANTS

Éléments communs

Maintes raisons expliquent pourquoi les tentatives visant à réaliser une grande percée technologique sont associées à de multiples incertitudes. En voici quelques-unes, que nous relierons à notre analogie précédente des vases.

- Une forme de la technologie doit être technologiquement viable, chose impossible à déterminer si on n'investit pas du temps et de l'argent dans le projet. (Tous les vases doivent renfermer des balles bleues.)
- On a besoin d'une série d'innovations parallèles à la technologie, chacune associée de ses propres risques et incertitudes. (On doit tirer une balle bleue de chaque vase, pour un jeu de vases donné.)
- Il faut souvent apporter des modifications majeures à la structure facilitante.
- En règle générale, on doit deviner la meilleure version de la technologie de base parmi plusieurs. (Il faut choisir entre plusieurs sous-ensembles de vases d'où seront tirées les balles.)
- À mesure qu'on acquiert de l'expérience, il faut faire preuve de souplesse pour réorienter les travaux – changer les moyens, modifier les objectifs finals ou même abandonner le projet. Les gouvernements éprouvent de la difficulté à prendre une telle décision parce qu'ils poursuivent souvent des objectifs multiples. (À n'importe quel moment du processus, on peut tirer une balle indiquant qu'il faudrait abandonner la série de vases actuelle pour en choisir une autre.)
- Une percée technologique ne suffit pas. La rentabilité est un autre facteur qui exige souvent l'implantation d'une structure facilitante complexe sans laquelle on ne pourra exploiter les inventions fondamentales. (On doit aussi tirer une balle bleue d'un sous-ensemble de vases baptisés «réussite commerciale».)

- L'expérience acquise subséquemment avec la technologie doit prouver la viabilité de cette dernière, tant sur le plan technique que commercial. Dans un monde technologique incertain, des surprises peuvent survenir longtemps après le succès commercial apparent d'une technologie. (Même après une commercialisation efficace, il faut périodiquement tirer une balle bleue d'un vase étiqueté «conditions du marché».)

Le Concorde anglo-français et le SST de Boeing étaient des tentatives en vue de réaliser un grand saut technologique. Avec le recul, on constate qu'aucun choix ne pouvait conduire à la réussite du projet dans les années 1960 (à savoir, l'urne du bang supersonique ne contenait sans doute aucune balle bleue). Les États-Unis ont fait marche arrière quand l'expérience a montré que le SST ne connaîtrait sans doute aucun succès commercial. Les Français et les Britanniques, par contre, se sont obstinés. Ils ont bien réalisé une percée, mais ont négligé les développements parallèles qui auraient pu la transformer en succès commercial. Notons que dans le cours de cette malheureuse tentative, la France s'est fourvoyée en réduisant les fonds et les efforts consacrés à la technologie moins prestigieuse du Caravelle, qui connaissait néanmoins une réussite commerciale.

Dans le secteur de l'énergie nucléaire, l'Angleterre a opté pour les réacteurs refroidis au gaz, variante inférieure de la technologie existante. Ce pays a donc retenu une moins bonne série de vases que les autres nations. En outre, l'Angleterre a persévéré beaucoup plus longtemps que l'aurait fait le secteur privé, ce qui explique son échec retentissant.

Les Canadiens ont procédé à un meilleur choix que les Britanniques en optant pour la technologie CANDU, analysée en détail à l'annexe A. Ils ont créé un réacteur qu'on peut qualifier de réussite technologique. Toutefois, le marché ne s'est pas développé assez pour rendre le projet valable si bien qu'il s'est soldé par un échec commercial. En rétrospective, on constate que la génération de centrales nucléaires laisse à désirer, en partie en raison des énormes incertitudes existant au lancement du projet. Le tollé qu'a soulevé l'énergie nucléaire et les difficultés techniques qui sont survenues quelques années à peine après l'inauguration de la centrale ont entraîné une révision des coûts et des avantages estimatifs longtemps après la mise en exploitation de la technologie. Les Canadiens ont sélectionné le bon ensemble de vases, mais ont à peine réussi (dans le meilleur des cas) avec le vase de la commercialisation et ont tiré la mauvaise balle du vase des conditions de marché propices au projet.

Projets de rattrapage

En poursuivant avec notre analogie, les projets de rattrapage présentent deux avantages sur les précédents. Tout d'abord, ceux qui succèdent aux créateurs savent qu'il n'existe pas de vase sans balles bleues, d'autres ayant déjà connu le succès dans le domaine choisi. Deuxièmement, les successeurs effectuent leur tirage d'un moins grand nombre de vases, car ils font en partie appel aux connaissances développées par les entreprises déjà implantées sur le marché.

Le projet Alvey visait une grande percée en ingénierie logicielle et recourait à des méthodes inappropriées, sans structure de soutien. Dans ces circonstances, la tentative était vouée à l'échec, même sans les nombreuses erreurs de parcours qu'on connaît.

Tel qu'indiqué à l'annexe A, le Japon a lui aussi essayé d'effectuer une percée en créant une industrie aéronautique commerciale totalement nipponne, pour laquelle il n'existait pas de structure de soutien. L'absence de structure facilitante a joué un rôle majeur dans l'échec de cette tentative.

Dans le secteur de la micro-électronique, Français et Britanniques ont tenté de réaliser des progrès fondamentaux au niveau du matériel. Ils ont échoué quand ces progrès ont notamment exigé des changements inappropriés à la structure existante et lorsqu'en Angleterre, le gouvernement a coupé les fonds destinés à la recherche et mis fin au développement d'une technologie pourtant viable (la série 1900 d'ICT). Les entreprises qui fabriquaient les ordinateurs n'ont jamais atteint le niveau concurrentiel des firmes américaines et leurs sous-traitants en ont souffert, de telle sorte que l'industrie a subi une plus grande domination étrangère qu'en l'absence d'une telle politique. On peut donc conclure à un double échec.

L'Airbus européen se voulait un important progrès technologique, progrès que d'autres entreprises (Boeing) avaient déjà accompli. Le projet était combiné à des modifications de structure modestes. À l'inverse de l'industrie aéronautique au Japon et de l'industrie informatique en Europe, le secteur de l'aéronautique commerciale européen disposait d'une structure facilitante bien développée, assortie d'un capital humain déterminé et de fabricants de pièces expérimentés. L'innovation touchait un volet particulier de la structure facilitante et a donné naissance à une industrie apparemment rentable, ce qui a débouché sur un succès marginal. On ignore si la nouvelle industrie parviendra à recouvrer tous ses frais de développement, mais rappelons que Boeing n'a pas été tenue de le faire avec les avions militaires qui ont ouvert la voie au 707 et contribué à la mise au point des moteurs du 747.

Nous avons vu que les politiques de rattrapage visant un saut important échouent presque à coup sûr quand les chefs de file jouissent d'une grande avance et qu'on désire les dépasser considérablement du même coup. L'explication est que le projet met souvent en cause une industrie complexe intégrant de nombreux fabricants de pièces et qu'il faut apporter des changements ou effectuer des ajouts draconiens à la structure facilitante. La multiplicité des modifications requises, à chacune desquelles s'associent des coûts et des incertitudes, rend un tel saut vers l'avant difficile, sinon impossible.

Même si un important projet de rattrapage débouche sur un succès technologique et commercial, en ce sens qu'on parvient à vendre l'innovation sur le marché existant, d'autres problèmes surgissent. Si le marché ciblé est un oligopole dominé par quelques entreprises, le nouveau produit se heurtera sans doute à la concurrence des principaux produits fabriqués dans les autres pays. Il peut s'ensuivre une concurrence destructive au niveau des prix. En outre, même si

le nouveau produit réussit à s'implanter sur le marché, il est peu probable qu'on en tire une rente importante étant donné la forte concurrence des produits solidement établis. Pareille réussite exige d'importantes externalités et la nationalisation de la technologie (car on pourra toujours se procurer le produit auprès des entreprises d'autres pays). Malheureusement, les gouvernements qui s'efforcent d'effectuer un bond de cette taille élaborent aussi leurs propres politiques pour s'attaquer de plein front à la concurrence. Il suffit de penser aux politiques française et britannique en matière d'informatique et au projet Alvey, qui avaient expressément pour but de concurrencer les oligopoles américains.

Si le marché se compose d'un grand nombre de petites ou moyennes entreprises concurrentes, la commercialisation d'un nouveau produit similaire, mais différent à certains égards et peut-être meilleur que les produits concurrents existants, présente des possibilités plus intéressantes. Sur un marché de ce genre, un nouveau produit peut s'emparer d'un des nombreux créneaux disponibles, sans se heurter de plein fouet à la concurrence de ceux qui dirigent une industrie qualifiée d'oligopole. L'expérience du Japon dans l'industrie de l'aéronautique commerciale illustre bien ces deux aspects. En un premier temps, la politique japonaise a dû faire face à la concurrence directe d'entreprises établies comme Boeing et Airbus. Durant la deuxième phase, on s'est efforcé de trouver des créneaux libres sur le marché fragmenté des pièces. D'autres succès analogues comprennent les politiques de la Corée et de Taïwan en matière d'électronique (voir annexe A) et la politique japonaise dans le même secteur (voir plus haut). Ces politiques avaient pour but de créer des niches dans le cadre d'un projet de rattrapage graduel.

Projets de pointe

Commercialisation

Même en cas de percée technologique, d'autres problèmes doivent être résolus avant qu'on puisse parler de commercialisation efficace. En voici quelques exemples.

La demande dont fera l'objet un nouveau produit est très incertaine. En effet, le produit peut n'être destiné qu'à un minuscule créneau sur lequel la demande sera minime, comme cela s'est produit notamment pour le Concorde anglo-français.

Le projet 5G, qui a donné lieu à un véritable saut technologique, illustre bien les difficultés que pareille entreprise soulève au niveau de la commercialisation. Le MCII a contraint les entreprises japonaises récalcitrantes à effectuer un bond de géant tandis que les sociétés américaines se sont contentées d'apporter des améliorations graduelles au logiciel multitâches. Ce dernier coûtait donc moins cher et répondait de façon adéquate aux désirs des utilisateurs. Le logiciel intelligent créé au Japon était plus onéreux et les utilisateurs devaient apprendre des techniques radicalement différentes. C'est pourquoi le projet 5G n'a pas débouché sur une commercialisation efficace de la nouvelle technologie.

Les frais de fabrication ou d'exploitation peuvent s'avérer excessifs. Le VC10 britannique, qu'on peut qualifier de succès technique et qui concurrençait le Boeing 707, était un excellent appareil, qu'ont vivement apprécié les passagers, mais ses coûts d'exploitation légèrement plus élevés (impossibles à prévoir) l'ont transformé en échec commercial.

Dans la course vers une nouvelle technologie, plusieurs entreprises peuvent parvenir au marché à peu près simultanément. Elles pourraient donc se faire concurrence sur un marché qui se serait avéré fort lucratif si une seule d'entre elles avait été la première à réussir (comme cela s'est produit avec l'énergie nucléaire).

Les achats publics peuvent aussi poser un problème, car certaines décisions seront teintées de politique. Il suffit de songer à la vente des réacteurs nucléaires.

Pertinence de la nouvelle théorie sur le commerce

Compte tenu des points soulevés antérieurement, on peut se demander s'il est préférable ou non d'être le premier à réaliser un bond important à la fine pointe de la technologie ou s'il vaut mieux faire partie des successeurs. (Soulignons qu'il est ici question d'une percée importante et non de modifications ponctuelles qu'une entreprise quelconque doit effectuer pour garder sa réputation d'industrie novatrice.)

La nouvelle théorie sur le commerce soutient qu'il vaut la peine d'être le premier sur un marché qui n'alimentera éventuellement que quelques producteurs en raison des effets d'échelle, donc débouchera sur les profits substantiels d'un oligopole. On peut néanmoins se demander quelle technologie choisir pour prendre pied le premier sur un jeune marché et s'y établir. La nouvelle théorie sur le commerce ne s'intéresse qu'aux résultats obtenus par ceux qui lancent un projet les premiers, quand celui-ci atteint ses objectifs. Elle reste muette sur le processus qui entraîne la matérialisation de certains marchés et pas d'autres, et sur le fait que certains inventeurs connaissent le succès là où d'autres échouent.

Les faits accomplis, il est bien sûr plus facile de déclarer qu'être le premier dans une nouvelle industrie particulière ou lancer une nouvelle technologie qui remporte du succès aurait été une bonne idée. Un tel jugement est irréalisable avant coup cependant. L'innovation est une activité incertaine par nature. Par conséquent, aucune règle ne permet de déterminer s'il est préférable d'être le premier ou de faire partie des suivants quand on tente une percée. Sans mauvaise surprise, le premier à créer la nouvelle technologie pourrait occuper une position sur le marché d'où on le délogera difficilement. Par contre, ceux qui le suivent peuvent apprendre des surprises désagréables qu'a connues l'innovateur, donc s'implanter les premiers sur le marché. Le Comet et le Concorde illustrent les risques qu'il y a d'être un pionnier. Boeing a profité d'être dans le sillage de deHaviland et en a appris beaucoup sur le tout nouveau problème de la fatigue du métal en emboîtant le pas à cette entreprise. Bon deuxième, Boeing a réussi à prendre la tête du marché avec son 707. Cette société a également tiré certains

avantages en suivant le consortium anglo-français du Concorde. En l'occurrence, elle a compris que le projet était voué à l'échec commercial et s'est abstenue de pénétrer sur ce marché.

En rétrospective, ces décisions étaient les bonnes et démontrent l'intérêt qu'il y a à ne pas être le pionnier quand des imprévus se présentent.

Un autre aspect sur lequel la nouvelle théorie relative au commerce reste muette est la généralisation empirique voulant que des technologies radicalement différentes, qui pourraient donner naissance à de nouveaux oligopoles industriels, ont d'abord une forme grossière et connaissent une lente évolution avant de s'infiltrer un peu partout dans l'économie. L'argument voulant qu'il est préférable d'être le premier s'applique donc surtout au cas théorique, sans confirmation empirique, d'une nouvelle technologie implantée dans le monde après avoir plus ou moins été perfectionnée.

LEÇONS TIRÉES DES MODIFICATIONS PONCTUELLES À LA TECHNOLOGIE

Éléments communs

Tel qu'on l'a noté dans la généralisation empirique sur le «processus continu d'innovation», les modifications ponctuelles apportées à la technologie expliquent une partie appréciable du changement technologique et de l'expansion de l'économie. Ces modifications réduisent considérablement l'exposition à l'incertitude car, contrairement aux sauts importants, elles s'insèrent dans la structure facilitante existante ou n'y exigent que de petites modifications. En outre, leur rentabilité est moins incertaine puisqu'elles fonctionnent souvent sur des marchés établis, par exemple. Les innovations graduelles examinées dans les études de cas précédentes illustrent les remarques qui précèdent et de nombreuses réflexions analogues.

Projets de rattrapage

Apporter des modifications ponctuelles à un jeu de techniques importées est une stratégie plus efficace que la réalisation d'un bond important en avant. En effet, on réduit ainsi considérablement le degré d'exposition à l'incertitude, accroît le transfert des connaissances tacites et développe les techniques adaptées à des créneaux inévitablement négligés par le meneur technologique. Il suffit de penser à l'industrie de l'aéronautique japonaise après l'abandon du projet «purement nippon», aux semi-conducteurs japonais, aux «associations» dans le secteur de l'automobile japonais et à l'industrie de l'électronique de Taïwan et de la Corée.

Projets de pointe

Le gouvernement des pays industrialisés est trop souvent subjugué par les grandes percées technologiques. Il oublie que bon nombre de millionnaires ont fait fortune grâce à des produits très prosaïques. Les preuves anecdotiques que nous avons

glanées lors de nos recherches nous incitent à croire que certaines politiques canadiennes qui encouragent les tentatives d'innovation personnelles insistent trop sur la «haute technologie» et se gardent souvent d'appuyer des innovations plus terre à terre, caractérisées par une moins grande incertitude et de meilleures perspectives de profit. Il faut bien comprendre que la haute technologie n'est pas le foyer de possibilités d'innovation commercialement lucratives qu'on croit. Les politiques ayant pour but de favoriser l'innovation doivent aussi tenir compte des progrès relativement mineurs dans certaines industries très peu technologiques. Ne pas le faire reviendrait à répéter l'erreur de la France – mais au niveau des modifications ponctuelles plutôt que des sauts technologiques.

L'annexe A donne quelques exemples de réussite à cet égard, notamment la fabrication de poêles au Kenya, la construction d'embarcations en Inde et l'installation de micro-centrales hydroélectriques au Népal. Ces exemples illustrent le très grand nombre de cas où le gouvernement a permis de petits progrès techniques qui ont rapporté gros parce qu'ils étaient particulièrement bien adaptés à la structure facilitante en place.

Pour ce qui est des politiques plus générales, on se reportera à l'analyse du Programme d'aide à la recherche industrielle (PARI) canadien, qui respecte toutes les conditions voulues pour donner lieu à de petites améliorations, et de la politique allemande relative à la petite et moyenne entreprise (PME), à l'annexe A.

LEÇONS TIRÉES DE LA STRUCTURE

Secteur privé

Notre analyse des diverses politiques d'innovation cache de nombreuses leçons implicites sur le secteur privé. Nous n'en mentionnerons que quelques-unes, qui présentent un rapport avec l'examen subséquent des politiques d'innovation.

Au sens du comportement entre entreprises mais non d'une compétition parfaite comme l'entendent les économistes, la compétition au niveau de l'innovation joue un grand rôle stratégique dans la rivalité entre les entreprises. Elle concourt plus à l'innovation technique que le monopole.

Il est difficile de gérer avec efficacité les travaux de recherche et de développement précommerciaux dans un milieu où maintes entreprises rivalisent.

Face aux innombrables incertitudes de la recherche, incertitudes dont on ne peut se rendre compte qu'après coup, une entreprise doit faire preuve de souplesse pour réussir.

On se demande toujours ce qu'il est préférable d'avoir au pays : le siège social ou les installations de production d'une multinationale. Nous pencherions plutôt pour les installations de production locales. Néanmoins, un tel choix est souvent délicat et le débat sur la meilleure des deux possibilités risque de faire rage encore longtemps.

Politique gouvernementale

Une modification à la technologie entraîne une modification à la structure facilitante, et vice versa. Si les responsables de l'élaboration des politiques ne s'intéressent qu'à un des deux éléments, le second en souffrira, ce qui affectera la performance générale de la politique, par exemple par l'apparition de coûts imprévus ou un retard dans l'implantation des modifications envisagées. Viser les deux éléments sans tenir compte des liens qui les unissent pourrait entraîner une série de changements incohérents qui interdirait la réalisation des principaux objectifs dans les délais prévus. En étant conscients de ces relations, les auteurs des politiques pourraient envisager divers changements cohérents qui les aideraient à atteindre le but principal qu'ils se sont fixé.

Pour élaborer une politique efficace, le gouvernement doit consulter les spécialistes de l'industrie et se laisser guider par eux. S'il est impossible de s'entendre sur l'utilisation des fonds publics et privés destinés à financer la recherche pure et appliquée, le secteur privé devrait avoir le dernier mot. Le MCII s'est montré très efficace dans ce genre de consultation et, dans les rares cas où on n'a pu résoudre les différends avec le secteur privé, ce dernier paraît avoir eu raison plus souvent qu'à son tour. Il suffit de penser au projet d'automobile populaire et à la fusion des fabricants d'automobiles. Dans les deux cas, le MCII a cédé et c'est le point de vue du secteur privé qui s'est avéré correct par la suite. Par contre, le MCII n'a pas fléchi avec le projet 5G et son erreur a été subséquentement confirmée. D'autres exemples comprennent l'expérience du Canada avec CCI, celle de l'Angleterre avec ICL et le Plan Calcul français.

Nous avons souligné que le gouvernement devait faire preuve de souplesse. Pour cela, il doit posséder de bons instruments d'auto-évaluation qui l'aideront à cerner ses erreurs et à identifier les réussites. Des politiques valables comme le PARI font rarement l'objet d'une évaluation objective approfondie permettant de déterminer si les projets rapportent assez pour franchir l'épreuve de l'additionnalité. Les gouvernements doivent être disposés à tirer des leçons de leurs erreurs et à changer l'orientation de certains projets ou à y mettre fin. Or, beaucoup de projets ne respectent pas ce critère. Le Concorde en est la parfaite illustration, car on a poursuivi longtemps le projet tout en sachant qu'il aboutirait à un échec. La politique de fabrication de semi-conducteurs purement américains (SEMATECH), dont il est question à l'annexe A, l'aéronef entièrement japonais et l'ordinateur français sont des exemples d'objectifs rigides qui empêchent les entreprises de s'adapter. L'orientation du Japon et des NPI vers les exportations crée un marché extérieur dont on se sert pour vérifier la réussite du projet. Sans ce test, bon nombre de projets de nature passablement interventionniste n'auraient sans doute pas donné naissance à des entreprises efficaces, comme cela se produit souvent avec les politiques nombrilistes.

Les gouvernements doivent aussi composer avec la structure facilitante en place ou y apporter des modifications raisonnables. Maints projets ambitieux ont échoué à cet égard. Le Plan Calcul, ICL et Alvey, la phase 1 de l'industrie

aéronautique japonaise et les gaffes du MCII dans le secteur de l'automobile en sont autant d'exemples. Ces projets voulaient imposer une structure rigide, parfois inappropriée, à l'industrie.

Les gouvernements qui souhaitent concourir aux tentatives visant à faire progresser la technologie doivent viser un objectif précis. La multiplication des objectifs entraîne habituellement un manque de souplesse lors de l'évaluation du but de l'innovation. La politique industrielle de l'Inde, expliquée à l'annexe A, l'illustre bien car elle a introduit plusieurs objectifs contradictoires. Dans le meilleur des cas, le prestige national est un sous-produit de la réussite technologique, pas une fin en soi. Le réacteur refroidi au gaz, CANDU, Alvey, le Plan Calcul, ICL et le Concorde constituent autant d'échecs à cet égard, tandis que le MCII et bon nombre de NPI illustrent la réussite.

Même si l'objectif consiste à rattraper le retard important d'une industrie quelconque (ce que s'efforcent de faire les pays industrialisés et ceux en développement), il est souvent préférable de le faire graduellement et non de tenter un pas de géant.

Si le rattrapage est confié aux entreprises locales, il vaut la peine de protéger le marché national afin de leur procurer un débouché qui leur permettra de faire leurs preuves. L'industrie de l'automobile japonaise est un exemple modèle du succès initial réalisé sur un marché national protégé. Les politiques industrielles de Taïwan et de la Corée, examinées à l'annexe A, constituent aussi une certaine réussite à cet égard. Néanmoins, protéger le marché national pourrait s'avérer dangereux si on confie la quête des progrès technologiques à un champion national. En effet, le gouvernement pourrait fort bien hériter d'un enfant qu'il devra protéger perpétuellement, comme cela s'est produit avec les politiques française et britannique dans le secteur de l'électronique et avec le projet SEMATECH visant le matériel de lithographie. Il est préférable que plusieurs entreprises se livrent farouchement concurrence sur le marché national protégé, en utilisant principalement l'innovation pour battre leurs compétiteurs.

Les gouvernements sont souvent tentés par la réalisation d'une percée importante dans les secteurs qui engendrent les technologies à très large usage, celles que Lipsey et Bekar (1995) appellent les «technologies habilitantes». Les externalités qui donnent souvent lieu à des gains supplémentaires, quand on réussit à perfectionner une technologie habilitante, rendent souvent l'échec plus douloureux lorsque la technologie est plus ou moins spécifique à l'industrie qu'on s'efforce de faire naître. Si le saut relatif à la technologie habilitante avorte, l'industrie concernée n'est pas la seule touchée. Tous ceux qui recourent à la technologie habilitante en subissent le contrecoup. Ainsi, le projet Concorde a abrégé la vie du Caravelle tandis que ICL, le Plan Calcul et le réacteur refroidi au gaz ont contraint le gouvernement et l'industrie à se rabattre sur des technologies de qualité inférieure.

Le gouvernement a un rôle important à jouer en créant et en modifiant la structure facilitante en fonction des nouvelles technologies. Les lois antitrust et l'éducation en sont des exemples manifestes. L'Airbus a entraîné des

modifications mineures mais essentielles à la structure, à l'instar de plusieurs politiques américaines de marchés publics qui ont parfois implanté une toute nouvelle structure facilitante pour une industrie. Sur un plan plus général, le MCII a créé une structure qui aide les entreprises nipponnes à exploiter les inventions réalisées au Japon et à l'étranger.

Un autre rôle du gouvernement qu'on ne peut négliger consiste à favoriser et à coordonner la recherche précommerciale en permettant aux entreprises de se livrer concurrence au niveau de la recherche commerciale. Bien sûr, le gouvernement peut échouer ici comme ailleurs (qu'on pense à SEMATECH), mais il existe d'incroyables possibilités de succès. La recherche précommerciale peut se solder par de nombreux fiascos sur le marché, ainsi qu'on l'a déjà vu. Les gouvernements sont parvenus à faciliter ces travaux au moyen de leurs propres installations ou en donnant naissance au climat de confiance et de coopération essentiel au partage des résultats, voire à la poursuite des recherches. C'était notamment le cas du MCII, de l'Airbus et de la NACA.

Enfin, notons que les retombées des activités poursuivies par le secteur public en vue de la réalisation d'autres objectifs ont contribué de manière appréciable aux changements apportés aux produits, aux procédés ou aux structures. Quoiqu'elles suffisent rarement à justifier les investissements initiaux, ces retombées sont assez importantes pour que les politiques laissant entrevoir un grand potentiel prévoient la maximisation de ces retombées parmi leurs objectifs. La politique d'achats publics américaine a été conçue pour encourager la compétition au niveau de l'innovation, tenir compte des réactions des utilisateurs et des inventeurs, implanter une structure facilitante adéquate en matière de recherche et d'éducation et prendre pour cible les technologies, au stade initial de leur développement où les retombées sont les plus fréquentes.

Notre théorie structuraliste et les leçons tirées des études de cas suggèrent qu'il n'existe pas de politique d'innovation idéale. Il est plus utile de se demander si les politiques d'innovation conviennent à la structure facilitante nationale que de déterminer si le régime implanté est le meilleur au monde. Une politique d'innovation fonctionnera bien ou mal en fonction de son adaptation à certains éléments de la structure facilitante, entre autres :

- la concentration de l'industrie;
- la structure et le comportement des institutions financières;
- la mobilité de la main-d'oeuvre;
- la défense des intérêts régionaux par le régime politique; et
- l'aptitude de certains groupes à prendre la maîtrise de certains organismes publics ou politiques.

Il vaut la peine de se demander dans quelle mesure les politiques d'un pays sont adaptées à sa structure facilitante. Les volets de la politique d'innovation qui donnent de bons résultats à l'étranger peuvent-ils être facilement adaptés à la structure d'un autre pays? Il serait ridicule de copier exactement les politiques d'innovation d'un pays, surtout si la structure facilitante diffère radicalement, comme c'est par exemple le cas entre le Japon et le Canada ou les États-Unis.

ANNEXE A

ÉTUDES DE CAS – POLITIQUES SPÉCIFIQUES ET POLITIQUES GÉNÉRALES

L'ANNEXE QUE VOICI EXAMINE de façon succincte les cas non décrits dans le corps du document. Comme nous l'avons expliqué précédemment, chaque section se termine par les leçons de politique tirées du cas – leçons qui peuvent être considérées comme des généralisations mais nécessitent une confirmation. Les cas ont été divisés en deux : ceux où l'on encourage les entreprises et les industries à recourir à une technologie particulière, que nous avons baptisés «encouragement spécifique», et ceux où l'on s'efforce d'apporter une série de changements techniques sans favoriser pour autant une entreprise ou une industrie précises, que nous appelons «encouragement général». Les cas sont ensuite classés conformément au tableau 1 : la politique d'innovation peut viser des changements de pointe ou un rattrapage technologique; elle peut tendre vers une percée importante ou des modifications ponctuelles et peut entraîner de grands, de moyens ou de petits changements à la structure facilitante. Pour donner un tableau complet, nous avons inséré le titre des cas examinés dans le corps du document à l'endroit qui leur revient.

ENCOURAGEMENT SPÉCIFIQUE – TECHNOLOGIE : POINTE, SAUT IMPORTANT; STRUCTURE : GRANDS CHANGEMENTS

L'industrie japonaise de l'automobile¹⁹ (réussite)

Le succès fantastique de l'industrie japonaise de l'automobile est attribuable au comportement novateur des entreprises nipponnes, en particulier Toyota, mais aussi à quelques politiques gouvernementales clés. Rares sont ceux qui auraient pu prévoir un tel résultat à partir des données objectives dont on disposait vers 1950. Il s'agit donc d'une parfaite illustration de l'incertitude qui entoure la politique d'innovation.

La première grande intervention du gouvernement avait trait aux ententes d'achats militaires conclues entre 1936 et 1939. Ces ententes ont éventuellement incité General Motors et Ford à abandonner la production au Japon et accru les ventes de Toyota, de Nissan et d'Isuzu.

Une deuxième intervention déterminante a été d'empêcher le retour des firmes américaines au Japon après la Deuxième Guerre mondiale. Cette mesure, combinée à la protection du marché intérieur, a permis aux fabricants japonais d'exploiter un marché de petite envergure mais qui prenait rapidement de l'expansion. Si les sociétés américaines avaient été autorisées à se réinstaller au pays après la guerre, aujourd'hui, l'industrie japonaise ressemblerait sans aucun doute fortement à l'industrie américaine, un peu comme cela s'est produit au Canada.

La Banque de développement du Japon a accordé des prêts à faible taux d'intérêt aux fabricants d'automobiles japonais pendant que le MCII se lançait dans la recherche et la diffusion de la technologie. Son Institut de technologie automobile a entrepris des travaux sur les moteurs, les boîtes de vitesse et d'autres pièces. De plus, le Ministère a favorisé le jumelage avec des fabricants étrangers, à savoir Nissan-Austin, Isuzu-Rootes et Hino-Renault.

Le MCII a ensuite commis sa première erreur. Conformément à la théorie en vogue à l'époque, voulant que l'industrie ne devrait compter que quelques grandes entreprises pour réaliser des économies d'échelle (point de vue qui a donné naissance à un grand nombre de monopoles nationaux dans certains pays comme le Royaume-Uni), le MCII a voulu limiter le nombre de fabricants à deux grands groupes : Toyota et Nissan. Heureusement pour l'industrie japonaise, les entreprises ne lui ont pas emboîté le pas. La protection du marché intérieur créait une rente qui attirait de plus en plus de producteurs. La concurrence au sein de l'industrie était telle que pour réussir, il fallait innover. L'arrivée de constructeurs indépendants a créé une vive concurrence au niveau de l'innovation dans l'industrie.

La seconde erreur du MCII a été de se lancer dans la production de masse d'une voiture populaire bon marché. Le MCII devait en approuver la conception, puis en subventionner la production. Le concept de l'automobile populaire était diamétralement opposé au principe à l'origine de la réussite des fabricants japonais – la technique de fabrication sur demande élaborée par Toyota dans les années 1950.

Leçons de politique

La politique peut jouer un rôle utile en lançant et en coordonnant la recherche précommerciale, et en contribuant à une saine compétition au niveau de l'innovation.

Les travaux de recherche et de développement précommerciaux du MCII ont aidé les fabricants d'automobile à atteindre à peu près le même degré de capacité technique. Grâce à la protection du marché intérieur, les rivalités ont été aiguillées vers la recherche commerciale, ce qui a atténué le degré d'exposition à l'incertitude et engendré les mesures d'encouragement et le revenu nécessaires à

l'innovation. Par la même occasion, on a évité le manque de motivation qui résulte de la création d'un champion national profitant d'un monopole sur le marché intérieur.

Les politiques efficaces tendent souvent vers des modifications ponctuelles et concourent (dans la mesure du possible) à l'acquisition des connaissances tacites.

La politique voulant qu'on s'associe avec d'autres fabricants réduit l'exposition à l'incertitude et permet une diffusion plus rapide des connaissances tacites.

Intervenir au moyen d'une politique peut donner de bons résultats si on respecte les connaissances du secteur privé.

Les politiques relatives à la concentration du marché et à l'automobile populaire illustrent ce point. En fin de compte, le MCII a cédé aux fabricants et fait marche arrière. Ailleurs, les entreprises auraient pu recevoir l'ordre de se plier aux désirs du gouvernement et on aurait puisé les fonds nécessaires dans le trésor public par des subventions illimitées ou la nationalisation.

La politique devrait tenir compte des liens entre la technologie et la structure facilitante.

Le marché captif du Japon était trop petit pour donner naissance à des dirigeants mondiaux, avec une structure à l'américaine. La seule voie possible vers la réussite consistait à restructurer l'industrie pour la rendre compétitive aux cours mondiaux, sur le petit marché japonais. Personne n'aurait pu deviner comment on s'y prendrait. S'il avait imposé une concentration similaire à celle du marché américain (et interdit l'arrivée de nouveaux fabricants plus novateurs) et entraîné la production de masse d'une automobile (donc empêché le développement de la méthode de fabrication sur demande), le MCII aurait fait en sorte que la structure facilitante ne subisse pas les adaptations nécessaires. Le MCII a créé la situation où la réussite commerciale passait par une modification de la structure facilitante, avant d'essayer d'imposer deux grandes caractéristiques de l'ancienne structure. Pareille incohérence aurait eu des résultats désastreux en dépit de tous les autres efforts.

La politique doit être souple.

Le MCII a renoncé à la fabrication de l'automobile populaire et à la production de masse, tandis que Toyota mettait au point une chaîne de montage efficace qui a aidé l'industrie de l'automobile japonaise à rejoindre les meneurs grâce à des méthodes de conception et de construction adaptées aux conditions en vigueur au Japon.

Le réacteur refroidi au gaz britannique²⁰ (fiasco)

La fondation de l'Atomic Energy Authority (AEA) en 1954 marquait les débuts de la course du Royaume-Uni vers l'énergie nucléaire. Organisme centralisé, l'AEA a entrepris des travaux de recherche pure et appliquée et s'est lancé dans la construction des réacteurs nucléaires. L'organisme détenait un monopole étroitement lié au ministère de l'Énergie. Les décisions relatives au développement des prototypes et aux applications commerciales subséquentes se prenaient de haut en bas et étaient fortement teintées de politique.

On a finalement opté pour un réacteur nucléaire refroidi au gaz (CO₂), en mesure de produire du plutonium à des fins militaires. Une des retombées du projet était la production d'énergie. À l'époque, l'Angleterre se trouvait à la fine pointe de la technologie nucléaire et on était persuadé que le réacteur à CO₂ était largement supérieur à celui refroidi à l'eau mis au point ailleurs.

L'AEA s'est interrogée sur la supériorité des réacteurs refroidis au gaz plutôt qu'à l'eau ou à l'eau lourde et les appareils à réaction rapide pratiquement dès le départ. Le programme de recherche sur le réacteur refroidi au gaz faisait malheureusement partie intégrante de la mission de l'AEA, si bien que le projet s'est poursuivi. En 1955, l'AEA a proposé la construction d'une centrale nucléaire de 1 500 à 2 000 MW pour le Central Electric Generating Board (CEGB). Deux ans plus tard, la capacité envisagée triplait à 5 000-6 000 MW. La même année, l'AEA construisait le prototype de son nouveau réacteur, de 30 MW dont la mise en exploitation a débuté en 1963. À ce moment, les entreprises américaines avaient démontré la rentabilité des réacteurs à l'eau en mesure de produire 600 MW d'électricité et plus. La CEGB britannique envisageait d'ailleurs d'en acheter quelques-uns. L'AEA a effectué une analyse de coût entre les deux types de réacteur pour conclure que le sien coûterait moins cher. Malheureusement, ses estimations reposaient sur le réacteur de 30 MW, et non celui de 650 MW, encore sur le papier (et dont les coûts de fabrication ont connu une escalade que ne laissait pas prévoir l'expérience acquise avec le petit réacteur, ce qui illustre bien la nature incertaine de l'innovation). L'exploitation du premier réacteur britannique promis a commencé en 1976, à une capacité de 200 MW. On savait d'ores et déjà que les programmes d'énergie nucléaire souffraient d'un problème général d'escalade des coûts et soulevaient des questions sur le plan de l'environnement. Il était également devenu manifeste que la décision de poursuivre le développement du réacteur refroidi au gaz en Grande-Bretagne était une erreur. En 1975, le coût total du programme s'établissait à 3 800 millions de livres sterling. Son coût en capital n'a jamais pu être recouvré, même de loin, si bien que les fonds investis ont largement eu un rendement négatif.

Ce cas constitue un fiasco selon nos critères, car la CEGB aurait choisi le réacteur à eau américain si elle n'avait pas été contrainte d'acheter le réacteur refroidi au gaz, pour lequel il n'existait pas de marché susceptible d'amener les entreprises privées à créer volontairement la structure facilitante voulue.

Le CANDU canadien²¹ (incertain)

À l'inverse du Royaume-Uni, le Canada a choisi ce qui paraissait être la meilleure technologie. L'expérience canadienne dans le projet de haute technologie du réacteur nucléaire CANDU semble avoir donné au moins d'aussi bons résultats que les programmes correspondants de l'Allemagne de l'Ouest et des États-Unis. Malheureusement, la technologie de la fission nucléaire n'a pas répondu à nos espoirs, du moins avec les connaissances actuelles.

Le réacteur à eau lourde CANDU présente plusieurs avantages techniques et économiques sur les autres modèles. Malgré cela cependant, on ignore si le projet, qui a démarré en 1952 et avait coûté 5,4 milliards de dollars canadiens courants en 1986, a franchi le seuil de rentabilité. Outre les coûts directs, plusieurs autres formes d'aide entrent en ligne de compte, notamment les suivantes :

- frais de report sur l'inventaire;
- pertes sur les ventes à l'exportation subventionnées;
- subventions à l'industrie de l'uranium; et
- coût de stockage et d'élimination indéterminé des déchets.

De l'autre côté, ce type de réacteur produit de l'électricité depuis près de 40 ans et on en a vendu la technologie à d'autres pays. Quand tous les facteurs entrent en ligne de compte, on peut dire que le programme d'énergie nucléaire canadien a recouvré ses coûts dans le meilleur des cas, mais qu'il est peu probable que le scénario le plus optimiste se réalise.

Nous rangeons le projet CANDU parmi les réussites, car les producteurs sont disposés à l'acheter. Pour cela, le prix de vente ne doit cependant pas cacher de subventions couvrant en partie le coût de fabrication, et les quatre postes de dépenses mentionnés précédemment ne doivent pas dépasser les profits réalisés avec la fabrication et la vente du réacteur. Le projet a donné lieu à une mauvaise surprise quand on a constaté que les centrales n'étaient pas aussi durables qu'on le prévoyait et présentaient plus de risques environnementaux. Les aspects relatifs au programme sur lesquels nous n'avons pu obtenir de renseignements adéquats sont si nombreux que nous n'avons classé le projet ni parmi les réussites, ni parmi les fiascos. Nous soupçonnons néanmoins que peu importe la direction prise à la suite d'un jugement éclairé, on n'assisterait au plus qu'à un échec ou à un succès marginaux.

Leçons de politique

Tenter une percée technologique est dangereux.

Malgré l'énorme incertitude qui régnait au moment où on s'est tourné vers cette forme d'énergie totalement nouvelle, les Britanniques ont opté pour la mauvaise technologie, soit le réacteur refroidi au gaz. Le cas du Canada montre cependant que même en faisant le bon choix, les incertitudes massives associées à

un grand saut technologique transforment la réussite commerciale en véritable coup de dés. On aurait sans aucun doute réalisé des bénéfices plus importants si les fonds avaient été investis plus prudemment dans des techniques éprouvées.

La politique doit être souple.

La nécessité de rester souple face aux conditions incertaines est amplement illustrée par l'expérience britannique, que caractérise une trop grande rigidité. Cette dernière s'est avérée nuisible à toutes les étapes du projet, de la mission originale de l'AEA au maintien du programme en dépit des résultats défavorables, sans oublier l'absence d'évaluation commerciale.

Il est dangereux de poursuivre plusieurs objectifs à la fois.

La mission de l'AEA concernant le réacteur refroidi au gaz et le désir d'acquérir du prestige politique ont nui à la réalisation du véritable objectif, qui consistait à mettre au point une innovation efficace.

La politique d'achats publics doit être affranchie des pressions politiques. Investir dans une innovation lorsque le gouvernement influe fortement sur la vente et l'achat du produit accroît le degré d'exposition à l'incertitude, car il n'existe aucune exigence minimale sur le plan de la rentabilité et les pressions du gouvernement peuvent déboucher sur le choix de produits de qualité inférieure.

Le marché des réacteurs nucléaires est dominé par les décisions gouvernementales relatives aux achats publics dans tous les pays ou presque, sauf aux États-Unis, mais même dans ce cas, le gouvernement a son mot à dire. Les coûts de production variables de l'énergie nucléaire sont relativement bas, contrairement aux frais de développement, si bien que lorsque deux ou plusieurs fabricants veulent vendre leur modèle, ils se livrent concurrence d'une façon analogue à celle décrite par Bertrand. Les prix peuvent se rapprocher considérablement des coûts variables, car toute vente en sus de ce montant est préférable à l'absence de vente. La rentabilité est encore plus improbable dans de telles circonstances, en raison des frais fixes élevés et de la politique d'achats publics du gouvernement.

ENCOURAGEMENT SPÉCIFIQUE – TECHNOLOGIE : POINTE, SAUT IMPORTANT; STRUCTURE : CHANGEMENTS MOYENS

Le programme Alvey britannique²² (fiasco)

C'est la crainte de voir le Japon dominer l'industrie du matériel informatique et du logiciel qui a incité le Royaume-Uni à lancer le programme Alvey en 1982. L'objectif était de faciliter les travaux de recherche et de développement préconcurrentiels sur le logiciel, grâce à la collaboration de l'industrie, du

gouvernement et des universités, en vue de consolider la base technologique et de créer une industrie logicielle compétitive au Royaume-Uni et sur les marchés d'exportation (Grindley, 1994, p. 25).

Le programme devait faire de la Grande-Bretagne un leader mondial en cinq ans. Il a en partie débuté dans la foulée du programme 5G du Japon et devait prendre pour modèle cette politique industrielle. Malheureusement, on a négligé un aspect crucial du programme japonais : le développement de la technologie logicielle parallèlement à la technologie du matériel. Les Britanniques ont tenté de séparer leur industrie logicielle du secteur bien implanté du matériel informatique. Langlois et Mowery (1994) estiment que le développement parallèle des deux secteurs constituait une condition nécessaire (mais pas suffisante) à la réussite du Japon dans ce domaine²³.

Le programme avait une origine politique et a été créé de haut en bas. On s'est relativement peu intéressé aux difficultés de l'industrie et on n'a pas établi d'objectifs réalistes. Le programme était dirigé par des bureaucrates plutôt que par des spécialistes de l'industrie. De plus, on a tenu à l'écart les intérêts étrangers (donc n'a pas recouru à l'expertise des autres pays). Le programme reposait sur une «poussée technologique» voulant que ce soit la technologie plutôt que des considérations commerciales qui détermine la voie suivie par le développement. Il en est résulté une automatisation et une capitalisation à outrance, incohérentes avec une bonne commercialisation.

Le programme Alvey visait la recherche préconcurrentielle, mais on s'est simultanément efforcé d'atteindre des objectifs commerciaux – tout cela dans un échéancier très court, en ne recourant qu'à une politique. Aucun mécanisme n'avait été implanté pour récompenser le rendement. Au cours des cinq années qu'il a duré, le programme a surtout favorisé les projets ambitieux qui devaient déboucher sur des innovations fondamentales. Ces innovations ont vu le jour dans la plupart des cas, mais les progrès réalisés n'avaient aucune application commerciale. Dix des 200 projets industriels à peine ont donné lieu à des produits commercialisables, dans la plupart des cas des applications militaires.

Leçons de politique

Le programme Alvey regroupe la plupart des éléments qui ne devraient pas faire partie d'une politique d'innovation.

Tenter une percée technologique est dangereux.

Les auteurs de la politique britannique étaient subjugués par le prestige que confèrent les recherches à la fine pointe de la technologie et ont suivi aveuglément les Japonais en s'efforçant d'entreprendre un projet susceptible d'entraîner une véritable percée technique. Malheureusement, la Grande-Bretagne n'était pas aussi avancée que le Japon dans l'industrie logicielle. Malgré cela, les Britanniques ont décidé de lancer un projet de même envergure et de le compléter en cinq ans.

La politique peut jouer un rôle utile en lançant et en coordonnant la recherche précommerciale, et en encourageant une saine compétition au niveau de l'innovation.

Le programme Alvey a laissé des champions nationaux s'occuper simultanément de la recherche précommerciale et commerciale. La compétition s'en est trouvée réduite au niveau de l'innovation commerciale.

Il est dangereux de poursuivre plusieurs objectifs à la fois.

En essayant à la fois de réaliser une percée préconcurrentielle et d'atteindre la rentabilité, on a oublié que les entreprises n'ont pas les mêmes motivations au niveau de l'innovation préconcurrentielle et de l'innovation commerciale. On servira l'intérêt public en incitant les entreprises à partager les connaissances techniques non exclusives et à se faire concurrence au niveau de l'innovation commerciale. Le projet aurait donné de meilleurs résultats si on avait recouru à des politiques différentes pour atteindre chaque objectif.

La politique doit être souple.

L'approche retenue (poussée technologique) négligeait le problème de la viabilité commerciale. Bien que la recherche préconcurrentielle n'ait aucune application commerciale par définition, il faut l'aiguiller vers des buts commerciaux et ne pas engendrer la technologie comme une fin en soi²⁴.

La politique devrait tirer parti de toute l'expertise possible.

L'approche de type «poussée technologique» du programme Alvey ne tenait pas compte de l'interface utilisateur-créateur comme les politiques américaines et japonaises sur les semi-conducteurs. Le cas des États-Unis est examiné en détail plus loin. Pour le cas japonais, on se reportera au corps du document.)

La politique devrait tenir compte des liens entre la technologie et la structure facilitante.

Oublier les liens qui associent le matériel informatique et le logiciel précommercial revient à courir au désastre. Le programme Alvey tentait de mettre au point une nouvelle technologie à cette seule et unique fin. On ne s'est pas inquiété des coûts structureux que subiraient les entreprises et l'industrie.

Le Concorde anglo-français (fiasco)

Le programme SST américain (fiasco)

Les deux cas qui précèdent sont analysés de façon approfondie dans le corps du document.

ENCOURAGEMENT SPÉCIFIQUE – TECHNOLOGIE : POINTE, SAUT
IMPORTANT; STRUCTURE : PETITS CHANGEMENTS

Politique américaine d'achats publics dans le secteur de l'aéronautique²⁵ (réussite)

La politique d'achats publics américaine dans le domaine de l'aéronautique n'a pas été conçue pour soutenir l'innovation commerciale. Les applications commerciales et les réussites qui en ont résulté ne sont que des retombées des objectifs militaires.

Les achats effectués par l'armée ont déjà eu d'importantes répercussions sur la vie civile dans le passé, non seulement aux États-Unis mais en Europe. Un des meilleurs exemples est sans doute la création de l'ICC-135, avion de transport militaire qui a absorbé une bonne partie des coûts de développement du Boeing 707. La commande de l'armée a permis à la firme Boeing de prendre les devants sur le reste du monde et de créer un marché pour les réactés long-courrier. Quand deHaviland a perdu du terrain à la suite du problème imprévu de la fatigue du métal lors de l'exploitation du Comet, le premier transporteur commercial à réaction du monde (également réalisé grâce aux contrats passés avec l'armée durant la Deuxième Guerre mondiale), Boeing s'est emparé du marché, tandis que les Français accomplissaient des progrès importants sur le marché des court et moyen-courriers avec leur Caravelle. Les connaissances acquises par l'entreprise lors de la conception du KC-135 et du 707 ont trouvé une application directe dans la construction des modèles subséquents.

Les innovations commerciales nées d'objectifs militaires émaillent la politique américaine de soutien à l'innovation, surtout dans le secteur de l'aéronautique. En vertu du régime américain, l'octroi de contrats d'achats publics implique une aide directe aux entreprises qui se font concurrence pour répondre aux besoins du ministère de la Défense (MD) sur les plans de la conception et de l'exploitation. Le MD subventionne au moins en partie (parfois entièrement) les efforts de recherche et de développement de chaque entreprise et la réussite des travaux est couronnée par la signature d'un contrat à long terme pour la fabrication du modèle accepté. Le Boeing 747 est né de la course entre Boeing et Lockheed visant à fournir à l'armée un gros transporteur à réaction. Boeing a perdu la course, mais s'est servi des résultats des recherches pour créer les moteurs du 747 et en doter les avions de ligne commerciaux.

Aujourd'hui, les achats publics effectués par l'armée ne semblent plus énormément contribuer à l'innovation dans l'industrie de l'aéronautique commerciale. Selon Mowery et Rosenberg (1989, p. 185), l'éloignement croissant

des secteurs civil et militaire et l'absence d'importants programmes d'achats publics et de développement du ministère de la Défense à l'égard des gros transporteurs, depuis la fin des années 1960, ont diminué le nombre et la valeur des retombées technologiques du secteur militaire sur l'aviation civile.

Leçons de politique

Les mécanismes qui induisent la concurrence sont essentiels à la réussite d'une politique. Les politiques conçues pour engendrer la compétition au niveau de l'innovation accroissent les probabilités de réussite commerciale et réduisent le degré d'exposition à l'incertitude.

La façon dont l'armée octroie ses contrats d'achats publics suscite la concurrence au niveau de l'innovation, ce qui augmente les chances de voir naître une innovation efficace. Ainsi, c'est la lutte que Boeing et Lockheed se sont livrée en vue d'obtenir le contrat de fabrication des gros transporteurs militaires qui a engendré la compétition et les innovations de qualité dont les deux sociétés ont bénéficié, même si la première n'a pu décrocher le contrat. La compétition qui dérive des contrats d'achats publics est une meilleure façon d'induire l'innovation que l'approche du champion national, par exemple.

La politique devrait tenir compte des retombées de l'innovation et en tirer parti. L'aide dispensée en vue de la réalisation d'innovations fondamentales a des retombées. À mesure que les applications d'une technologie donnée deviennent plus précises, ces retombées diminuent.

La recherche militaire a toujours eu de grandes retombées techniques sur le secteur commercial. Cependant, ces retombées se sont peu à peu amenuisées quand la technologie et les exigences de l'armée se sont précisées, après plusieurs générations de modèles.

La politique peut réduire le degré d'exposition à l'incertitude en exploitant les relations entre utilisateurs et producteurs.

Par ses achats, l'armée exploite l'expertise technique des utilisateurs et des producteurs. Les utilisateurs militaires définissent les critères de rendement et les producteurs créent des innovations pour satisfaire aux demandes de l'armée.

Programme VLSI japonais (réussite)

Programme 5G japonais (fiasco)

On trouvera plus d'explications sur ces deux cas dans le corps du document.

ENCOURAGEMENT SPÉCIFIQUE – TECHNOLOGIE : RATTRAPAGE, SAUT IMPORTANT; STRUCTURE : CHANGEMENTS IMPORTANTS

Développement d'un avion de ligne japonais, phase 1²⁶ (fiasco)

L'intérêt du Japon pour l'aéronautique est né dans le secteur de la défense et a donné lieu à plusieurs faux départs onéreux. En 1954, l'aide gouvernementale a été modifiée pour s'appliquer au volet commercial de l'industrie. Les entreprises privées ont réclamé énormément de fonds au MCII avant d'accepter de se lancer dans l'aventure et, de 1954 à 1965, le Ministère a créé plusieurs sociétés sans but lucratif pour entreprendre divers projets destinés à rassembler l'information et à canaliser les fonds vers les consortiums industriels qui poursuivaient les travaux de recherche et de développement préliminaires.

Vers la fin des années 1960, le MCII était convaincu que l'aéronautique serait l'une des industries stratégiques de l'avenir. Le Ministère a donc décidé de financer la fabrication d'un aéronef de facture totalement japonaise – le YS-11. Le projet ne visait qu'une modeste réalisation technique mais s'est soldé par un échec commercial (Woronoff, 1992, p. 183). Tous les efforts subséquents concernant la réalisation d'un avion entièrement japonais ont avorté au niveau commercial. Un des problèmes qui ont empêché l'industrie de l'aéronautique nipponne de «décoller» est que, contrairement à l'automobile, le marché national était trop restreint pour soutenir des entreprises concurrentielles efficaces et qu'il n'existait pratiquement aucune structure facilitante.

Leçons de politique

Tenter une percée technologique est dangereux.

La décision de créer un secteur de l'aéronautique commercial là où il n'en existait aucun auparavant a exposé les entreprises sélectionnées par le MCII à un trop grand degré d'incertitude. Il a fallu monter de toute pièce la structure facilitante tout en réalisant des innovations commerciales. La tâche s'est avérée impossible.

ENCOURAGEMENT SPÉCIFIQUE – TECHNOLOGIE : RATTRAPAGE, SAUT IMPORTANT ET POINTE, MODIFICATIONS PONCTUELLES; STRUCTURE : CHANGEMENTS MOYENS

Premières politiques industrielles de la Corée (réussite) et de l'Inde²⁷ (fiasco)

Ces politiques consistaient en des stratégies générales de développement. Elles se distinguent d'autres politiques plus spécifiques qui ont permis l'intensification d'activités précises grâce aux crédits d'impôt sur la recherche et le développement, au soutien de certains secteurs comme celui de l'automobile et au développement

de technologies particulières telles celles des circuits intégrés ou des photocopieuses. Les stratégies générales de développement concernent habituellement à la fois les projets de rattrapage et de pointe et visent un but quelconque. Bien que notre analyse d'une politique aussi complexe qu'une stratégie générale de développement ne puisse être que brève et superficielle, il vaut la peine de formuler quelques remarques à leur sujet, car elles illustrent un type générique de politique d'innovation.

La première politique industrielle de la Corée avait deux grands objectifs : promouvoir l'exportation et développer une industrie naissante. Malgré son orientation vers les exportations et bien qu'elle ait de temps à autre encouragé des industries bien précises, cette politique a principalement eu un effet neutre sur les entreprises.

Tout d'abord, dans une économie généralement dirigée, la politique d'expansion consistait à implanter le libre-échange au niveau de l'exploitation. Les entreprises pouvaient importer capitaux et facteurs de production intermédiaires en franchise, sans contingentement ni taxe indirecte, pourvu que leur production soit destinée à l'exportation. Le gouvernement a instauré un taux de change unique mais réaliste et les exportateurs ont pu obtenir des emprunts des banques d'État en fonction de leurs activités sur le marché d'exportation. Des objectifs trimestriels ont été établis pour les exportations, les producteurs étant encouragés (et aidés) à les atteindre : au gouvernement, les problèmes étaient résolus avec célérité par une «chambre stratégique des exportations» et les réalisations les plus brillantes sur le plan de l'exportation engendraient récompenses et autres avantages matériels.

Par ailleurs, la protection de l'industrie naissante a favorisé le développement d'entreprises de grande échelle qui ont profité d'un monopole temporaire sur le marché national, tout en se faisant librement concurrence sur le marché d'exportation. Pour bénéficier d'une protection sur le marché intérieur, l'entreprise devait respecter les objectifs trimestriels d'exportation, ce qui l'obligeait à écouler une part de plus en plus grande de sa production au cours mondial.

On diverge toujours d'opinion sur cette politique mais il est indubitable qu'elle a aidé la Corée du Sud à sortir de la pauvreté pour devenir une puissance commerciale relative en l'espace d'une génération, alors que beaucoup d'autres pays ont connu la stagnation. Sans doute existe-t-il de meilleures politiques mais, ainsi qu'on a pu le constater avec le reste du monde sous-développé, il y en a de pires.

Datta-Chaudhuri compare l'expérience de la Corée à celle de l'Inde, de 1950 – date où les deux pays se trouvaient à un niveau de développement analogue – à 1980, où leur situation n'était plus du tout la même. Selon l'auteur, les politiques de ces deux pays présentent trois différences majeures.

En premier lieu, l'Inde disposait déjà d'une solide bureaucratie, héritée de sa période coloniale, pour mettre en oeuvre les plans d'industrialisation. Les experts du secteur privé et des universités n'ont guère eu leur mot à dire dans la

formulation de la politique. Au contraire, la Corée ne possédait qu'un embryon de bureaucratie composé de membres de la nouvelle élite commerciale.

Deuxièmement, l'Inde poursuivait plusieurs objectifs, parfois contradictoires, par exemple l'essor de l'économie, la création d'emplois, l'équité entre les régions, l'autosuffisance et le contrôle des monopoles. Orchestrer la réalisation de ces objectifs au moyen d'une bureaucratie exigeait un contrôle rigoureux des activités des entreprises, ce qui ne s'est pas toujours fait de façon cohérente. La Corée, par contre, avait défini très précisément ses objectifs et les avait imposés à l'industrie ou aux entreprises, leur laissant le soin de les atteindre comme bon leur semblait.

Enfin, la politique industrielle de l'Inde n'intégrait aucun mécanisme pour récompenser le rendement et les pertes étaient épongées par le secteur public. De son côté, la Corée a assorti des récompenses intéressantes et de lourdes amendes à la performance au niveau de l'exportation.

Bien que le programme indien ait bénéficié d'un important apport de fonds publics au cours de la période à l'étude, le pays n'a connu qu'une croissance médiocre de son économie, économie qui a régressé au bout de quelques années, à l'inverse de ce qui s'est produit en Corée.

Les politiques de développement adoptées subséquemment par la Corée laissent plus à désirer. Au cours des dernières années du règne de Park Chung Hee, on a surtout favorisé l'expansion des industries lourdes, notamment la métallurgie, la construction de machinerie et les produits chimiques. On a misé sur la concentration des activités et permis l'expansion des «chaebols» existants avec des emprunts massifs autorisés par le gouvernement. Il en est né une forme de risque moral, le gouvernement ne pouvant tolérer que les gigantesques entreprises échouent, ce qui a en retour incité ces dernières à se lancer dans une expansion parfois dangereuse. Bien qu'il se soit engagé dans la voie d'une économie plus articulée sur le marché, le gouvernement démocratique actuel continue d'épauler les gagnants, en l'occurrence l'industrie aérospatiale, un nouveau consortium de fabricants d'automobiles et l'industrie du téléphone. Dans ce dernier secteur, le gouvernement a financé un saut technologique important comprenant l'adoption de normes numériques pour les téléphones cellulaires. Or, ce secteur semble maintenant perdre du terrain par rapport aux entreprises des autres pays qui ont pu choisir librement leurs propres normes et ont opté pour des progrès techniques plus graduels. L'avenir nous dira si la tentative de la Corée pour passer d'une économie dirigée à une économie plus axée sur le marché donnera les résultats escomptés.

Leçons de politique

Cette comparaison des politiques indienne et coréenne nous permet de tirer plusieurs leçons.

La politique doit être souple.

Le modèle retenu au départ par la Corée devait réduire le degré d'exposition des entreprises à l'incertitude dans certaines industries en les autorisant à s'approvisionner à diverses sources tout en leur garantissant la sécurité sur le marché intérieur. Cette politique visait aussi à encourager l'innovation commerciale par la compétition, en exposant les entreprises concernées à la concurrence des firmes étrangères. Les deux politiques montrent les avantages d'un régime souple, comme celui des prix et révèlent qu'il est préférable d'éviter les régimes trop rigides, comme une économie dirigée.

Il est dangereux de poursuivre plusieurs objectifs à la fois.

La politique de l'Inde a réduit la marge de manoeuvre des entreprises en leur imposant de multiples objectifs, parfois contradictoires. Aucun mécanisme ne favorisait l'innovation commerciale par la compétitivité.

La politique peut jouer un rôle utile en lançant et en coordonnant la recherche précommerciale, et en contribuant à une saine compétition au niveau de l'innovation.

Atténuer la concurrence créée par les prix peut avoir de bons résultats tant et aussi longtemps qu'on sauvegarde les rivalités fondamentales et qu'on canalise l'énergie qui en dérive vers la concurrence au niveau de l'innovation. Si l'intervention du gouvernement élimine ces rivalités par un contrôle sévère des activités du secteur privé, la production ne peut qu'en souffrir. Il est capital d'établir un seuil de tolérance en cas d'échec. La Corée l'a fait en axant sa politique industrielle sur l'exportation. On ne peut en dire autant des politiques nombrilistes de l'Inde.

Intervenir au moyen d'une politique peut donner de bons résultats si on respecte les connaissances du secteur privé.

L'ingérence apparemment efficace de la Corée révèle qu'il ne s'agissait pas d'un simple choix entre le laissez-faire et une économie planifiée. Le gouvernement peut intervenir de façon sensible dans une économie articulée sur le marché, pourvu que son intervention ne touche que l'orientation du marché et respecte un tel cadre. Un contrôle bureaucratique empêchant les entreprises de réagir aux signaux du marché et de se livrer concurrence au niveau de l'innovation donnera de piètres résultats, surtout quand le but avoué est justement d'innover.

L'Airbus européen (réussite marginale)

La politique française en matière de microélectronique (fiasco)

L'aide britannique à l'industrie de l'informatique (fiasco)

Ces trois cas font l'objet d'une analyse détaillée dans le corps du document.

ENCOURAGEMENT SPÉCIFIQUE – TECHNOLOGIE : POINTE, MODIFICATIONS PONCTUELLES; STRUCTURE : CHANGEMENTS IMPORTANTS

Politique d'achats publics de l'armée américaine dans l'industrie du logiciel²⁸ (réussite)

Les activités du gouvernement fédéral dans l'industrie du logiciel ont débuté en 1950 avec un projet du Bureau of Standards. Ces activités ont dans une large mesure joué un rôle analogue à celui qu'elles ont eu dans le développement d'autres industries de haute technologie après la guerre, notamment celles des semi-conducteurs, du matériel informatique et de l'aéronautique commerciale. La politique est principalement née des préoccupations que soulevait la guerre froide. Le rôle du gouvernement nous intéresse particulièrement en raison des deux grandes répercussions qu'il a eues sur le secteur privé : la création d'un réseau de spécialistes universitaires principalement grâce aux fonds publics et l'adoption de normes élevées par l'industrie, consécutivement aux normes sévères imposées par le ministère de la Défense américain. Il s'agit dans les deux cas de changements à la structure facilitante. Contrairement aux autres programmes américains d'achats publics lancés après la guerre cependant, les programmes de développement du logiciel ont eu relativement peu de retombées directes sous la forme de nouveaux produits utilisés dans le civil.

Bon nombre des travaux de recherche et de développement initiaux poursuivis dans les universités ont été financés grâce aux projets du ministère de la Défense. Ces travaux ont donné naissance à un vaste réservoir d'experts industriels, comme il en existait déjà dans d'autres secteurs de pointe. Une partie des spécialistes universitaires ont migré dans le secteur commercial et été accueillis par les laboratoires de recherche privés, en raison surtout des énormes récompenses liées à l'innovation.

Les exigences rigoureuses en matière de logiciel imposées par les normes du ministère de la Défense présentaient maints avantages pour le secteur commercial. La normalisation a en effet aidé les créateurs à intégrer des éléments de mise à niveau à leurs programmes afin que ces derniers puissent accepter les perfectionnements ultérieurs. Intégrer de manière cohérente les logiciels de plusieurs fabricants s'avère aussi plus facile quand les pratiques sont normalisées. Ces deux aspects peuvent être vantés auprès des acheteurs du produit, car on réduit l'incertitude liée au risque d'acheter un nouveau logiciel, donc enregistrer des coûts d'apprentissage supplémentaires, en rassurant les consommateurs que le logiciel existant peut être amélioré²⁹. (Il s'agit là de subtiles relations qu'oublient souvent les bureaucrates dans leur balourdise, quand ils dictent leurs exigences à l'industrie – contrairement au MCII qui signale rarement ses exigences sans avoir entrepris de longues consultations avec le secteur privé.)

Les contrats du ministère de la Défense s'appliquent à la conception de prototypes susceptibles de répondre aux besoins ministériels. Les travaux de recherche et de développement qui n'aboutissent pas sont au moins remboursés en partie. La véritable récompense de l'innovation cependant, pour l'entreprise dont la soumission est acceptée, demeure la garantie de fabrication du produit.

La réalisation des objectifs de la politique de défense américaine en ce qui concerne le logiciel trouve sa preuve dans l'efficacité des armes guidées par un logiciel complexe dont on s'est servi lors de la guerre du Golfe. On estime également que les États-Unis doivent une bonne partie de leur rapide avance commerciale dans cette industrie à la politique d'achats publics de l'armée.

Leçons de politique

Le politique devrait tenir compte des liens entre la technologie et la structure facilitante.

Dans ce cas particulier, la politique a donné naissance à une infrastructure universitaire et appuyé la structure de production en prévoyant une période d'incubation pour les innovations qui n'étaient pas assez avancées pour être commercialement viables.

La politique peut réduire le degré d'exposition à l'incertitude en exploitant les relations entre utilisateurs et producteurs.

Ceux qui ont élaboré la politique savaient mieux que quiconque la direction vers laquelle devait tendre l'innovation, car ils en étaient aussi les principaux utilisateurs. Ils ont établi en détail les normes souhaitées et les paramètres d'exploitation, donc réduit le degré d'exposition des entreprises à l'incertitude. En outre, ils ont fourni à l'industrie des renseignements précis sur la demande qu'entraînerait l'innovation, ce qui a aussi contribué à atténuer l'incertitude.

Pour réussir, la politique a besoin de mécanismes qui encouragent la compétition.

La méthode d'octroi des contrats d'achats publics engendre une vive concurrence au niveau de l'innovation.

La politique devrait tirer parti des retombées de l'innovation.

Cette politique a permis l'exploitation accidentelle des retombées de l'innovation par la création d'innovations précommerciales et le transfert du capital humain au secteur commercial. Dans l'analyse qu'ils ont effectuée sur diverses industries américaines de l'après-guerre, Mowery et Rosenberg (1989) expliquent que la politique d'achats publics semble donner de bons résultats (sur le plan des retombées) avec les technologies dont la généralisation débute, alors qu'elle est moins efficace avec les technologies parvenues à maturité qui se spécialisent considérablement.

ENCOURAGEMENT SPÉCIFIQUE – TECHNOLOGIE : POINTE, MODIFICATIONS PONCTUELLES; STRUCTURE : CHANGEMENTS MOYENS**SEMATECH³⁰ (réussite marginale)**

SEMATECH (Semiconductor Manufacturing Technology) est un consortium de recherche sans but lucratif créé en 1987 pour que les États-Unis retrouvent leur compétitivité dans l'industrie des semi-conducteurs. Le gouvernement fédéral et des membres du secteur privé financent conjointement le consortium. Chaque entreprise verse une somme proportionnelle à son chiffre d'affaires et la contribution du gouvernement ne peut dépasser 50 pour cent du budget d'exploitation annuel. Les représentants du gouvernement siègent au conseil d'administration, mais ce sont les membres de l'industrie qui établissent le programme du consortium.

Le programme avait pour objectif initial d'améliorer la position concurrentielle de l'industrie en lançant des travaux de recherche et de développement précommerciaux. Le consortium devait montrer qu'il est possible de fabriquer des semi-conducteurs à la fine pointe de la technologie à partir du matériel existant aux États-Unis. Le matériel a été acheté des sociétés membres et utilisé pour créer des installations précommerciales de fabrication de circuits imprimés. L'information recueillie dans le cadre de l'expérience devait être communiquée aux membres, puis au reste de l'industrie.

Deux ans après son lancement, on a changé l'orientation du programme pour passer de la recherche précommerciale à la recherche commerciale, cela afin d'accroître la compétitivité des entreprises américaines face aux sociétés japonaises. On s'est efforcé de faciliter l'achat de nouvel équipement et de relever la capacité technique des entreprises ciblées. Entre 1987 et 1992, ces dernières ont reçu 371 millions de dollars américains (37 pour cent du budget d'exploitation de SEMATECH) en aide directe. En 1990, deux entreprises de lithographie, Perkin Elmer et GCA, avaient perdu la place de chef de file mondial qu'elles détenaient en 1980 au profit de deux sociétés japonaises, Canon et Nikon. Les efforts déployés par SEMATECH pour épauler ces deux sociétés grâce à sa propre structure ont échoué quand une des deux a fait faillite et lorsque l'autre a noué alliance avec une entreprise nipponne. Deux des membres originaux de SEMATECH se sont retirés du groupe et 10 des 12 membres restants ont indiqué qu'ils n'augmenteraient pas les fonds du programme.

Dans d'autres domaines, SEMATECH semble avoir réalisé en partie ses nouveaux objectifs. Ainsi, on a stoppé et légèrement renversé l'érosion de la part du marché des semi-conducteurs détenue par les États-Unis. On a aussi créé des partenariats entre les fabricants de matériel et de semi-conducteurs là où ces relations étaient auparavant très fragiles. SEMATECH a prouvé la rentabilité des circuits intégrés à largeur de trait de 0,35 micron, innovation qui a hissé la technologie américaine approximativement au niveau de la technologie japonaise.

Leçons de politique

La politique peut jouer un rôle utile en lançant et en coordonnant la recherche précommerciale, et en contribuant à une saine compétition au niveau de l'innovation.

Le fait que les objectifs de SEMATECH aient changé, bref qu'on ait abandonné le soutien de la recherche précommerciale, suggère que de tels groupements peuvent avoir besoin de l'aiguillage du gouvernement pour garder leur attention sur des buts socialement valables.

La politique doit être souple.

Contraindre les innovateurs à n'utiliser que des produits de facture locale n'a pas donné de bons résultats, ni avec SEMATECH, ni dans les autres cas déjà examinés. Dans le monde incertain de l'innovation, il est logique d'utiliser toute innovation utile ou éprouvée, peu importe son origine.

Pour réussir, la politique a besoin de mécanismes qui encouragent la compétition.

L'incapacité de sauver les fabricants de matériel de lithographie illustre une fois de plus que les mesures à court terme visant à secourir des entreprises non concurrentielles sur le plan de l'innovation ne concourent pas à l'innovation. Manifestement, le gouvernement n'est pas le seul à être enclin à s'égarer sur cette voie. Le mandat des organismes comme SEMATECH devrait interdire à ces derniers de gaspiller de l'argent pour sauver les entreprises qui périclitent.

Politique d'achats publics de l'armée américaine dans l'industrie des semi-conducteurs³¹ (réussite)

Au fil des ans, l'industrie américaine des semi-conducteurs a profité de l'aide dispensée dans le cadre des programmes d'achats publics de l'armée, programmes qui avaient pour but d'encourager l'innovation en vue de résoudre des problèmes de rendement, à n'importe quel prix. Dans de nombreux cas, ces programmes ont favorisé l'incubation d'inventions qui n'étaient pas encore prêtes à être commercialisées. Tout en approvisionnant le marché militaire, on a pu perfectionner ces inventions et réduire considérablement les coûts connexes jusqu'à ce que le seuil de rentabilité commerciale soit atteint.

Entre 1955 et 1968, le marché de l'armée représentait entre le quart et la moitié de la demande de semi-conducteurs. Les militaires ont imposé des normes et établi des contrôles de qualité rigoureux qui ont concouru à uniformiser les pratiques et à diffuser les connaissances techniques.

Cette politique a joué le rôle de catalyseur en favorisant la naissance de nouvelles industries et l'innovation dans ce secteur. Le marché de l'armée a eu une importance particulière pour les jeunes entreprises. Les contrats d'approvisionnement à long terme étaient octroyés (comme ils le sont toujours) à l'entreprise présentant le meilleur modèle, les sociétés étant libres de se livrer concurrence lors de la mise au point du prototype. Pareille compétition au niveau de l'innovation fait en sorte que les innovateurs efficaces sont assurés d'un débouché pour leur produit.

Les travaux de recherche et de développement financés par les nouveaux programmes d'achats publics de l'armée ont néanmoins donné peu de retombées commerciales. Angel (1994, p. 167) estime que la majeure partie des fonds gouvernementaux réservés à la recherche et au développement sont allés à la conception de circuits intégrés protégés contre les rayonnements qu'on utilise presque exclusivement à des fins militaires et spatiales. Il s'agit d'un autre exemple où les retombées sont plus nombreuses au stade générique de l'élaboration des nouvelles technologies.

Mowery et Rosenberg (1989) soulignent également que les marchés sur dépenses contrôlées de l'armée et le peu de préoccupations que suscitent les coûts inculquent une mauvaise attitude aux entreprises qui dépendent des acquisitions militaires pour réaliser la majeure partie de leurs revenus et parvenir à la rentabilité.

Leçons de politique

La politique devrait tirer parti des retombées de l'innovation.

Ainsi qu'on l'a constaté avec les industries de l'aéronautique et du logiciel américaines, ce cas illustre les avantages qu'il y a à exploiter les retombées de l'innovation. On constate aussi qu'une politique de ce genre présente des limites au niveau des avantages commerciaux – limites apparemment spécifiques à chaque technologie.

La politique peut réduire le degré d'exposition à l'incertitude en exploitant les relations entre utilisateurs et producteurs.

Dans le cas présent, l'auteur de la politique est aussi le principal utilisateur de l'innovation. Les exigences de l'armée ont tendance à définir précisément les difficultés techniques que les innovateurs doivent résoudre. En laissant l'utilisateur forger le programme de recherche, on réduit le degré d'incertitude relatif à la demande et aide les innovateurs à trouver et à exploiter les connaissances pertinentes.

La politique devrait tenir compte des liens entre la technologie et la structure facilitante.

Les marchés publics créent un régime de production favorable à l'éclosion des innovations dont l'utilité peut être vérifiée, sans que l'inventeur soit exagérément exposé à l'incertitude. De plus, les marchés publics encouragent la compétition au niveau de la conception de nouveaux modèles.

National Advisory Committee on Aeronautics (NACA)³² (réussite)

Source majeure d'aide publique pour l'industrie américaine de l'aéronautique commerciale, le NACA a favorisé l'innovation dans le secteur de l'aviation en permettant directement à ce dernier d'accéder aux installations expérimentales du gouvernement. Le NACA a facilité la poursuite des recherches préconcurrentielles qui ont débouché sur maintes applications dans les domaines commercial et militaire. Il a été parmi les premiers à construire et à utiliser les grandes souffleries aérodynamiques et à diffuser les données expérimentales essentielles qui ont donné naissance à diverses innovations comme le «capot NACA» et prouvé la supériorité des fuselages avec train d'atterrissage rétractable. Le NACA a été intégré à la National Aeronautics and Space Administration (NASA) en 1958 et on a mis fin au programme de recherche précommerciale.

Leçons de politique

La politique peut jouer un rôle utile en lançant et en coordonnant la recherche précommerciale, et en contribuant à une saine compétition au niveau de l'innovation.

Le NACA a joué un rôle de soutien majeur en permettant la poursuite libre de la recherche précommerciale. On a ainsi pu niveler les connaissances techniques non exclusives des entreprises et obligé ces dernières à se livrer concurrence pour engendrer des innovations commercialement rentables. En diffusant les connaissances techniques, on a évité la répétition de recherches coûteuses et aidé les entreprises à réaliser des innovations progressives, articulées sur leur utilité commerciale. On a donc réduit le degré d'exposition à l'incertitude.

ENCOURAGEMENT SPÉCIFIQUE – TECHNOLOGIE : POINTE, MODIFICATIONS PONCTUELLES; STRUCTURE : PETITS CHANGEMENTS

Fabrication de poêles au Kenya³³ (réussite)

Dans les années 1980, le Kenya s'est heurté au problème de l'épuisement des réserves de bois – principale source d'énergie commerciale et non commerciale de ce pays. Le programme de développement d'une énergie renouvelable devait trouver une solution aux problèmes de l'utilisation efficace des combustibles, des combustibles de rechange et du reboisement.

On a donc étudié les sources d'énergie existantes, les techniques de production, la consommation domestique d'énergie et l'aptitude à adopter de nouvelles technologies. Une solution a été de concevoir un poêle avec des fûts de pétrole et de produits chimiques, ce qui a considérablement accru le rendement énergétique sans pour autant contraindre les familles à changer leurs habitudes. La technologie a été apprise aux artisans qui fabriquaient déjà les poêles de l'ancien modèle. Le projet a profité d'une autre innovation : un centre de formation mobile qui a permis de rejoindre une population d'artisans très dispersée.

Grâce à ce projet, la consommation de bois a chuté et la menace qui planait sur l'environnement a reculé. Le programme a permis le recyclage des personnes essentielles à l'industrie en pleine expansion de fabrication des poêles.

Construction d'embarcations en Inde³⁴ (réussite)

La construction d'embarcations dans la région de Kottur, en Inde, dépend lourdement du bois léger du manguier. Entre 1978 et 1983, le prix des embarcations a doublé consécutivement à une grave pénurie de bois.

Le Centre de technologie appropriée (CTA) et une entreprise privée, Mutton Boat Building Centre (MBBC), ont mis au point et diffusé la technologie nécessaire à la construction d'embarcations en contreplaqué qui entraînerait l'utilisation d'un plus petit nombre d'arbres par embarcation que la méthode ancestrale. Le CTA et le MBBC ont dû surmonter plusieurs difficultés au niveau de la conception et ont apporté diverses améliorations au modèle grâce aux commentaires des pêcheurs utilisant la nouvelle embarcation. Le programme a permis de surmonter la pénurie de matériaux tout en accroissant la productivité et la rentabilité de l'industrie navale de la région. Le MBBC a accordé des contrats à plusieurs entreprises qui fabriquent des embarcations et l'industrie a pris de l'essor grâce à une saine compétition.

Électricité au Népal³⁵ (réussite)

Le projet de micro-centrales hydroélectriques du Népal a été lancé au début des années 1960, en partie à la suite d'une croissance de la demande rurale pour le traitement mécanique des récoltes et en partie en réponse à la demande du gouvernement qui préconisait l'électrification des régions rurales. À l'époque, les minoritaires utilisaient principalement des moulins à eau ou à combustible diesel.

Le projet a permis la conception et l'implantation de micro-centrales hydroélectriques. La technologie a été conçue en fonction des particularités du relief et repose principalement sur l'usage d'une turbine à impulsions radiales pouvant servir de génératrice dans un moulin ou être adaptée afin d'alimenter plusieurs installations (par exemple un moulin pour le blé et le maïs, un extracteur d'huile de graines de moutarde ou une génératrice). Plusieurs petites entreprises fabriquent désormais ces turbines et 450 ont déjà été installées. On a identifié 700 autres sites où l'appareil pourrait donner de bons résultats.

Le programme a atteint ses objectifs, qui consistaient à faciliter le traitement des récoltes par pouvoir hydraulique et à électrifier les régions rurales.

Leçons de politique

Ces trois cas montrent bien l'utilité des petites innovations à la fine pointe de la technologie, que l'on peut intégrer à la structure facilitante existante d'un pays.

La politique devrait tenir compte des liens entre la technologie et la structure facilitante.

En s'efforçant d'apporter des modifications ponctuelles aux technologies faisant déjà partie de la structure facilitante nationale, les auteurs des politiques ont maximisé les avantages commerciaux et les bienfaits sociaux des nouvelles technologies tout en réduisant l'exposition à l'incertitude. Les politiques ont empêché la dislocation de la structure existante et des nouvelles technologies, donc diminué le nombre de changements qu'il aurait fallu apporter parallèlement aux technologies et à la structure facilitante.

Tenter une percée technologique est dangereux.

Ces politiques ont choisi une approche progressive à l'innovation et à la modification de la structure facilitante. Les modifications ponctuelles ont réduit le degré d'exposition à l'incertitude.

Consolidated Computer Incorporated (CCI)³⁶ (fiasco)

Si les trois projets qui précèdent ont remporté du succès, celui-ci a donné lieu à un échec cuisant.

En 1967, Mers Kutt, ancien directeur du service des ventes de Honeywell pour l'est du Canada et professeur à l'Université Queen, fondait CCI en vue de commercialiser un système de traitement de l'information de son invention, baptisé Key-Edit. La jeune entreprise s'est heurtée à la concurrence directe d'IBM qui avait réussi à attirer la clientèle par des coûts ridicules, pourvu que les intéressés signent un contrat de location d'un an. Cette clientèle devenait alors captive en raison de l'investissement qu'entraînait l'apprentissage sur une nouvelle machine. La société IBM a financé ce programme de location à même ses fonds; Kutt avait besoin d'une aide extérieure pour concurrencer le géant américain.

En 1969, CCI a fait un appel public à l'épargne. L'entreprise comptait alors 200 employés et son chiffre d'affaires atteignait 650 000 \$. Kutt a donc présenté une demande à la Commission d'aide générale de transition (CAGT) en vue d'obtenir un prêt garanti qui lui permettrait de financer la location du matériel. La CAGT a accepté.

Avec un financement garanti, CCI a connu une véritable explosion des ventes, ce qui a entraîné des problèmes de liquidités. Kutt a tenté de les résoudre en émettant des actions pour lesquelles les preneurs fermes devaient obtenir un prêt garanti de la CAGT. Malgré une forte demande, le bilan de CCI laissait à désirer en raison des contrats de location d'un an. Bien que les coûts d'apprentissage assujettissent les utilisateurs de Key-Edit à une plus longue période d'utilisation, la CAGT a insisté pour que Kutt redresse la situation de l'entreprise et en cède le contrôle, en échange d'une garantie financière. De son côté, Kutt estimait qu'il valait mieux miser sur la recherche et le développement et attirer de nouveaux acheteurs. Ces points de vue divergents ont interdit l'émission des actions. Kutt a lancé des accusations lors d'une entrevue et le conseil d'administration, contrôlé par la CAGT, l'a limogé.

À ce moment (1971), le gouvernement avait déjà injecté 7 millions de dollars dans le projet. Craignant que passer l'investissement par pertes et profits reviendrait à admettre son erreur, la CAGT n'a pas fermé les portes de CCI. Malheureusement, l'entreprise avait déjà perdu son avance technologique et n'a pas pu maintenir une position concurrentielle malgré d'importants investissements dans la recherche pure et appliquée. Dix ans plus tard, le gouvernement mettait fin à sa participation après avoir épongé des pertes de 120 millions de dollars.

Leçons de politique

Une politique peut donner de bons résultats quand elle s'appuie sur les connaissances du secteur privé.

Une des grandes erreurs du gouvernement a été de vouloir intervenir dans les opérations de CCI. L'entrepreneur était mieux placé pour diriger la société parce qu'il connaissait l'industrie et pouvait innover. Le gouvernement n'a pas compris la rétroaction qui existe entre l'utilisateur et le créateur de l'innovation – plus précisément, le fait que la clientèle était captive en raison des coûts d'apprentissage associés au produit et la source sûre de revenus que cela représentait pour l'entreprise. Il a oublié qu'on ne peut simplement remplacer un inventeur par l'investissement dans la recherche et le développement. Le gouvernement aurait dû garantir le prêt et donner à Kutt la marge de manoeuvre dont il avait besoin pour aplanir les difficultés de CCI.

La politique doit être souple.

Les représentants du gouvernement ont aggravé leur cas en niant leur erreur. Ils se sont obstinés à diriger une entreprise privée et ont perdu 120 millions de dollars appartenant aux contribuables au lieu des 7 millions initiaux, lorsque l'erreur est devenue manifeste.

Le Caravelle (réussite transformée en fiasco)

Réseau de soutien, laboratoires de recherche et programme de financement du MCII (réussite)

Les cas qui précèdent sont examinés de façon approfondie dans le corps du document.

ENCOURAGEMENT SPÉCIFIQUE – TECHNOLOGIE : RATTRAPAGE,
MODIFICATION PONCTUELLES; STRUCTURE : GRANDS CHANGEMENTS

Industrie de l'électronique et de l'information de Taïwan³⁷ (réussite)

Taïwan est un cas intéressant en ce qui concerne la politique d'innovation, en raison de son accession récente parmi les NPI. Taïwan a été un des premiers pays d'Asie à opter pour une politique articulée sur le marché et orientée vers l'exportation, qui a eu pour résultat une croissance rapide et soutenue de l'économie. Bien qu'axée sur le marché, l'économie subit toujours une influence sensible du gouvernement. La politique de Taïwan a donné naissance à des industries en amont – souvent de simples manufactures – qu'on a ensuite confiées à des entrepreneurs ou qu'on a exploitées comme des sociétés d'État.

Dès le début des années 1970, Taïwan a choisi l'industrie de l'électronique et de l'information en introduisant plusieurs politiques qui présentent trois caractéristiques principales : le recours aux organismes gouvernementaux, l'aiguillage de l'industrie vers des créneaux précis et l'étude de la structure naturelle de l'industrie en vue de s'y intégrer.

La première caractéristique a donné lieu à la tentative délibérée de créer une industrie par l'entremise des organismes gouvernementaux plutôt que grâce au soutien des industries privées, financées par les coffres de l'État. Ce volet de la politique a été conçu afin qu'un secteur de l'électronique puisse naître de la base et prenne de l'expansion jusqu'à devenir commercialement viable. Certains éléments du secteur ont ensuite été remis à des entrepreneurs privés. La politique a aussi été conçue pour avoir des retombées dont pourraient profiter les entreprises privées.

Au fil des ans, cette politique a évolué grâce à divers «plans». En 1972, les représentants de l'État ont envisagé d'acquérir les installations nécessaires à la conception et à la fabrication de semi-conducteurs. Deux ans plus tard, une société d'État, Electronic Research Service Organization (ERSO), voyait le jour. En 1976, l'ERSO a mis sur pied le premier atelier modèle de fabrication de plaquettes et conclu un accord de transfert de technologie pour la conception de circuits imprimés avec RCA. À la fin des années 1970, le gouvernement taïwanais a proposé la genèse d'une industrie intégrée de l'information qui regrouperait les secteurs des semi-conducteurs, des ordinateurs, du logiciel et des télécommunications. Un groupe de travail a préparé le plan de développement de cette industrie en prévision de sa mise en oeuvre entre 1980 et 1989.

L'administration du plan a été confiée aux organisations de recherche publiques existantes, notamment l'ERSO. Par ailleurs, la commercialisation des inventions créées dans les laboratoires de recherche publics a été confiée à United Microelectronics (une filiale de l'ERSO). Cette entreprise, qui appartient à 55 pour cent à l'État et à 45 pour cent au secteur privé, respectait la stratégie voulant que la capacité technique soit développée au pays, puis que les activités soient confiées à des sociétés privées.

Le plan de développement industriel prévoyait aussi une expansion du capital humain au sein de la population active du pays. L'ERSO a formé le personnel avant d'encourager les employés à lancer une entreprise.

Le dernier aspect de ce volet de la politique est que l'ERSO s'octroie elle-même des licences l'autorisant à exploiter les technologies étrangères. Elle cède ensuite des sous-licences au secteur privé, ce qui lui permet d'intégrer des technologies mises au point et éprouvées à l'étranger à sa vision de l'expansion de l'industrie et aide les petites entreprises à puiser dans le réservoir technologique mondial, ce qu'elles ne pourraient faire en d'autres circonstances.

L'orientation spécifique de l'industrie est la deuxième caractéristique de la politique taïwanaise. Le gouvernement de Taïwan a compris que l'industrie nationale ne pouvait concurrencer directement les États-Unis, le Japon et la Corée. Les entreprises n'ont pas les ressources financières voulues pour se mesurer à de tels géants. C'est pourquoi le gouvernement a insisté pour accroître sa capacité de production des circuits intégrés sur mesure (à savoir, des circuits intégrés adaptés à des applications précises). En procédant ainsi, on a permis à l'industrie de bénéficier de maintes retombées horizontales.

La troisième caractéristique de la politique taïwanaise est illustrée par les efforts déployés en vue d'amener une multinationale à fabriquer des circuits VLSI. Phillips a accepté de participer au projet avec plusieurs petites entreprises de Taïwan, regroupées pour former la Taiwan Semi Conductor Manufacturing Corporation, sous l'égide du gouvernement. L'entreprise fabrique des circuits intégrés sur demande, en fonction de l'application. Sa stratégie consiste à exploiter les idées novatrices de ses clients et à acquérir plus de connaissances sur de nombreux aspects. De cette façon, l'entreprise peut adapter son programme de recherche et réduire l'exposition à l'incertitude de la demande qu'engendrent habituellement les nouveaux produits.

La politique a donné de bons résultats en misant sur l'industrie de l'électronique et de l'information. Taïwan possède maintenant le plus vaste réservoir de concepteurs de puces électroniques d'Asie, hors du Japon. Nulle part ailleurs la révolution du micro-ordinateur n'a-t-elle engendré pareille frénésie. Ainsi, on dénombre plus de 100 fabricants d'ordinateurs sur demande à Taïwan, contre 60 en Corée (Wade 1990, p. 106).

Leçons de politique

Les politiques efficaces tendent souvent vers des modifications ponctuelles et concourent (dans la mesure du possible) à l'acquisition de connaissances tacites.

À l'instar de l'industrie japonaise des semi-conducteurs, le cas de Taïwan illustre bien les avantages d'exploiter des techniques éprouvées sous licence en vue de les perfectionner localement. Pareille stratégie facilite la sélection des techniques les mieux adaptées à la structure facilitante, l'acquisition des connaissances tacites et une réduction du degré d'exposition à l'incertitude : le régime de production existe déjà ailleurs et les entreprises qui se livrent concurrence sur le marché national peuvent innover en tirant parti des créneaux que les meneurs technologiques oublient inévitablement. On se rend également compte du rôle que peut jouer une telle politique en concourant à éliminer certains coûts et incertitudes liés au transfert de la technologie.

La politique peut réduire le degré d'exposition à l'incertitude en exploitant les relations entre utilisateurs et producteurs.

La politique de Taïwan concernant la fabrication de puces sur demande tire explicitement parti du lien utilisateur-créateur. En garantissant la protection du secret industriel et en n'effectuant que des travaux sur demande, Taïwan parvient à exploiter des créneaux précis du marché.

La politique peut être utile si elle est guidée par les connaissances du secteur privé.

On a souvent qualifié la politique de Taïwan d'interventionniste. Le gouvernement a structuré l'industrie, puis en a remis des miettes au secteur privé. Il a maintenu à lui seul l'objectif de la réussite commerciale en promouvant les exportations.

La politique doit être souple.

La politique industrielle de Taïwan a évolué grâce à plusieurs jeux de plans, au fil des ans. Bien que l'objectif de l'innovation commercialement rentable l'emporte sur tous les autres, les moyens et les objectifs secondaires ont été adaptés en fonction de l'environnement incertain propre à l'innovation.

L'industrie de l'électronique coréenne³⁸ (réussite)

En 1969, la Corée promulguait sa loi sur la promotion de l'industrie de l'électronique qui exige l'élaboration d'un plan de développement du secteur par le ministère du Commerce et de l'industrie, l'enregistrement de tous les fabricants, la

création d'un fonds de promotion, la promotion des investissements étrangers dans l'industrie et la constitution de complexes industriels. Kang estime qu'une telle politique entraîne une acquisition extrêmement agressive de la technologie par la conclusion d'accords de licence avec les fabricants de pièces électroniques établis. Les licences s'appliquent aux technologies qui cadrent avec la structure de l'industrie coréenne et non aux technologies de pointe. Les entreprises coréennes restent libres d'exploiter leurs avantages comparatifs dans la fabrication à forte densité de main-d'oeuvre, mais la politique permet l'expansion du capital humain. L'abondance des technologies en aval aide les entreprises coréennes à exploiter les accords de licence continuellement tout en acquérant la marge de manoeuvre nécessaire pour modifier les technologies utilisées dans le cadre des régimes de production.

La politique industrielle vise des résultats précis : accroître les possibilités d'exportation, atténuer la dépendance sur le matériel, étendre les possibilités de valeur ajoutée et créer de nouveaux créneaux (pour réduire les frictions au niveau des échanges internationaux et optimiser les retombées technologiques) (Kang, 1989, p. 87-88). L'industrie de l'électronique coréenne a vu son chiffre d'affaires annuel passer de 10 millions à 10 milliards de dollars entre 1960 et 1987. Durant les années 1970, la production a progressé de 44 pour cent et les exportations se sont relevées de 54 pour cent par année!

Leçons de politique

Les politiques efficaces tendent souvent vers des modifications ponctuelles et concourent (dans la mesure du possible) à l'acquisition de connaissances tacites.

Comme celui de l'industrie japonaise des semi-conducteurs, ce cas montre qu'il vaut la peine de recourir à des licences pour exploiter des technologies éprouvées et les perfectionner à l'échelon local. Une telle stratégie facilite la sélection des techniques adaptées à la structure facilitante, permet l'acquisition des connaissances tacites et restreint l'exposition à l'incertitude pour les raisons suivantes :

- la structure de production existe déjà ailleurs;
- il faut peu d'innovations pour tirer parti des créneaux résultant du développement antérieur de la technologie.

Par leur grand nombre, les entreprises concurrentes engendrent le dynamisme innovateur essentiel à l'exploitation des créneaux que les chefs de file de la technologie abandonnent inévitablement dans leur sillage. Ce cas montre aussi l'utilité de la politique quand elle contribue à surmonter les incertitudes associées au transfert de la technologie.

La politique peut être utile si elle est guidée par les connaissances du secteur privé.

L'intervention du gouvernement sur le marché n'est pas une nouveauté en Corée. Néanmoins, l'objectif primordial, qui consistait à garantir la rentabilité commerciale et à promouvoir les exportations, a maintenu la souplesse de l'intervention, qui s'est pliée aux demandes structurelles de l'innovation.

ENCOURAGEMENT SPÉCIFIQUE – TECHNOLOGIE : MODIFICATION PONCTUELLES; STRUCTURE : CHANGEMENTS MOYENS

Industrie de l'aéronautique civile au Japon, phase 2 (réussite)

Après l'échec des plans de la phase 1 (voir plus haut), le MCII a abandonné l'idée d'une industrie purement nipponne et a cherché des partenaires étrangers pour les entreprises japonaises, qui se borneraient à un rôle de second plan, d'abord dans la conception des moteurs, puis du fuselage. Les projets conjoints ont réussi, mais le Japon ne possède toujours pas d'industrie aéronautique commerciale au sens véritable du terme.

Leçons de politique

Les politiques efficaces tendent souvent vers des modifications ponctuelles et concourent (dans la mesure du possible) à l'acquisition de connaissances tacites.

On y parvient, notamment en créant des partenariats (comme l'a fait le MCII) ou en prenant des dispositions pour importer les connaissances techniques et l'expérience tacite, et ainsi laisser les entreprises nationales se concentrer sur les créneaux qui les aideraient à acquérir plus facilement un avantage comparatif.

La politique doit être souple.

Le MCII a une fois de plus montré l'importance d'être souple quand on cherche à acquérir de l'expérience, en abandonnant l'idée initiale d'une industrie entièrement japonaise.

Rattrapage technique du Japon dans l'industrie des semi-conducteurs (réussite)

Ce cas est exposé en détail dans le corps du document.

POLITIQUES GÉNÉRALES

Les politiques que voici concernent des activités précises et appuient les projets touchant une grande variété de changements structurels et technologiques. La plupart appuient des modifications ponctuelles de rattrapage ou des projets de

pointe nécessitant de petits changements à la structure facilitante (sans doute parce que les activités du secteur privé se concentrent le plus à ce niveau).

Programme EURÊKA de l'Union européenne (UE)³⁹ (non évalué)

Le programme EURÊKA a vu le jour en 1985 et dérive de plusieurs programmes antérieurs conçus pour encourager l'innovation au sein de la Communauté européenne. Son but est de faire croître l'économie par l'amélioration des capacités techniques, en servant de source de financement et de «bureau de mariage».

En tant qu'organisme de financement public, le programme EURÊKA injecte des fonds dans les projets admissibles. Les critères d'admission ainsi que le genre et l'importance de l'aide sont déterminés par l'État membre qui lance le projet.

À titre de «bureau de mariage», EURÊKA dispense des services d'information et de coordination. Il préconise la conclusion de partenariats entre entreprises et institutions qui poursuivent des buts analogues au niveau de la recherche. Il diffuse aussi des renseignements sur les résultats obtenus par les établissements de recherche publics et les sociétés privées quand ils présentent une certaine utilité pour d'autres entreprises. Le type et l'importance du soutien sont déterminés par l'État membre qui parraine le projet.

La mission du programme ne décrit pas en détail les entreprises et les activités qui peuvent bénéficier d'une aide (ni la manière dont celle-ci est prodiguée). On l'a fait sciemment dans l'espoir que l'hétérogénéité des projets retenus favorise l'innovation. La politique doit aussi pouvoir s'adapter car les États membres de l'UE n'envisagent pas tous la politique d'innovation de la même façon. Ainsi, les projets français sont surtout dirigés par l'industrie et visent l'expansion du commerce tandis qu'en Allemagne, les projets sont habituellement lancés par le gouvernement et se rapportent à l'infrastructure ou à la recherche et au développement préconcurrentiels. Enfin, les projets britanniques semblent bureaucratésés à outrance (Peterson, 1993, p. 90-97, 154-158).

Peterson effectue une évaluation préliminaire du programme en fonction de ce qu'il appelle un critère «d'additionnalité» (c'est-à-dire permettant de déterminer si le projet aurait vu le jour en l'absence du programme EURÊKA)⁴⁰. Quarante pour cent des projets entrepris paraissent vraiment supplémentaires. Des deux rôles du programme, celui de «bureau de mariage» semble le plus important, mais les deux aspects interviennent sans doute au niveau de chaque projet.

Les projets ambitieux ont tendance à entraîner des travaux de recherche et de développement préconcurrentiels. Les projets lancés par les petites et moyennes entreprises se caractérisent par de la recherche pure et appliquée «près du marché», et visent tout particulièrement des applications commerciales. Peterson ne précise pas si les projets importants sont ceux de grandes entreprises ou s'ils exigent une participation du gouvernement. Si le second cas est le bon, ses résultats concordent avec les généralisations présentées ailleurs dans le présent

article : les projets qui ne suivent pas de près les résultats financiers ont tendance à viser des percées technologiques importantes qui se traduisent rarement par la rentabilité commerciale. Les petites et moyennes entreprises sont plus prudentes à cet égard, donc s'intéressent davantage à des innovations commerciales.

Nous n'avons pas essayé d'évaluer le programme EURÊKA, car il est préférable d'examiner les projets un à un et il est difficile d'obtenir des résultats sur ceux-ci. Néanmoins, nous le mentionnons en raison de son importance et parce qu'il semble au moins éviter certaines des conditions à l'origine d'un fiasco dans d'autres circonstances.

Sociétés d'échanges publics de l'Inde (réussite)

Un aspect de la politique industrielle de l'Inde (dont l'échec est examiné ailleurs) qui a donné de bons résultats concerne les sociétés d'échanges publics créées pour exploiter les gains issus des externalités des retombées. Ces sociétés sont intégrées horizontalement dans plusieurs secteurs et forment un mécanisme qui facilite l'importation des facteurs de production, la diffusion de la technologie et l'exportation des biens manufacturés. Elles semblent avoir connu de bons résultats en communiquant les techniques et l'information auxquelles les entreprises indiennes n'auraient pu avoir accès en d'autres circonstances.

Programme d'aide à la recherche industrielle (PARI) du Canada⁴¹ (réussite)

Créé en 1962, le PARI avait pour objectifs 1) d'aider les entreprises canadiennes à accroître leurs capacités et leurs compétences pour qu'elles élaborent et exploitent des technologies de façon efficace et 2) de faciliter le développement, l'accessibilité, l'acquisition et l'application des technologies au niveau du secteur privé (CNRC, 1990, p. 1). Pour cela, on procède de trois façons.

- Le PARI absorbe les frais salariaux des employés dans le cadre de certains projets de recherche qui pourraient déboucher sur d'importants progrès techniques susceptibles d'avoir une application et de connaître un développement commercial au Canada.
- Le PARI diffuse les résultats des travaux de recherche et de développement poursuivis dans ses laboratoires.
- Le PARI dispense des conseils, conformément à son rôle qui consiste à communiquer l'information et à coordonner les activités.

Les éléments régionaux et nationaux du programme regroupent au-delà de 5 000 projets. Les premiers consistent en projets de petite envergure, poursuivis par les entreprises. Les éléments nationaux concernent des projets de recherche et de développement industriels passablement importants et d'une grande valeur technique, qui nécessitent la collaboration des universités et(ou) d'autres laboratoires canadiens ou étrangers (CNRC, 1990, p. 6).

En 1990, le PARI disposait d'un budget annuel de 90 millions de dollars dont 60 millions étaient destinés aux entreprises.

Le PARI aide les entreprises à perfectionner les technologies qu'elles acquièrent. Il leur permet d'accéder aux technologies mises au point dans les laboratoires du PARI, ce qui leur donne la possibilité de choisir la technologie adaptée à la résolution d'un problème précis. L'aide financière servant à payer les chercheurs permet à l'entreprise d'effectuer de petits travaux de développement dont les retombées commerciales sont relativement sûres.

Par ailleurs, les fonctionnaires attachés au programme peuvent accorder de petites subventions aux entreprises, à leur discrétion, sans avoir à passer par la machine bureaucratique. Grâce à cette aide, les entreprises peuvent adapter les technologies étrangères à leur usage.

Le Conseil national de recherches a effectué un sondage auprès des bénéficiaires du PARI en 1990. Les résultats indiquent que la majorité des répondants jugent cette aide «assez» ou «absolument» essentielle aux projets qu'ils poursuivent.

Politique de recherche et de développement de la petite et moyenne entreprise (PME) de l'Allemagne de l'Ouest⁴² (réussite)

En 1978, le gouvernement ouest-allemand introduisait un programme destiné à la recherche et au développement dans les PME, par la diffusion des innovations, une expansion du capital humain et l'accroissement de la capacité d'innover des entreprises. Pour y arriver, on a subventionné le salaire du personnel de recherche des entreprises inscrites au programme. Durant les cinq années de son existence, la politique a attiré près de la moitié des entreprises admissibles (c'est-à-dire celles comptant de 20 à 999 employés).

Meher et Krahmer (1990) utilisent une technique d'évaluation économétrique pour montrer que le programme a réussi à engendrer des innovations commerciales, mais pas la recherche précommerciale. Selon eux, 60 pour cent des activités du programme ont débouché sur des travaux de recherche et de développement «additionnels». Le programme a aussi augmenté le nombre de recherches en Allemagne de l'Ouest et le recours à ces derniers tout en aidant les entreprises concernées à développer leur capacité à innover.

La politique a réduit le volume de connaissances tacites et a facilité la diffusion de ces dernières en donnant aux petites et moyennes entreprises qui ne réalisaient pas de bénéfices suffisants pour entreprendre des travaux de recherche et de développement fondamentaux la chance d'exploiter les connaissances d'un personnel scientifique bien formé. Les entreprises ont recouru au programme pour effectuer des modifications ponctuelles qui ont eu des retombées commerciales.

Leçons de politique

Les quatre cas qui précèdent permettent de tirer plusieurs leçons de politique.

La coordination et la diffusion de l'information jouent un rôle important. La politique peut jouer un rôle utile en instaurant l'infrastructure dont les entreprises ont besoin au niveau de la diffusion de l'information et de la coordination, ainsi qu'en transmettant les connaissances techniques aux entreprises qui n'ont pas la possibilité de découvrir les pratiques de meilleure qualité, en usage ailleurs. Un tel mécanisme peut avoir d'importantes répercussions sans pour autant accroître l'exposition à l'incertitude.

Les sociétés d'échanges indiennes ont réussi à remplir bon nombre de ces fonctions. La politique ouest-allemande a incité les petites et moyennes entreprises à adopter de nouvelles technologies en leur permettant d'engager du personnel compétent dans l'utilisation et la formulation de ces politiques. Tous ces programmes sont utiles dans une certaine mesure pour coordonner et diffuser l'information. Le cas de la Corée, déjà examiné, illustre le même point.

La politique doit être souple.

La latitude accordée aux représentants du PARI qui entrent en contact avec les entreprises et la réduction de la paperasserie relative à l'octroi de petites subventions permettent une administration plus souple du programme, à l'instar de la politique allemande, qui consiste à aider les entreprises à engager du personnel de recherche tout en les laissant déterminer les projets à poursuivre.

Une évaluation préliminaire des informations recueillies sur le programme EURÉKA suggère que certains pays membres n'ont pas tiré les leçons voulues de leurs expériences antérieures. Les projets ambitieux entrepris dans le cadre de ce programme semblent encore suivre l'orientation des grandes découvertes scientifiques, notamment en France – sans qu'on apporte souvent le soutien nécessaire aux innovations fondamentales, c'est-à-dire l'implantation et l'organisation de la structure facilitante de l'économie. Pour leur part, les projets britanniques semblent affligés par une bureaucratie excessive, très rigide, qui laisse de côté la commercialisation.

Une politique ne peut trouver sa justification dans la création d'une technologie comme fin en soi.

Bon nombre de politiques générales utilisent le critère de l'additionnalité aux fins d'évaluation. Ce critère pose des difficultés selon notre théorie et nos critères d'évaluation. À notre avis, les liens entre la technologie et la structure facilitante de même que la rentabilité commerciale sont des aspects essentiels à l'efficacité d'une politique. Faute d'une étude bien conçue, on ne saurait dire si les projets

financés auraient bien vu le jour ou auraient donné de bons résultats. Néanmoins, notre théorie donne à penser que le PARI peut rapporter beaucoup. Il pourrait notamment concourir à la diffusion de l'information et à l'adaptation en signalant aux petites entreprises les technologies utilisées ailleurs et en les aidant à s'en servir à leurs propres fins⁴³.

Crédits d'impôt à la recherche et au développement⁴⁴ (non évalué)

Beaucoup de gouvernements accordent des dégrèvements fiscaux pour la recherche et le développement. La politique canadienne est particulièrement généreuse en la matière. Ces crédits réduisent l'impôt lorsqu'on investit dans l'achat de matériel destiné à la recherche. Ils permettent aussi de généreuses déductions pour l'amortissement de la machinerie de haute technologie. Diverses provinces autorisent un dégrèvement fiscal sur le capital de recherche et de développement. Le Québec, par exemple, permet la défalcation de la totalité des coûts en capitaux pertinents. Le gouvernement fédéral et d'autres provinces offrent également des crédits d'impôt à l'égard des dépenses en recherche et en développement. L'analyse des frais fiscaux attribuables à ces crédits d'impôt fédéraux par plusieurs organismes du gouvernement indique que ces mesures d'encouragement à l'investissement ont réduit les recettes de l'État de 759 millions de dollars en 1986, de 1 milliard de dollars en 1992 et de plus de 1,2 milliard de dollars en 1994. Jusqu'à 80 pour cent de ces pertes résultent de crédits d'impôt à la recherche scientifique et au développement des expériences.

L'argument général en faveur d'une politique de ce genre vient de Arrow. On estime que le régime de prix a tendance à ralentir la recherche et le développement en raison de ses externalités positives. Nous avons déjà souligné qu'il est difficile d'appliquer cet argument aux décisions prises dans un milieu où règne l'incertitude. L'aide doit donc reposer sur un jugement plus général voulant qu'il est souhaitable d'encourager des travaux de recherche et de développement plus intenses que ceux qu'entreprendraient les entreprises en temps normal. On peut se poser deux questions. La première est : la réalité est-elle bien ainsi et les crédits d'impôt permettent-ils d'atteindre cet objectif? La deuxième se rapporte à l'additionnalité. Combien de projets de recherche et de développement subventionnés grâce à une telle politique entreprendrait-on en l'absence de cette aide et à combien de projets l'aide gouvernementale donne-t-elle naissance?

Les études de Switzer (1986) et de Bernstein (1986) indiquent que pour chaque dollar sacrifié par l'État, les dépenses de recherche et de développement augmentent de 0,29 à 0,80 \$.

Leçons de politique

Nous n'en savons pas assez pour tirer des leçons des programmes de dégrèvements fiscaux relatifs aux dépenses de recherche et de développement. Toutefois, les études précitées dégagent une question qui pourrait faire l'objet d'un test

empirique : quelle est l'ampleur des retombées positives des dégrèvements sur la recherche et le développement? Pour que ces dépenses ne coûtent rien aux contribuables, les externalités devraient se situer entre 0,20 et 0,71 \$ par dollar investi dans la recherche et le développement.

Investissement direct dans la recherche (non évalué)

Maints pays appuient la recherche et le développement par des dépenses directes. On en trouvera certains exemples dans les cas étudiés précédemment (à savoir le Concorde, l'énergie nucléaire et le SST). L'analyse effectuée par Switzer en 1986 indique qu'un dollar investi par le gouvernement québécois dans la recherche et le développement engendre de 0,70 à 2,31 \$ de retombées indirectes au même niveau. Encore une fois, le problème que pose l'analyse de telles dépenses est celui de l'additionnalité. Le Canada compte plusieurs programmes qui soutiennent directement la recherche et il est important d'en évaluer l'utilité d'après les leçons expliquées plus haut. Une analyse plus approfondie que la nôtre permettrait une telle évaluation. Nous espérons bientôt pouvoir étendre nos recherches pour couvrir ce cas et d'autres qui s'en rapprochent.

NOTES

- 1 Pour la mener à bien, cette tâche exigerait une année de recherche et la rédaction d'un traité. Puisque nous n'avons ni le temps, ni l'argent nécessaire pour entreprendre un tel projet, le présent article ne constitue qu'un début qui pourrait servir de modèle à des travaux ultérieurs.
- 2 Le seul critère de sélection était d'obtenir des données fiables sur chaque cas dans le court laps de temps à notre disposition. Cela dit, il est remarquable de voir combien de généralités le petit nombre de politiques examinées a permis de dégager et d'illustrer.
- 3 Bien sûr, l'accumulation de capital (croissance solovienne) et l'expansion des marchés (croissance smithienne) – ces termes sont de Mokyr (1990) – affectent aussi la croissance de l'économie. Comme le soutiennent les historiens spécialisés dans ce domaine, le changement technologique est le principal facteur à l'origine de la croissance économique à long terme.
- 4 Notons qu'on ne peut déterminer à l'avance les résultats qu'entraînera la recherche, de telle sorte que ceux-ci ne sont pas spécifiés pour les technologies de produits. Néanmoins, tout un éventail de techniques de recherche joue un rôle important dans les technologies de procédés.
- 5 Cette liste recoupe en partie celle de Lipsey et Bekar (1995). Chaque liste est établie en fonction de sa pertinence à l'égard du problème étudié – dans le cas présent, l'évaluation des politiques qui agissent sur le changement technologique. Chaque liste comprend un sous-ensemble de la série de généralisations empiriques.

- 6 La remarque est vraie au moins pour la période et la zone étudiées par Rosenberg et Birdzall (1986). À d'autres époques et endroits, les périodes de fièvre technologique sont entrecoupées par de longues périodes de stagnation.
- 7 Les points formulés ici ne sont pas sans controverse. Notre principal souci consiste à dégager les faits des études détaillées sur le changement technologique et à éviter de forger une théorie sur des situations dans lesquelles intervient l'incertitude, dans un néant empirique.
- 8 Cette partie s'inspire fortement de Hall (1980) et de Feldman (1985).
- 9 Les informations qui ont servi à rédiger cette partie viennent principalement de Lambright, Crow et Shangraw (1988), de Chathan et Huddle (1971) et du Subcommittee on Priorities and Economy in Government du Joint Economic Committee américain (1973).
- 10 Les renseignements essentiels à cette partie proviennent de Mansfield (1966) et de Todd et Simpson (1986).
- 11 Cette description s'inspire surtout de Hayward (1986), de Peterson (1993), de Dertouzos, Lester et Solow (1989) et de McIntyre (1992).
- 12 On peut s'interroger sur la relation qui existe entre Boeing et ses fournisseurs. La comparaison avec l'Europe pour ce qui est de l'industrie aéronautique n'est sans doute pas aussi défavorable pour les États-Unis que la comparaison de ce pays avec le Japon dans le secteur de l'automobile. [Lire Womack et al. (1990).]
- 13 Nous qualifions cette politique de succès de type 2, car on s'est montré assez souple pour faire marche arrière quand les preuves de l'échec sont apparues. D'un autre côté, on pourrait soutenir qu'il existait suffisamment de preuves pour condamner la décision initiale d'engager les États-Unis dans ce projet, le président Kennedy l'ayant largement fait pour une question de prestige national. À cet égard, le SST est à la fois une réussite de type 2 et un échec de type 1, puisque sans cela, on n'aurait sans doute jamais tenté le projet au départ.
- 14 Le matériel qui a servi à rédiger cette partie vient surtout d'Okimoto (1989), Okimoto, Sugano et Weinstein (1984), Langlois et al. (1985) et Angel (1994).
- 15 Cette relation est principalement extraite de Zysman (1977, 1983) et Nelson (1984, 1993).
- 16 La documentation utilisée pour rédiger cette partie vient surtout de Kelly (1987) et Campbell-Kelly (1989).
- 17 On peut expliquer la persistance de ces politiques par la théorie du choix public plutôt que la répétition des erreurs. Le prestige acquis lors des premières étapes de la politique, même si cette dernière laisse toujours entrevoir de grandes réalisations, doit avoir plus de valeur que le prestige perdu si le projet échoue lors d'un mandat subséquent du gouvernement.
- 18 L'étude de Dertouzos, Lester et Solow (1989) demeure la meilleure sur la réaction technologique endogène du Japon aux conditions créées par le MCII dans l'industrie de l'automobile après la guerre.
- 19 Cette partie s'inspire d'Otagiri et Goto (1993), de Woronoff (1992) et de Womack et al. (1990).

- 20 La documentation relative à cette partie vient surtout de Burn (1978) et Cowan (1990).
- 21 Les données qui ont servi à rédiger cette partie sont essentiellement tirées de Palda (1993) et Berg (1993).
- 22 Cette partie s'inspire surtout de Grindley (1994).
- 23 Pareille généralisation peut paraître contradictoire étant donné le succès phénoménal des créateurs de logiciel canadiens, malgré l'absence d'une industrie locale de matériel informatique. La principale distinction qui explique l'échec du programme britannique et la réussite de l'industrie canadienne semble que les Canadiens visent les créneaux pour lesquels une étroite association avec les fabricants de matériel est inutile, alors que le programme Alvey s'efforçait d'apporter des innovations fondamentales aux systèmes d'exploitation des logiciels, chose impossible à réaliser sans une étroite collaboration avec les fabricants d'ordinateurs.
- 24 Grindley (1994) signale que selon certains observateurs, le programme a eu des retombées immatérielles en changeant l'attitude des institutions à l'égard de la collaboration. Quoiqu'il s'agisse d'un effet secondaire intéressant, on aurait pu parvenir au même résultat à un coût nettement moindre en agissant directement sur la structure facilitante.
- 25 L'information utilisée pour rédiger cette partie est extraite de Mowery et Rosenberg (1982, 1989).
- 26 Les données qui ont servi à préparer cette partie et la suivante viennent surtout de Woronoff (1992).
- 27 Cette partie s'inspire essentiellement de Westphal (1990), de Datta-Chaudhuri (1990) et de l'article «Survey of South Korea» publié dans le numéro du 3-9 juin 1995 de *The Economist*.
- 28 La documentation nécessaire à la réaction de cette partie vient en grande partie de Langlois et Mowery (1994).
- 29 Apparemment, les entreprises qui concevaient des logiciels pour l'armée auparavant jouissent désormais d'un avantage comparatif quant au respect des normes applicables aux logiciels. Les théoriciens en informatique de l'URSS disposent du même avantage en raison de l'absence d'ordinateurs dans leur pays, qui les a obligés à formuler une théorie sur laquelle reposent actuellement les nouveaux logiciels de grande qualité. La Russie, l'Inde et le Pakistan connaissent tous un boom dans l'industrie logicielle à cause de la hausse de la demande pour des méthodes «formelles» et de l'existence d'un excédent de main-d'oeuvre compétente (Gibbs, 1994).
- 30 Cette analyse s'inspire principalement de Angel (1994), Grindley, Mowery et Silverman (1994).
- 31 Les données qui ont servi à rédiger cette partie proviennent en grande partie de Tilton (1971), Angel (1994) et Grindley, Mowery et Silverman (1994).
- 32 Cette description repose principalement sur Mowery et Rosenberg (1989).
- 33 Cette partie s'inspire surtout de Opole (1988).

- 34 La documentation utilisée pour rédiger cette partie vient surtout de Kurien (1988).
- 35 Cette partie vient essentiellement de Hislop (1988).
- 36 Les renseignements sur ce cas sont tirés de Borins (1986).
- 37 Cette partie s'inspire de Wade (1989) et de Rosenberg, Landau et Mowery (1992).
- 38 Les données de cette partie viennent principalement de Kang (1989) et de Pack et Westphal (1986).
- 39 La documentation nécessaire à la rédaction de cette partie vient surtout de Peterson (1993). Nous manquons d'information pour saisir pleinement cette politique et en évaluer l'utilité. Nous ne la mentionnons qu'en raison de son importance manifeste. Il conviendrait d'en approfondir l'analyse.
- 40 (Peterson, 1993, p. 10). L'analyse aurait dû aller un pas plus loin pour déterminer la valeur commerciale des projets « additionnels », bien que l'auteur illustre l'importance d'une telle évaluation en signalant que la majorité des projets britanniques paraissent vraiment « additionnels », mais posent plus de soucis qu'ils n'en valent la peine aux entreprises qui les entreprennent (p. 157).
- 41 Les renseignements de cette partie viennent du Conseil national de recherches (1990) et de Palda (1993).
- 42 Cette partie s'inspire principalement de Meher-Krahmer (1990). Cette politique caractérise bien la succession des programmes allemands qui poursuivent des objectifs analogues.
- 43 En suggérant que le PARI pourrait donner de bons résultats, les partisans de la théorie néo-classique déclarent souvent que ce programme se borne à fournir des fonds à des gens qui auraient entrepris le projet de toute manière. Selon ce point de vue, les créateurs doivent avoir librement accès aux connaissances. L'importance des recherches sur l'innovation montre que tel n'est pas le cas. Un petit producteur de Saint-John's ou de Kelowna ne pourra déterminer quelle est la meilleure pratique utilisée ailleurs. Les inspecteurs du PARI peuvent signaler à l'entreprise ce qui se passe à l'étranger et l'aider à adapter la technologie à son propre usage.
- 44 Les renseignements de cette partie proviennent principalement du ministère des Finances et de Revenu Canada (1994), du ministère des Finances (1994) et du Service de recherche de la Bibliothèque du Parlement (1994).

REMERCIEMENTS

Nous sommes redevables à Industrie Canada, à l'Institut canadien des recherches avancées et au CRSH de leur aide financière. Nous tenons également à remercier Cliff Bekar, Peter Howitt, David Mowery, Gilles Paquet, Nate Rosenberg, Rick Harris, Ed Safarian et Russel Wills de leurs observations et suggestions.

BIBLIOGRAPHIE

- Alchian, A., «Uncertainty, Evolution and Economics Theory», *Journal of Political Economy*, volume 58, 1950, p. 211-221.
- Angel, D.P., *Restructuring For Innovation: The Remaking of the United States Semiconductor Industry*, New York, The Guilford Press, 1994.
- Arrow, Kenneth, «Economic Welfare and the Allocation of Resources for Invention», *The Rate and Direction of Economic Activity: Economic and Social Factors*, Princeton, NBER, 1962.
- Berg, P., *Production d'énergie nucléaire : les coûts financiers*, Ottawa, Bibliothèque du Parlement, Service de recherche, 1993.
- Bernstein, J.I., «The Effect of Direct and Indirect Tax Incentives on Canadian Industrial R&D Expenditures», *Analyse des politiques*, volume 12, 1986, p. 438-448.
- Bibliothèque du Parlement, Service de recherche, «Recherches scientifiques et développement expérimental : politique fiscale», Canada : ministère des Approvisionnements et Services, 1994.
- Booth, R.A., et al. et Resource Management Consultants, *Cost Analysis of Supersonic Transport in Airline Operation*, Springfield VA, Clearinghouse for Federal Scientific and Technical Information, 1967.
- Borins, S., *Investments in Failure: Five Government Enterprises that Cost the Taxpayer Billions*, Toronto, Methuen, 1986.
- Burn, D., *Nuclear Power and the Energy Crisis*, Londres, MacMillan, 1978.
- Campbell-Kelly, M., *ICL, A Business and Technical History*, Oxford, Clarendon Press, 1989.
- Carr, M. (éd.), *Sustainable Industrial Development: Seven Case Studies*, New York, Intermediate Technology Development Group of North America, 1988.
- Chathan, G.N. et F.P. Huddle, *The Supersonic Transport*, Washington DC, Library of Congress, Congressional Research Service; National Technical Information Service, 1971.
- Conseil national de recherches du Canada, *Étude d'évaluation du PARI; rapport final*, Ottawa, 1990.
- Cowan, R. «Nuclear Power Reactors: A Study in Technological Lock-in», *The Journal of Economic History*, volume L, 1990, p. 541-569.
- Crandall, R.W., «The Effects of U.S. Trade Protection for Autos and Steel», *Brookings Papers on Economic Activity*, volume 2, Washington DC, Brookings Institution, 1987, p. 271-288.
- Dasgupta, P. et P. Stoneman (éditeurs), *Economic Policies and Technological Performance*, Cambridge, Cambridge University Press, 1987.
- Datta-Chaudhuri, M., «Market Failure et Government Failure», *Journal of Economic Perspectives*, 1990, p. 25-39.
- David, P., «Computer and Dynamo: The Modern Productivity Paradox in a Not-too-Distant Mirror», *Technology and Productivity: The Challenge for Economic Policy*, Paris, OECD, 1992.
- Dertouzos M.L., R.K. Lester et R.M. Solow, *Made in America: Regaining the Productivity Edge*, Cambridge MA, MIT Press, 1989.

- Ergas, H., «Does Technology Policy Matter?», dans *Technology and Global Industry: Companies and Nations in the World Economy*, édité par B.R. Guil et H. Brook, Washington DC, National Academy Press, 1987.
- Feldman, E.J., *Concorde and Dissent: Explaining High Technology Project Failure in Britain and France*, Cambridge, Cambridge University Press, 1985.
- Forester, T., *The Materials Revolution*, Cambridge MA, MIT Press, 1988.
- Gerstenfeld, A. et R. Brainard (sous la direction de), *Technological Innovation; Government/Industry Cooperation*, New York, John Wiley and Sons, 1979.
- Gibbs, W.W., «Software's Chronic Crisis», *Scientific American*, septembre 1994, p. 86-95.
- Grindly, P., «The Future of the UK Software Industry», dans *The International Computer Software Industry: A Comparative Study of Industry Evolution and Structure*, édité par D. Mowery, Oxford, Oxford University Press, 1994.
- Grindly, P., D. Mowery et B. Silverman, «The Design of High-Technology Consortia: Lessons From SEMATEC», *Journal of Policy Analysis and Management*, 1994.
- Hall, P., *Great Planning Disasters*, Berkley and Los Angeles, University of California Press, 1980.
- Hayward, K., *International Collaboration in Civil Aerospace*, Londres, Pinter, 1986.
- Heiduk, G. et K. Yamamura (éditeurs), *Technological Competition and Interdependence: The Search for Policy in the United States, West Germany, and Japan*, Seattle, University of Washington Press, 1990.
- Hislop, D., «The Micro-Hydro Program in Nepal», dans *Sustainable Industrial Development: Seven Case Studies*, édité par M. Carr, New York, Intermediate Technology Development Group of North America, 1988.
- Howell, T.R., W.A. Noellert, J.H. Maclaughlin et A.H. Wolf, *The Microelectronics Race: The Impact of Government Policy on International Competition*, Boulder, Westview Press, 1988.
- Kang, T.W., *Is Korea the Next Japan?: Understanding the Structure, Strategy, and Tactics of America's Next Competitor*, New York, The Free Press, 1989.
- Kelly, T., *The British Computer Industry: Crisis and Development*, Londres, Croom Helm, 1987.
- Knight, F., *Risk, Uncertainty and Profit*, New York, Augustus M. Kelly, 1964.
- Kurién, J., «The Introduction of Plywood Boats in South India», dans *Sustainable Industrial Development: Seven Case Studies*, édité par M. Carr, New York, Intermediate Technology Development Group of North America, 1988.
- Lambright, H.W., M. Crow et R. Shangraw, «National Projects in Civilian Technology», dans *Government Innovation Policy; Design Implementation, Evolution*, édité par D.J. Roessner, Londres, MacMillan Press, 1986.
- Langlois, R.N., T.A. Puzel, C.S. Halisck, R.R. Nelson et W.G. Egelhoff, *Microelectronics: An Industry in Transition*, Boston, Unwin Hyman, 1985.
- Langlois, R. et D.C. Mowery, «The Federal Government's Role in the U.S. Software Industry's Development», dans *The International Computer Software Industry: A Comparative Study of Industry Evolution and Structure*, édité par D.C. Mowery, Oxford, Oxford University Press, 1994.
- Lipsey, R.G. et C. Bekar, «A Structuralist View of Technical Change and Economic Growth», dans le compte rendu de la conférence de Bell, Kingston, John Deutsch Institute, 1995.

- Mansfield, H., *Vision: The Story of Boeing, A Saga of the Sky and the New Horizons of Space*, New York, Duell Sloan and Pearce, 1966.
- McIntyre, I., *Dogfight: The Transatlantic Battle over Airbus*, Westport, Praeger, 1992.
- Meher-Krammer, F., «The Determinants of Investment in R&D and the Role of Public Policies», dans *Technology and Investment*, édité par E. Deiacco, E. Hornell et G. Vickery, Londres, Pinter, 1990.
- Ministère des finances Canada, «Gouvernement du Canada : dépenses fiscales», 1994.
- Ministère des Finances et Revenu Canada, «Encouragements fiscaux à la recherche et au développement; Rapport de 1994 du vérificateur général du Canada à la Chambre des communes», volume 16, 1994.
- Mokyr, J., *The Lever of Riches*, New York, Oxford University Press, 1990.
- Mowery, D.C. et N. Rosenberg (éditeurs), *Technology and the Pursuit of Economic Growth*, Cambridge, Cambridge University Press, 1989.
- Nelson, R.R. (éd.), *Government and Technical Progress: A Cross-Industry Analysis*, New York, Pergamon Press, 1982.
- Nelson, R.R., *High-Technology Policies: A Five Nation Comparison*, Washington et Londres, American Institute for Public Policy Research, 1984.
- Nelson, R.R. (éd.), *National Innovation Systems: A Comparative Analysis*, Oxford, Oxford University Press, 1993.
- Nelson, R.R. et S. Winter, *An Evolutionary Theory of Economic Change*, Cambridge, Harvard University Press, 1982.
- Okimoto, D.I., *Between MITI and the Market: Japanese Industrial Policy for High Technology*, Stanford, Stanford University Press, 1989.
- Okimoto, D.I., T. Sugano et F.B. Weinstein (éditeurs), *Competitive Edge: The Semiconductor Industry in the U.S. and Japan*, Stanford, Stanford University Press, 1984.
- Opole, M., «The Introduction of the Kenya Jiko Stove», dans *Sustainable Industrial Development: Seven Case Studies*, édité par M. Carr. New York, Intermediate Technology Development Group of North America, 1988.
- Otagiri, H. et A. Goto, «The Japanese System of Innovation», dans *National Innovation Systems: A Comparative Analysis*, édité par Nelson, Oxford, Oxford University Press, 1993.
- Pack, H. et L.E. Westphal, «Industrial Strategy and Technological Change: Theory versus Reality», *Journal of Development Economics*, volume 22, 1986, p. 87-128.
- Palda, K., *Innovation Policy and Canada's Competitiveness*, Vancouver, The Fraser Institute, 1993.
- Patrick, H., *Japan's High Technology Industries: Lessons and Limitations of Industrial Policy*, Seattle, University of Washington Press, 1986.
- Peterson, J., *High Technology and the Competition State: An Analysis of the EUREKA Initiative*, Londres, Routledge, 1993.
- Reich, R. et C. Donahue, *New Deals: The Chrysler Revival and The American System*, New York, Time Books, 1985.
- Rosenberg, N., *Perspectives on Technology*, New York, Cambridge University Press, 1976.
- Rosenberg, N. et L.E. Birdzall, *How the West Grew Rich*, New York, Basic Books, 1986.
- Rosenberg, N., R. Landau et D.C. Mowery (éditeurs), *Technology and The Wealth of Nations*, Stanford, Stanford University Press, 1992.

- Shackle, G.L.S., *Uncertainty in Economics and Other Reflections*, New York, Cambridge University Press, 1955.
- Sharpe, M. (éd.), *Europe and the New Technologies: Six Case Studies in Innovation and Adjustment*, Londres, Pinter Publishers, 1983.
- Stoneman, P., *The Economic Analysis of Technology Policy*, Oxford, Clarendon Press, 1987.
- «Survey of South Korea», *The Economist*, 3-9 juin, 1995.
- Sweeny, G. (éd.), *Innovation Policies: An International Perspective*, Londres, Pinter Publishers, 1985.
- Switzer, L., «Étude des répercussions des mesures fiscales et des dépenses publiques sur les investissements du secteur privé en recherche et développement», Québec : Gouvernement du Québec, MESS, 1986.
- Tilton, J.E., *International Diffusion of Technology: The Case of Semiconductors*, Washington DC, The Brookings Institution, 1971.
- Todd, D. et J. Simpson, *The World Aircraft Industry*, Massachusetts, Auburn House Publishing Company, 1986.
- United States Joint Economic Committee, Subcommittee on Priorities and Economy in Government, *The Supersonic Transport: Hearing Before the Subcommittee on Priorities and Economy in Government of the Joint Economic Committee, Congress of the United States, Ninety Second Congress, Second Session*, Washington DC, United States Government Print Office, 1973.
- Vestal, J.E., *Planning for Change: Industrial Policy and Japanese Economic Development 1945-90*, Oxford, Clarendon Press, 1993.
- von Hippel, E., *The Sources of Innovation*, New York, Oxford University Press, 1988.
- Wade, R., *Governing the Market: Economic Theory and the Role of Government in East Asian Industrialization*, Princeton, Princeton University Press, 1990.
- Warda, J., «International Competitiveness of Canadian Tax Incentives: An Update», Ottawa, Le Conference Board of Canada, 1990.
- Westphal, L.E., «Industrial Policy in an Export-Propelled Economy: Lessons from South Korea's Experience», *Journal of Economic Perspectives*, volume 4, n° 3, 1990, pp 41-60.
- Womack, J.P., D.J. Jones and D. Roos, *The Machine that Changed the World*, New York, Rawson Associates, 1990.
- Woronoff, J., *Japanese Targeting: Successes, Failures, Lessons*, Londres, MacMillan Press, 1992.
- Zysman, J., *Political Strategies for Industrial Order*, Los Angeles, University of California Press, 1977.
- Zysman, J., *Governments, Markets and Growth: Financial Systems and the Politics of Industrial Change*, Ithica NY, Cornell University Press, 1983.

Commentaires

Gilles Paquet
PRIME, Faculté d'administration
Université d'Ottawa

RICHARD LIPSEY ET KEN CARLAW ONT RÉDIGÉ un article dans lequel ils explorent un problème particulièrement épineux. Les politiques implantées dans les pays dont l'économie s'articule sur le savoir posent des difficultés considérables aux économistes et on ne s'entend pas sur le cadre idéal pour lancer une analyse efficace de la question. Que le travail exploratoire applique des principes fondamentaux à une masse de données d'enquête ou recoure à un échantillon d'études de cas, l'objectif demeure le même : découvrir comment on pourrait schématiser le processus d'innovation afin de mieux intervenir pour le catalyser. Les explorations ne sont pas toujours couronnées de succès, mais la plupart viennent grossir notre bagage de connaissances. Si les résultats paraissent maigres à l'occasion, Industrie Canada devrait se consoler en se rappelant que Thomas d'Aquin avait pour habitude de soutenir que la plus infime des connaissances acquises sur les choses les plus nobles a plus de valeur que les connaissances les plus certaines acquises sur les choses les plus viles (*Summa Theologiae*, I, 1, 5 ad 1).

Pour Lipsey et Carlaw, il s'agit manifestement de la première étape d'un projet qui sera poussé plus loin. Par conséquent, il faut veiller à ce que les leçons les plus intéressantes tirées de ces travaux préliminaires ne soient pas perdues. Des suggestions sur la façon dont les auteurs pourraient procéder par la suite auront également leur utilité.

L'APPROCHE DU STRUCTURALISTE, TECHNOLOGIE ET INNOVATION

LIPSEY ET CARLAW EMPLOIENT LE TERME «STRUCTURALISTE» pour définir une approche générale à la croissance économique qui résulte d'un changement technologique (à savoir les technologies et ce qui les relie). Puisque la technologie est tributaire du temps et des institutions, la croissance économique est perçue comme un processus historique dépendant d'un cheminement souvent irréversible. Les auteurs ont choisi une analyse par induction qui va de la base au sommet, et leur article consiste essentiellement en un rapport ethnographique qu'enrichissent plusieurs généralisations empiriques soigneusement rédigées, à partir des cas étudiés. Quelques «théorisations estimatives» (au sens que Richard Nelson donne à cette expression) expliquent les données stylisées rencontrées au fil de l'analyse.

Dans l'univers du structuraliste, la technologie opère dans un ensemble de structures facilitantes qui en engendrent la performance. Lipsey et Carlaw définissent la technologie d'une manière très restrictive : elle ne s'applique qu'aux

produits et aux procédés. Parallèlement, leur définition de structure facilitante englobe tout : ces structures comprennent un vaste assortiment d'organisations et d'institutions publiques appropriées. En définissant la performance, les auteurs font à nouveau preuve d'une grande rigueur : ils laissent relativement peu de place à d'autres paramètres que le profit, la croissance et l'emploi.

Les auteurs ne présentent pas d'emblée leur stylisation personnelle du processus d'innovation. Le lecteur doit les en remercier. Compte tenu de nos connaissances sur le processus d'innovation, une nouvelle stylisation reviendrait à ajouter l'opinion d'un septième aveugle dans la vieille histoire indienne des six aveugles qui rencontrent un éléphant. Lipsey et Carlaw se bornent à souligner que le processus d'innovation est complexe, qu'il peut être continu ou discontinu, et qu'il peut entraîner des améliorations mineures ou des changements radicaux, débouchant sur de profondes modifications structurales. Lipsey et Carlaw retiennent le point de vue, présentement à la mode, que le processus d'innovation dépend du cheminement suivi et qu'il s'agit d'un processus évolutif coûteux, qui multiplie les étapes, qui est affecté par l'incertitude et qui est nourri par la concurrence.

La complexité du processus a d'importantes conséquences, la principale étant que l'entreprise peut être considérablement exposée à l'incertitude quand elle se lance dans cet exercice en vue de réaliser un profit. C'est pourquoi les entreprises n'apprennent qu'au prix de grandes difficultés et n'atteignent jamais les conditions optimales.

Les auteurs proposent une méthode d'analyse du problème, méthode qui dérive d'une observation minutieuse du micro-terrain, d'une terminologie facilitant la définition du problème, d'une description générale des relations plausibles et d'une invitation à étudier le problème sous un angle préthéorique.

POLITIQUES QUI FAVORISENT L'INNOVATION

AVANT D'ANALYSER DES CAS PARTICULIERS, Lipsey et Carlaw fixent deux critères qui déterminent la réussite de l'innovation : la rentabilité commerciale et des attentes raisonnables. Le premier critère se passe d'explication; le second qualifie la réussite de l'exercice lorsque les décisions paraissent «raisonnables», compte tenu de l'information disponible au moment où elles sont prises. Les auteurs ont trouvé là une façon astucieuse de s'affranchir de la structure qu'imposeraient les critères trop rigides de réussite commerciale. Sans doute aurait-il fallu styliser un peu plus le second critère pour qu'il ne se restreigne pas au processus décisionnel, mais tienne compte du contexte plus général et des externalités propres à l'innovation. Peut-être les auteurs le feront-ils lors du deuxième volet de leurs recherches.

Lipsey et Carlaw ont aussi catégorisé la nature de l'aide obtenue et la nature des groupes auxquels les politiques d'innovation viennent en aide. Leur catégorisation est la suivante :

NATURE DE L'AIDE	GROUPE VISÉ
Générale	Entreprises individuelles
Technique spécifique	Entreprises sélectionnées
Activité spécifique	Entreprises d'un secteur
Infrastructure	Sous-ensemble d'entreprises
Macroclimat	Groupe d'industries

Ces deux séries servent à construire une grille bidimensionnelle de 25 cellules où chaque cellule représente une paire. Lipsey et Carlaw n'examinent pas toutes les cellules mais une trentaine seulement, et bon nombre de façon très superficielle. Beaucoup de cas concernent une technologie ou une activité spécifiques et se rapportent souvent à des groupes d'entreprises différents.

Après avoir analysé ces cas et donné des explications sommaires, Lipsey et Carlaw portent un diagnostic réussite/fiasco et s'efforcent d'en tirer des leçons de politique. Approximativement les deux tiers des cas se rangent parmi les succès, l'autre tiers correspondant à des échecs.

Parler de réussite ou d'échec est particulièrement radical. Bien qu'ils fassent toutes sortes de nuances (à savoir, réussite apparente, pratiquement une réussite, réussite suivie d'un échec), les auteurs devront manifestement peaufiner leurs critères en fonction de l'expérience acquise lors des travaux préliminaires à l'étape suivante de leurs recherches.

UN AVERTISSEMENT

AVANT DE PASSER AUX LEÇONS DE POLITIQUE, un avertissement s'impose. Bien que la présente remarque ne s'applique qu'indirectement à l'article de Lipsey et Carlaw, un problème majeur semble affliger les études qui s'efforcent de tirer un enseignement quelconque de nos connaissances sur le processus d'innovation. Je parle de la causalité.

Dans le genre de travaux exploratoires sur les politiques d'innovation en vogue ces derniers temps, on recourt d'abord à diverses techniques pour trier l'information et établir des catégories ou des prototypes qui serviront à réduire le degré de complexité du problème. Ceux qui ont traité des données empiriques pures ont eux-mêmes été contraints à le faire (qu'on songe, par exemple, aux industries qui font un grand ou un faible usage des connaissances de Lee et Haas ou aux prototypes fondamentaux de Baldwin and Johnson). À l'étape suivante, cependant, on est fort tenté de donner une causalité quelconque au principe de classification qui vient d'être imaginé. Cette façon d'agir ne va pas sans ressembler aux études sur le taux de chômage par région, qui finissent toujours par attribuer la

fluctuation du chômage au facteur régional. Si ma mémoire est bonne, il s'agit de la vieille erreur de logique que mes professeurs appelaient *ignoratio elenchi*.

Il est peu probable que les économistes qui ont assisté au colloque s'approchent tant soit peu d'un tel piège. De fait, lorsque les participants ont soulevé le problème, les intéressés ont vite apaisé les critiques en déclarant n'avoir jamais confondu corrélation et causalisme dans leur esprit. Le danger persiste néanmoins que ce qui paraît clair à l'analyste ne l'est plus autant quand les conclusions soigneusement pesées de l'auteur se transforment en un condensé ressemblant étrangement à ces fameuses notes de service de deux pages qu'on prétend être à la source de si nombreuses décisions en matière de politique publique. Il convient donc de se montrer extrêmement prudent.

LEÇONS DE POLITIQUE

LIPSEY ET CARLAW PARLENT DES OBJECTIFS DES POLITIQUES et des moyens d'action d'une manière très générale (conforme aux catégories qu'ils ont établies). Par ailleurs, ils admettent franchement que chaque cas souffre d'une grande idiosyncrasie. Les leçons de politique tirées de la documentation et analysées à cette étape du projet sont donc préliminaires dans le meilleur des cas. Les auteurs s'attendent à ce qu'une analyse plus poussée des cas, par eux ou par d'autres, finisse par déboucher sur des conclusions plus solides, susceptibles de fournir des réponses aux grandes questions que les économistes du courant évolutionniste se posent sur le processus d'innovation.

- Quelle est l'unité pertinente d'analyse ou de sélection (à savoir entreprise, technologie, secteur de développement, réseau)?
- Quels sont les critères et les mécanismes de sélection appropriés (p. ex., profit, dynamisme de l'organisation)?
- Quelle sorte d'interaction entre les agents économiques favorise la sélection la plus efficace (à savoir concurrence, mélange de concurrence et de coopération)?
- Quel processus d'adaptation et d'apprentissage encouragera le mieux l'esprit d'innovation?

Lipsey et Carlaw ont procédé avec une extrême prudence. Ils ont reconnu que les études de cas sont toujours incomplètes et prolixes, par nécessité. Ils ont aussi admis que la notion de réussite ou d'échec est un peu difficile à saisir. Les auteurs n'ont dégagé aucune tendance claire sur laquelle ils pourraient bâtir de solides leçons de politique. Leur prudence ou leur crainte naturelle à l'égard d'un usage abusif éventuel des conjectures audacieuses par les universitaires et les bureaucrates pourrait cependant les avoir conduits à se montrer trop conservateurs dans l'usage

de la documentation. Un analyste dispose quand même d'une certaine liberté. Je me permettrais donc de suggérer que cette analyse préliminaire d'un petit nombre de cas nous aide déjà à cerner quelques tendances.

Par exemple, la politique a échoué dans quatre cas sur cinq lorsqu'elle visait une technologie précise. Il en a été de même dans trois autres cas sur les cinq s'adressant à une technologie spécifique et à une seule entreprise. On pourrait en conclure qu'une entreprise et une technologie déterminées pourraient ne pas constituer l'objectif naturel d'une politique d'innovation efficace.

En revanche, lorsque la politique vise une activité spécifique à laquelle concourent plusieurs entreprises ou toutes les entreprises d'un secteur, le taux de réussite est étonnamment élevé. Il pourrait s'ensuivre qu'une analyse de niveau moyen et des politiques destinées à un réseau d'entreprises s'avèrent plus prometteuses sur le plan de l'innovation que les tentatives s'adressant à une seule entreprise ou à un régime national d'innovation.

De fait, cette étude méthodique des cas a notamment pour mérite de suggérer d'emblée des réponses plausibles et utilisables aux quatre questions fondamentales qui précèdent, du moins au chercheur aventureux. Le réseau est peut-être bien l'unité d'analyse pertinente. La capacité d'adaptation est peut-être un meilleur critère de réussite que le profit; un mélange de coopération et de concurrence convient peut-être plus que la libre concurrence; et peut-être apprend-on davantage dans le contexte d'un réseau.

Les preuves tirées de l'analyse au niveau des entreprises (dans la direction suggérée par John Baldwin) donnent à croire que ce sont les «séries» d'interventions coordonnées qui donnent de bons résultats, plutôt que les politiques misant sur un seul instrument. Ces constatations cadrent bien avec certaines observations de Lipsey et Carlaw : une «série» de mesures d'encouragement présente plus de chances d'être efficace si les autres instruments de politique font en sorte que la structure facilitante aide le groupe visé à travailler de façon cohérente et à s'organiser pour réduire les coûts de la coopération.

Enfin, les conclusions de l'article peuvent amener le lecteur à croire que les réseaux et les groupes présentent de meilleures possibilités d'innovation et d'apprentissage que des centres distincts ou un domaine technologique particulièrement étroit. Cette conclusion confirme en grande partie ma propre «théorisation estimative» et les résultats de mes recherches sommaires sur les blocs économiques et les régimes d'innovation locaux en Amérique du Nord et en Europe.



Zoltan Acs
Département d'économique
et finance
Université de Baltimore

et John de la Mothe
Faculté de gestion
Université d'Ottawa

et Gilles Paquet
PRIME
Faculté d'administration
Université d'Ottawa

9

Systemes locaux d'innovation vers une stratégie d'habilitation

INTRODUCTION

LE CHAPITRE D'INTRODUCTION DE *National Innovation Systems*, de Nelson (1993), émet une hypothèse centrale concernant «un nouvel esprit que l'on pourrait qualifier de "techno-nationaliste"... combinant une profonde conviction que les capacités technologiques des entreprises d'une nation sont le ressort de leur compétitivité avec la croyance que ces capacités sont en quelque sorte nationales et qu'elles peuvent être créées par une action nationale» (Nelson, 1993, p. 3). Tout en prenant soin d'expliquer que l'un des principaux buts de leur étude de 15 pays était de déterminer «si et, le cas échéant, en quoi le concept d'un système «national» est valide de nos jours», Richard Nelson et Nathan Rosengerg ajoutent également que les gouvernements nationaux se comportent *de facto* comme si tel était le cas (Nelson, 1993, p. 5).

Notre propos est de remettre en question cette hypothèse et de promouvoir, preuves à l'appui, les systèmes d'innovation «locaux» en tant qu'hypothèse de rechange, de nature à inspirer des politiques gouvernementales plus efficaces.

Dans la première partie, nous traitons du processus de *mondialisation* des activités économiques et de ses répercussions sur les systèmes nationaux de production et de gouvernement. Pareille démarche entraîne une confrontation à la fois avec ce que John Naisbitt a qualifié de «paradoxe mondial» et ce que nous avons appelé la «révolution dispersive» (Naisbitt, 1994; de la Mothe et Paquet, 1994a). Dans la seconde partie, nous avançons que le *processus d'innovation* englobe rarement la scène nationale, mais semblerait correspondre davantage aux réalités de niveaux intermédiaire, régional et sectoriel, qui sont des sources authentiques de synergie et d'apprentissage social. Dans la troisième partie, nous examinons les principales caractéristiques des *dynamiques de réseau* et la façon dont celles-ci sont freinées par le phénomène de la *mentalité centraliste*, à savoir un attachement profond aux «façons de penser centralistes, présupposant que chaque processus doit avoir une cause unique, un facteur de contrôle ultime» (Resnick, 1994), et une tendance à miser sur des façons centralisées de résoudre les

problèmes, qui mènent inévitablement à une centralisation compulsive et à des approches erronées. Dans la quatrième partie, nous examinons un certain nombre de travaux sur l'innovation afin de fournir des *preuves* à l'appui de notre hypothèse touchant les systèmes d'innovation locaux. Dans la cinquième partie, nous esquissons les *nouvelles orientations politiques* qui découlent de notre raisonnement.

LES PARADOXES DE LA MONDIALISATION

LES VÉRITABLES ÉCONOMIES SONT DES PROCESSUS ÉTABLIS, c'est-à-dire des ensembles de règlements et de conventions qui confèrent au processus de création de richesses une unité et une stabilité relatives en harmonisant les contraintes géotechniques imposées par le milieu avec les valeurs et les plans des décideurs (Polanyi, 1968). Les économies modernes ont évolué considérablement au cours des cent dernières années. À la fin du 19^e siècle, le processus de création de richesses faisait office principalement d'«armistice social» entre les contraintes assez sévères imposées par la technologie, la géographie et la disponibilité des richesses naturelles d'une part et, d'autre part, les plans plus ou moins bien coordonnés des décideurs des secteurs privé et public. L'évolution des contraintes et des préférences a entraîné celle des économies nationales. Ces dernières ont évolué de façon souvent fort différentes, selon le degré de protection que leur assuraient les coûts de transport, les frais de transaction et les barrières tarifaires contre le reste du monde.

Dans un passé récent, le processus de création de richesses a changé radicalement. Il s'est progressivement dématérialisé, au fur et à mesure qu'il s'éloignait des ressources naturelles et de la production de biens matériels, pour devenir axé sur les connaissances et l'information. Les coûts de transport, les frais de transaction et les barrières tarifaires se sont effondrés. Par suite de la création d'importantes économies informationnelles et d'une souplesse organisationnelle croissante, les sociétés trans-nationales ont acquis la capacité d'organiser la production mondiale et d'échapper dans une large mesure aux contraintes que les États-nations voudraient leur imposer. C'est ainsi que l'activité économique, de moins en moins tributaire de la géographie, est devenue, dans bien des cas, véritablement «déterritorialisée».

La mondialisation ne saurait être définie comme un simple processus de libéralisation des échanges. Si l'on a pu effectivement constater une grande libéralisation, les entreprises et les nations sont également devenues plus exposées internationalement et de plus en plus dépendantes de facteurs intangibles tels que les techniques, les synergies et les interdépendances dans le secteur non commercialisé. Ce nouvel ordre techno-économique a entraîné d'importants changements des règles du jeu touchant la gestion, la stratégie et la politique.

En premier lieu, les termes «entreprise», «gouvernement» et «organisation du tiers secteur» désignent désormais des concepts plutôt flous. Bien souvent, il n'est plus possible de distinguer entre l'intérieur et l'extérieur de

l'entrecroisement complexe des réseaux et des alliances qui les sous-tendent. En second lieu, le tissu de connaissances et d'information de la nouvelle économie a entraîné la création d'un grand nombre d'institutions hors-marché, à mesure que l'on s'apercevait du piètre usage de l'information et des connaissances que fait le marché. Enfin, la notion économique traditionnelle et étroite de concurrence a fait place à une acception plus large et plus socio-politico-économique de compétitivité, comme critère d'évaluation du processus de création de richesses et comme guide d'élaboration de l'indispensable réseau de liens de coopération explicites et organiques entre tous les intéressés (Paquet, 1990).

Il en résulte que les organisations privées et publiques sont devenues plus «mobiles» et, de ce fait, plus adaptées à une diversité de lieux, de technologies et de structures organisationnelles (de la Mothe et Paquet, 1994b). Elles sont également devenues beaucoup plus tributaires des synergies, des interdépendances, des liens socio-culturels et des relations de confiance susceptibles de procurer des avantages relatifs. De fait, le défi de base de la nouvelle économie consistait à trouver des façons de créer un milieu dans lequel les travailleurs du savoir puissent acquérir le plus possible de connaissances, non seulement à partir de leur expérience, mais aussi les uns des autres, de leurs partenaires, clients, fournisseurs, etc. L'acquisition de connaissances présuppose des *conversations* entre les partenaires. Mais des *conversations* de travail qui créent de nouvelles connaissances ne peuvent intervenir que dans la confiance et la proximité. Ces deux facteurs sont devenus essentiels (Webber, 1993).

Deux transformations très importantes de nos économies politiques modernes lors des dernières décennies peuvent être attribuées, dans une large mesure, aux défis posés par la nouvelle socio-économie : l'éclatement et la balkanisation des économies nationales existantes et une décentralisation parallèle massive des systèmes de gouvernement des organisations tant privées que publiques.

ÉCLATEMENT ET BALKANISATION

PLUSIEURS RAISONS EXPLIQUENT la balkanisation qui accompagne la mondialisation.

Premièrement, la compétitivité mondiale a conduit les nations industrielles avancées à se spécialiser dans l'exportation de produits correspondant à leurs avantages technologiques ou absolus, et comme ces industries d'exportation à avantages absolus tendent à se trouver dans des régions subnationales, on a constaté l'émergence d'une mosaïque d'agglomérations géographiques subnationales et de «mondes de production» régionaux, caractérisés par des *systèmes d'apprentissage technologique fondés sur les produits* reposant, de façon importante, sur des conventions liées à la culture des agents économiques locaux (Storper, 1992, 1993).

Deuxièmement, la mondialisation a exercé de telles pressions sur les États-nations que les régions et les communautés subnationales ont profondément ressenti le besoin de racines et d'ancrages dans des liens ethniques, linguistiques et culturels locaux et régionaux. Ce *tribalisme* (pour employer l'expression de

Naisbitt) a été renforcé par le fait qu'il s'est souvent révélé la source d'une robuste culture d'entreprise et, par conséquent, d'un avantage concurrentiel dans le nouveau contexte (Stoffaës, 1987).

Troisièmement, la dysfonction de l'État-nation a suscité, au niveau régional, la création d'une authentique communauté d'intérêts économiques partagés, tandis que la dynamique de l'action collective entraînait la *montée de l'État-région* lorsque les gouvernements subnationaux ou des alliances souples entre les autorités locales sont devenus des partenaires actifs des investisseurs étrangers et des fondements de l'infrastructure requise pour faire adopter des politiques régionales de nature à faire de la région un participant actif à l'économie mondiale (Ohmae, 1993; Welcome, 1994).

Quatrièmement, l'apparition de l'État-région a fourni un appui à la formation d'îlots subnationaux de développement alimentant des complémentarités, des interdépendances et des externalités par le biais de l'infrastructure et l'établissement de réseaux de compétences économiques et commerciales, etc. et a dynamisé le processus de transformation au niveau méso-économique (Dahmen, 1988; de la Mothe et Paquet, 1994c). Cette action, à son tour, a renforcé les dynamiques internes séparées et la solidité des systèmes subnationaux.

COMPÉTITIVITÉ MONDIALE

LA COMPÉTITIVITÉ MONDIALE A ÉGALEMENT ENTRAÎNÉ une décentralisation massive des systèmes de gouvernement des organisations tant publiques que privées.

En premier lieu, la recherche de la rapidité d'adaptation, de la variété, de la souplesse et de l'innovation, suscitée par la compétitivité mondiale, a contraint les sociétés à s'adapter encore plus rapidement, ce qui les a menées à se «déconstruire» en réseaux d'unités quasi-autonomes, capables de répondre aux circonstances locales par des mesures de leur choix. Les gestionnaires cessèrent d'être des «dirigeants de personnes» pour devenir des «dirigeants de l'apprentissage» (Wriston, 1992). Cette transformation impliquait une transition des structures de gouvernement hiérarchiques à des structures de réseau qui favorisent les conversations innovatrices.

En second lieu, le même processus a pu être observé dans le gouvernement des organisations publiques, où la nécessité de faire plus avec moins et la pression croissante en faveur de la collaboration active d'un nombre accru d'États subnationaux avec des organisations privées en vue d'assurer le succès au plan mondial, a conduit les gouvernements à des privatisations massives ou à des délégations de pouvoirs à des paliers inférieurs de gouvernement (Rivlin, 1992; Osborne et Gaebler, 1992; Paquet, 1994).

En troisième lieu, cette évolution a suscité un concert d'éloges de la souplesse et de l'authentique adaptabilité du fédéralisme comme système de gouvernement des organisations privées et publiques et la louange de la gestion ascendante (O'Toole et Bennis, 1992; Handy, 1992, 1994).

En quatrième lieu, en transformant le gouvernement des organisations économiques, sociales et politiques, la recherche croissante de la souplesse ne s'est pas limitée aux stratégies de décentralisation et de privatisation. Des pressions croissantes se sont fait sentir en faveur de la dissolution des organisations permanentes, afin de permettre une exploitation maximale des possibilités offertes par les réseaux. Cette tendance a donné naissance à la thèse voulant que les entreprises et les gouvernements virtuels permettent le maximum de souplesse (Davidow et Malone, 1992; de la Mothe et Paquet, 1994a). Cette forme de dissolution des systèmes de gouvernement s'est non seulement révélée efficace sur le plan de la dynamique, mais a entraîné par surcroît un resserrement des liens communautaires, à mesure que les organisations privées et publiques cessaient d'être la principale source d'identification.

MÉSOSYSTÈMES D'INNOVATION

DANS UNE ÉCONOMIE DYNAMISÉE par l'information, les connaissances et la compétence, et par conséquent balkanisée et décentralisée, la nouvelle grille d'analyse pertinente doit comporter les mêmes éléments qui servent à comprendre et à favoriser l'innovation. Il serait aussi malavisé de mettre l'accent sur l'entreprise que sur l'économie nationale. Vus par le petit bout de la lunette, trop de détails acquièrent une importance exagérée. Dans la démarche inverse, une bonne part de l'innovation et de la restructuration passera inaperçue. On pourrait affirmer, à juste titre selon nous, que le point de vue le plus juste serait la mésoperspective schumpeterienne et dahmenienne, axée sur les îlots de développement, les régions technologiques, les forums subnationaux, etc. où se produit véritablement l'acquisition du savoir (de la Mothe et Paquet, 1994b).

Dans un modèle d'évolution, ce processus d'apprentissage et de découverte ne constitue qu'une des branches de la paire de ciseaux. L'autre branche est le mécanisme qui interagit avec le contexte ou le milieu dans lequel s'opère la sélection. Que la grille d'analyse soit fondée sur la technologie ou sur l'entreprise, ce mécanisme interactif est actionné par l'adaptabilité, et les processus de recherche de l'entreprise «fournissent l'origine de l'adaptation différentielle – les entreprises dont la R et D permet d'obtenir des méthodes de production ou des produits plus profitables croîtront plus vite que leurs concurrentes – et tendent en même temps à les lier ensemble en une communauté» (Dosi et Nelson, 1994, p. 162).

Le principe de base de ces mécanismes interactifs est qu'ils sont alimentés par un rendement dynamique croissant pour l'agglomération. Dans la plupart des cas, ces économies d'agglomération sont liées et, par conséquent, n'entraînent pas le monopole d'une région ou d'une localité, mais produisent plutôt un rendement croissant qui fait boule de neige (Arthur, 1990).

Nos connaissances des processus d'innovation, d'apprentissage, de découverte, de diffusion et d'innovation technique et organisationnelle demeurent limitées. Mais comme l'ont suggéré Nelson et Winter (1977), ces processus se fondent sur la

notion de «milieu de sélection» qu'ils définissent comme le contexte qui «détermine la façon dont l'utilisation relative de différentes technologies varie avec le temps» (Nelson et Winter, 1977, p. 61). Ce contexte est dicté par des composantes liées ou non au marché, des conventions, des facteurs socio-culturels et la structure institutionnelle élargie. Ce milieu de sélection constitue le milieu pertinent qui peut être plus large ou plus restreint et plus ou moins déterminant de la capacité d'innovation d'un pays, d'un secteur ou d'une région.

La notion de milieu a été définie comme un «système territorial composé de réseaux intégrés de ressources matérielles et immatérielles, dominé par une culture nourrie par l'histoire, un véhicule de savoir et de savoir-faire, étayé par une matrice relationnelle fondée sur un modèle de collaboration et de concurrence entre des intervenants locaux [traduction]» (Lecoq, 1989). En conséquence, la notion de milieu implique trois jeux de forces :

- les contours d'un espace particulier, présentant une unité et un dynamisme propres;
- la logique organisationnelle d'un réseau d'intervenants interdépendants se livrant à une activité d'innovation coopérative; et
- un apprentissage organisationnel fondé sur la dialectique entre les *intervenants qui s'adaptent* et le *milieu d'adoption* (Maillat, 1992).

Bien que des innovations et un apprentissage important puissent intervenir en l'absence d'un milieu dynamique, celui-ci est plus susceptible de donner naissance à des réseaux d'innovation. De tels réseaux sont des formes d'organisation hybrides qui sont mieux adaptées que les marchés ou les hiérarchies aux conditions d'incertitude entourant la technologie et la dotation. Ils sont plus enclins à mettre en branle le processus d'innovation (DeBresson et Amesse, 1991). Au coeur du milieu dynamique et du réseau d'innovation figurent un certain nombre de dimensions entremêlées (économiques, historiques, cognitives et normatives) mais se fondant toutes, jusqu'à un certain point, sur la *confiance* et, par conséquent, sur une foule de facteurs culturels et sociologiques qui tendent à se retrouver principalement dans les réseaux locaux et à survenir dans un contexte d'expériences partagées, de loyautés régionales, etc. Tel est le capital social dont parle Coleman et pareil capital socio-culturel joue un rôle déterminant à la fois dans les dynamiques et dans la capacité d'apprendre et de transformer les mésosystèmes (Coleman, 1988; Saxenian, 1994).

Le processus d'innovation dépend des caractéristiques du milieu ou contexte de sélection. Tout d'abord, l'innovation concerne au premier chef l'apprentissage, lequel ne peut intervenir dans la vacuité socio-culturelle. Le réseau d'innovation se développera mieux dans un milieu restreint et localisé, où l'on est susceptible de retrouver les caractéristiques socio-culturelles d'un milieu dynamique. En outre, ce type de milieu correspondra rarement au territoire national. Par conséquent, si ces

milieux dynamiques, ou «milieux porteurs», sont définis comme étant des systèmes propices à l'innovation, ils tendront à être des systèmes locaux ou régionaux d'innovation.

D'autre part, certaines forces géotechniques semblent produire des unités de niveau intermédiaire, où l'apprentissage s'effectue plus rapidement et mieux. Comme l'explique Storper :

Dans les complexes de production technologiquement dynamiques ... il y a de fortes chances que l'on trouve des concentrations ou des agglomérations régionales. L'agglomération semble être une entité géographique principale au sein de laquelle le compromis entre la souplesse technologique adaptative (et la recherche de quasi-rentes) et la minimisation des coûts peut être le mieux gérée, en ce qu'elle facilite le fonctionnement efficace d'un réseau de production coopérative. L'agglomération, dans ces cas, ne résulte pas seulement des économies de localisation standard (qui se fondent sur la notion d'allocation optimale dans la minimisation des coûts), mais encore des efficiences schumpeteriennes (Storper, 1992, p. 84).

Enfin, la déconstruction des économies nationales, l'éclatement des gouvernements, la montée des États-régions et l'expansion du nouveau tribalisme tendent à favoriser le dynamisme au niveau intermédiaire. Mais Storper a fait valoir que les «codes, les canaux d'interaction et les façons d'organiser et de coordonner les comportements» sont les instruments de l'apprentissage (Storper, 1992, p. 85). L'auteur estime que la confluence des questions (apprentissage, réseaux, adaptations, conventions et types de connaissance) doit être ancrée dans les cultures politico-économiques, les règles et les institutions et que, dans de nombreux pays, ces dernières sont fort différenciées au niveau régional. Par conséquent, une région peut être en mesure de susciter un apprentissage technique et d'établir des réseaux d'innovation dans un domaine subnational bien plus rapidement que dans d'autres. Au Canada, aux États-Unis et au Mexique, on peut raisonnablement discerner une mosaïque de cultures politico-économiques, de règles et de conventions avec des potentiels d'innovation différenciés (Maddox et Gee, 1994). En conséquence, on peut dire qu'il existe une authentique «territorialisation de l'apprentissage» dans un monde aussi schumpeterien.

DYNAMIQUES DE RÉSEAU ET MENTALITÉ CENTRALISTE

LES RÉGIONS SUBNATIONALES SE SONT RÉVÉLÉES les plus propices aux «conversations» de nature à favoriser un apprentissage accéléré. De fait, les tenants de la notion de systèmes d'innovation locaux allèguent que ces régions subnationales sont plus propices à l'établissement de réseaux de plusieurs intéressés et de nouvelles formes de collaboration et de relations d'échange. Mais ceux qui ont un fort penchant pour les interventions nationales uniformes n'en ont pas pour autant été dissuadés. Les techno-nationalistes soulignent l'importance d'un réseau

national d'institutions fonctionnant comme un système et constituant les bases et les états du système d'innovation. Ils sont ainsi amenés à miser sur des politiques visant à agir sur les institutions nationales pour stimuler l'innovation.

L'opposition entre les systèmes local et national d'intervention est ancrée dans le contraste entre deux dynamiques : la dynamique ascendante des réseaux et la dynamique descendante résultant de la mentalité centraliste.

DYNAMIQUES DE RÉSEAU ASCENDANTES

LES PARADOXES DE LA MONDIALISATION ne sont pas seulement la balkanisation, mais encore le besoin de créer de nouvelles formes d'organisation. Les hiérarchies ont des capacités d'apprentissage limitées et les marchés, des capacités restreintes de traiter efficacement l'information. Les réseaux et les alliances sont des façons de compenser ces faiblesses et de combiner les avantages d'être à la fois grand et petit.

Le réseau n'est pas, comme on s'y attend souvent, une forme d'organisation mixte, située à mi-chemin du continuum allant du marché à la hiérarchie. Il s'agit plutôt d'un terme désignant un troisième type d'arrangement fondé sur des mécanismes d'intégration fort différents, à savoir des organisations et des institutions axées sur le consensus et l'incitation. Cela porte à croire qu'au lieu de la dichotomie entre le marché et la hiérarchie, l'on devrait plutôt privilégier un partage des institutions selon trois principes d'intégration :

- ceux fondés sur la menace et la contrainte;
- ceux fondés sur l'intégration; et
- ceux fondés sur des systèmes axés sur le consensus et l'incitation.

Ce mode plus utile de classement des institutions a été utilisé par Karl Polanyi [1968 (orig. 1957)], François Perroux (1960), Kenneth Boulding (1970) et, plus récemment, par Shumpei Kumon (1992).

Les réseaux présentent deux séries de caractéristiques : celles qui résultent de leur logique dominante (systèmes axés sur le consensus et l'incitation) et celles qui résultent de l'intelligence dominante issue de leur structure.

La logique dominante fondée sur le consensus n'abolit pas le pouvoir, mais elle présuppose que celui-ci est partagé. Une caractéristique centrale et déterminante des réseaux est qu'ils mettent l'accent sur le respect *consenti* des normes. Bien que ce respect consenti ne semble pas nécessairement imposer des limites à la taille de l'organisation, il n'est pas toujours facile de faire partager une série de valeurs à des collectivités transnationales, vastes et éparpillées. La resquille, les frais de transaction élevés, les problèmes de responsabilité, etc., entraînent un surcroît de travail. Les avantages sur le plan de l'économie, de l'allègement des frais de la rapidité de réaction et de la souplesse sont tels qu'un grand nombre de multinationales importantes ont décidé de ne pas se gérer comme des entreprises mondiales, mais bien comme une multitude d'unités plus petites et

quasi-indépendantes, coordonnées par une structure fédérale souple, en raison des déséconomies d'échelle qu'entraîne l'édification d'une organisation clanique (O'Toole et Bennis, 1992; Handy, 1992).

Les caractéristiques structurelles du réseau s'inscrivent parfaitement dans la logique dominante en faveur de l'information réseautée telle qu'on la retrouve, par exemple, au sein d'une firme ou d'une organisation. Le réseau sera partagé, décentralisé, participatif et adaptatif (Kelly, 1994, p. 189). Cette structure de réseau, fondée sur la réciprocité et la confiance, est un mécanisme autorégulateur qui engendre la confiance et la réciprocité, accroissant ainsi le capital social et produisant une rentabilité croissante. En ce sens, la réciprocité fondée sur l'adhésion consentie entraîne une coopération à moindres frais et favorise une plus grande mise en réseau, au fur et à mesure que la confiance accroît le capital social. Les expériences en Emilia-Romagne que décrit Putnam (1993) font écho à des observations semblables au Danemark ou dans la Silicon Valley, consignées par Saxenian (1994). Toutes tendent vers le même résultat. La concentration et le chevauchement de réseaux de solidarité entraînent une création de richesses étonnante.

Certains ont affirmé que les nouvelles technologies pourraient fort bien créer des «quartiers hertziens», aussi homogènes que ceux d'une ville, et qui seraient le «lieu» de formation de réseaux de solidarité ou de milieux culturels vraisemblablement fort innovateurs. Ces «quartiers hertziens» pourraient devenir véritablement «déterritorialisés» et parfaitement «virtuels». Mais même les fervents des réseaux ne sont pas encore prêts à considérer la «collectivité virtuelle» autrement que comme un pâle reflet de la collectivité réelle, et incapable, par conséquent, de susciter suffisamment de passion et d'attachement pour produire du capital social à une échelle valable (Rheingold, 1993).

La croissance des marchés de réseau dans plusieurs secteurs où une adaptation massive au client est importante a suscité une nouvelle forme d'externalités qui ont entraîné des profits croissants, certains effets de boule de neige et certaines possibilités d'adaptation. Telle est la logique des économies de réseau. Mais les externalités et les retombées du réseau ne se propagent pas sans friction. La constitution de réseaux a plus de répercussions locales qu'on ne pense d'ordinaire : «L'espace devient de plus en plus bigarré, hétérogène et finement texturé, notamment parce que les processus de la réorganisation spatiale... sont en mesure de mettre à profit des différences spatiales relativement infimes» (Harvey, 1988). En conséquence, un réseau ne s'étend pas indéfiniment, mais tend à se concentrer sur un objectif commun, mobilisant des membres indépendants par des liens volontaires autour de dirigeants multiples à des niveaux intégrés de réseaux entrecroisés et superposés de solidarité. Ce phénomène souligne l'importance majeure des «cultures d'affaires régionales» et explique l'importance relative des réseaux de PME dans la création d'idées nouvelles (Lipnack et Stamps, 1994).

Non seulement les réseaux produisent-ils du capital social et des richesses, mais ils ont également été associés étroitement à un niveau supérieur de «progrès» économique, soit un niveau supérieur d'innovation et de capacité de se

transformer, parce que les réseaux traversent les frontières. De fait, les réseaux transfrontières tendent à susciter nombre d'innovations parce qu'ils ouvrent de nouvelles perspectives et remettent en question les postulats acceptés. Il y aurait lieu d'établir un parallèle entre le passage des frontières et la migration dans un autre monde, où l'expérience acquise chez soi contraste avec les nouvelles réalités. Une bonne part de l'entrepreneuriat dynamique des immigrants se fonde sur cette double capacité de voir les choses différemment et d'établir des réseaux en-deçà et au-delà des frontières. Compte tenu de la décentralisation du pouvoir dans l'économie mondiale, des endroits apparemment dénués de pouvoirs, mais possédant leurs propres codes de communication et leurs spécificités historiques, constituent des terrains fertiles pour les réseaux de collaboration locaux.

MENTALITÉ CENTRALISTE DESCENDANTE

FACE À DE FORTES PRÉSUMPTIONS de l'existence de mésosystèmes d'innovation, il est étonnant de constater l'emprise persistante de la mentalité des systèmes nationaux d'innovation. Il n'est cependant pas difficile de comprendre pareil préjugé. La pensée nécessitant des efforts, les humains adoptent des paramètres et des mentalités qui créent des automatismes de la pensée. L'attrait du technonationalisme entre dans cette catégorie.

Selon Mitchel Resnick, à une époque où la décentralisation touche tous les domaines, la pensée centraliste continue de dominer nos théories de la connaissance, notre analyse des problèmes et notre recherche de lignes de conduite. « Politiciens, gestionnaires et scientifiques oeuvrent avec des oeillères, se concentrant sur des solutions centralistes, lors même que des approches décentralisées pourraient être plus appropriées, plus solides et plus fiables » (Resnick, 1994, p. 36). Et Resnick de poursuivre : « La mentalité centraliste n'est pas seulement une aberration des scientifiquement naïfs. » Les preuves sont légions que les scientifiques, comme les gouvernants, sont farouchement opposés à la complexité qu'évoque le processus de décentralisation. La résistance à la théorie évolutionniste est de même nature. Il est plus rassurant de supposer que chaque structure doit avoir une cause unique et, partant, un facteur de contrôle ultime.

C'est ce qui explique l'opposition qu'a soulevée la théorie ascendante lorsque fut suggérée cette cosmologie de remplacement (Conseil des sciences du Canada, 1984, 1990), même lorsque des preuves documentaires établissaient qu'une telle approche était non seulement prometteuse mais qu'en outre elle venait s'ajouter *de facto* à des réalisations déjà considérables dans plusieurs régions métropolitaines (Davis, 1991). Plus de dix ans après que le Conseil des sciences ait évoqué la possibilité que les conseils métropolitains de la technologie constituent le meilleur instrument pour stimuler les systèmes d'innovation locaux, cette suggestion reste toujours lettre morte. Le système national centralisé d'innovation demeure à l'ordre du jour et la notion d'une série de systèmes d'innovation fragmentaires et localisés, ne pouvant être alimentés qu'à partir de la périphérie, n'a toujours pas cours (Paquet, 1992; de la Mothe et Paquet, 1994d; Paquet et Roy, 1995).

PREUVES INDIRECTES : QUELQUES OUVRAGES COMPARATIFS

NOUS AVONS PUISÉ À TROIS SOURCES de preuves indirectes. Tout d'abord, de récents travaux de recherche sur les économies de réseau ont souligné l'importance des retombées locales ou des externalités, mais l'on n'y insistait pas suffisamment sur le caractère localisé de ces retombées. En second lieu, un corpus d'observations et d'études descriptives, ethnographiques et empiriques utilisant d'autres bases de données sur les activités innovatrices semblerait apporter des preuves accessoires. Enfin, la documentation existante de nature historique, et les études de cas démontrent que les systèmes d'innovation locaux se multiplient.

Les «preuves» en provenance de ces trois sources appuient notre thèse de façon limitée et indirecte. Dans l'ensemble, cependant, nous estimons qu'une argumentation convaincante peut être élaborée à partir de ces trois éléments imparfaitement probants.

ÉCONOMIES DE RÉSEAU

UN PREMIER ÉLÉMENT DE PREUVE se dégage indirectement de récentes études sur les économies de réseau. La documentation économique sur les réseaux a suscité un regain d'intérêt à l'égard du rôle des externalités dans la demande après des décennies d'indifférence. La prolifération des nouvelles technologies d'information et de communication explique ce phénomène. Ces technologies sont à l'origine d'une foule d'innovations qui ont vu le jour et se sont répandues lors des dernières décennies. Elles soulignent le nouveau rôle central des rendements croissants et des économies d'échelle. C'est au rôle de plus en plus central des réseaux de communication que l'on peut attribuer l'accent mis depuis peu sur les caractéristiques de base de l'information : interdépendance, inappropriation et externalité (Antonelli, 1992, p. 6).

L'analyse des réseaux de télécommunication a fait office de *révélateur*. Les réseaux constituent un secteur qui présente un degré singulièrement élevé d'hétérogénéité de ses composantes, de corrélation technique et de complexité du changement technologique, et où les investissements sont hautement irréversibles, les économies d'échelle importantes, les rendements croissants et les externalités fort variées. De fait, au sein de l'«industrie paradigmatique de réseau, la demande du marché est *ascendante* (par suite des externalités de la demande), tandis que l'offre du marché est *descendante* (en raison des indivisibilités et des externalités de l'offre)» (David, 1992, p. 104). Mais l'aspect le plus crucial de cette documentation est la section voulant que «ces caractéristiques ne s'appliquent pas seulement au nombre croissant de secteurs touchés par la progression des technologies d'information et de communication, mais, de façon générale, à tous les processus de croissance et de changement» (Antonelli, 1992, p. 15).

Si tel est le cas, certains résultats intéressants apparaissent dans six domaines principaux (Antonelli, 1992).

- Le taux d'innovation d'une entreprise semblerait de plus en plus lié à sa capacité de collaborer avec d'autres entreprises.
- Le succès d'une nouvelle technologie dépend des externalités de son adoption.
- Les externalités de réseau sont déterminantes du choix d'une technologie.
- Les secteurs clés créent les externalités par le biais d'un éventail d'interdépendances et de maillages dans le secteur non commercialisé.
- La proximité est essentielle pour profiter des externalités produites par les autres.
- Les compagnies à réseau résultent des efforts des entreprises en vue d'intégrer les externalités.

L'examen critique de ce nouveau monde cerne trois facteurs essentiels de la nouvelle dynamique.

- Les réseaux représentent une solution intermédiaire entre l'efficacité dynamique et l'innovation de la spécialisation du marché d'une part, et, d'autre part l'efficacité statique, la cohérence et la compatibilité des organisations hiérarchiques intégrées.
- La collaboration sélective est le nouvel outil essentiel permettant aux agents économiques d'intégrer les externalités.
- Tout changement est susceptible de présenter un fort caractère local (Piore, 1992, p. 443; Antonelli, 1992, p. 23).

Ces facteurs peuvent varier d'un secteur à l'autre, mais ils sont à l'origine des divers regroupements qui mènent à l'apprentissage social et à la dynamisation du groupe (Porter, 1990).

PREUVES EMPIRIQUES

DANS UNE SÉRIE DE MONOGRAPHIES ET D'ARTICLES (Acs, 1990; Acs et Audretsch, 1990, 1992; Acs, Audretsch et Feldman, 1992, 1994a, 1994b; Acs, FitzRoy et Smith, 1994), Acs et ses collègues ont mis au point de nouvelles méthodes de mesure de l'activité innovatrice aux États-Unis, au-delà des méthodes habituelles fondées sur les brevets d'invention. Ils ont effectué une analyse critique de nouvelles données en provenance d'autres sources, en vue d'apporter des preuves concluantes de l'importante activité innovatrice des petites entreprises et de jeter un jour nouveau sur les importants facteurs sectoriels, locaux et organisationnels qui expliquent les différentes dynamiques de l'activité innovatrice des grandes et petites entreprises dans divers types d'industries et d'endroits. Ces études semblent indiquer que les petites entreprises bénéficient d'importantes retombées des connaissances créées par les plus grands centres, les entreprises et les universités.

Ces effets externes diffèrent selon les industries, mais dépendent de facteurs organisationnels et locaux. Ces études fournissent d'importants éléments de compréhension de la configuration des systèmes locaux d'innovation et des instruments éventuels de l'élaboration d'une nouvelle génération de politiques gouvernementales.

Un résultat important de ces études est qu'elles décrivent de façon détaillée à quel point les retombées de la R et D, qui sont l'une des sources d'externalités, sont facilitées par la «coïncidence géographique» des divers partenaires (universités, laboratoires de recherche, entreprises) à l'intérieur d'un État. Non seulement l'activité innovatrice augmente-t-elle par suite de forts investissements des sociétés dans la R et D, mais elle augmente également par suite de la recherche effectuée par les universités de la région.

Bien qu'il soit difficile de généraliser, les modes d'activité innovatrice varient largement selon les industries et le maillage local se prolongeant souvent par des réseaux mondiaux, la documentation établit clairement que le milieu local, plutôt que l'entreprise, peut souvent être considéré comme l'entrepreneur ou l'innovateur collectif. De toute évidence, la capacité d'entrepreneuriat collectif dépend de facteurs socio-culturels issus de l'histoire de la région, comme l'a démontré Putnam pour l'Italie. Mais il y a beaucoup à gagner de la création d'un système robuste et décentralisé d'appui institutionnel qui assure une diffusion rapide et la plus large possible des connaissances techniques et commerciales, faisant ainsi office de catalyseur de l'apprentissage social (Best, 1990; Todtling, 1994; Cooke et Morgan, 1994).

Bernstein a effectué, depuis dix ans, des travaux importants illustrant l'ampleur des retombées de la R et D au Canada (Bernstein, 1986), mais, à notre connaissance, rien n'a été fait, au Canada, pour organiser de façon systématique la collecte des données sur le processus d'innovation (dépenses, résultats, etc.) de façon à cerner le caractère local de ces effets externes.

Les travaux sur l'activité innovatrice aux États-Unis ont été un peu plus systématiques, utilisant à la fois des méthodes traditionnelles de mesure de l'activité innovatrice, telles les dépenses de R et D, et des méthodes directes, tel que le nombre d'innovations commercialisées trouvant leur origine dans les revues techniques et spécialisées qui publient la liste des innovations et des nouveaux produits. Ces travaux ont démontré que l'activité innovatrice est inégalement répartie sur le territoire américain. Les dépenses de R et D par industrie et par université sont groupées, et leur rendement est fort localisé, ce qui tend à «territorialiser» l'activité innovatrice. Bien que les petites et grandes entreprises exercent une influence prédominante, l'effet de regroupement apparaît clairement au tableau 1 des données par état.

TABLEAU 1

ACTIVITÉ INNOVATRICE DES GRANDES ET PETITES ENTREPRISES
ET DÉPENSES DE R-D, PAR ÉTAT^a

ÉTAT	INNOVATIONS (TOTALES)	INNOVATIONS (GRANDES ENTREPRISES)	INNOVATIONS (PETITES ENTREPRISES)	DÉPENSES R-D	RECHERCHE UNIVERSITAIRE
Californie	974	315	659	3883	710,4
New York	456	180	276	1 859	371,0
New Jersey	426	162	264	1 361	70,8
Massachusetts	360	148	212	954	245,3
Pennsylvanie	245	104	141	1 293	139,2
Illinois	231	100	131	894	254,9
Ohio	188	76	112	926	76,2
Connecticut	132	77	55	650	54,7
Michigan	112	61	51	1 815	103,2
Minnesota	110	64	46	399	55,7
Wisconsin	86	33	53	224	65,0
Floride	66	21	45	375	70,1
Georgie	53	20	33	78	57,8
Indiana	49	20	29	398	51,3
Colorado	42	13	29	167	77,2
Arizona	41	23	18	201	37,4
Virginie	38	19	19	207	45,9
Caroline du Nord	38	16	22	193	64,6
Rhode Island	24	4	20	32	14,9
Oklahoma	20	12	8	93	19,9
Iowa	20	12	8	135	46,4
Kansas	15	3	12	66	26,6
Utah	11	2	9	72	32,5
Nebraska	9	1	8	9	20,4
Kentucky	9	6	3	72	17,5
Louisiane	5	0	5	65	33,4
Arkansas	5	5	0	9	12,0
Alabama	5	0	5	54	28,3
Mississippi	4	1	3	420	61,4

Remarque : ^aLes dépenses de l'industrie et des universités au titre de la recherche sont exprimées en dollars américains de 1972 et proviennent de Jaffe (1989).

Ce type de regroupement est encore plus évident à l'échelle des comtés. Le tableau 2 montre le nombre d'innovations pour les 26 comtés les plus innovateurs aux États-Unis. Comme l'indique clairement ce tableau, la plupart des innovations en 1982 étaient regroupées dans un petit nombre de comtés. En Californie, par exemple, 80 pour 100 des innovations provenaient de cinq comtés.

TABLEAU 2

NOMBRE D'INNOVATIONS PAR COMTÉ (26 MEILLEURS COMTÉS), 1982

COMTÉ	CODE DU COMTÉ	ÉTAT	CODE DE L'ÉTAT	INNOVATIONS
1 Santa Clara	085	CA	06	386
2 Los Angeles	037	CA	06	178
3 Cook	031	IL	17	155
4 Middlesex	017	MA	25	145
5 Norfolk	021	MA	25	121
6 Orange	059	CA	06	117
7 Bergen	003	NJ	34	90
8 New York	061	NY	36	82
9 Fairfield	001	CT	09	76
10 Nassau	059	NY	36	73
11 Dallas	113	TX	48	64
12 San Diego	073	CA	06	63
13 Suffolk	103	NY	36	62
14 Cuiahoga	035	OH	39	62
15 Essex	013	NJ	34	57
16 Westchester	119	NY	36	54
17 Ramsey	123	MN	27	49
18 Montgomery	091	PA	42	45
19 Philadelphia	101	PA	42	44
20 Hennepin	053	MN	27	42
21 Morris	027	NJ	34	42
22 Alameda	001	CA	06	39
23 Middlesex	023	NJ	34	36
24 Harris	201	TX	48	35
25 Somerset	035	NJ	34	34
26 Monroe	055	NY	36	34

Source : Données tirées de WORKMSA. Analyse par l'Université de Baltimore.

Rien de ce qui précède ne prouve de façon irréfutable l'existence de systèmes locaux d'innovation ou la nécessité d'axer la politique gouvernementale sur le niveau local. Nous prétendons seulement qu'il existe des retombées locales importantes et que, de façon indirecte, les données disponibles sur l'activité innovatrice des États et des comtés sembleraient confirmer l'existence de systèmes d'innovation locaux.

ÉTUDES DE CAS

LE DOSSIER DES ÉTUDES DE CAS prouvant l'existence et la dynamique propre des systèmes d'innovation locaux est fort volumineux. Il comprend à la fois des écrits commémoratifs et promotionnels, des cas soigneusement documentés dans des

monographies et des livres, des exemples anecdotiques cités dans des articles sur un sujet plus large et des tentatives de synthèses de tout ce qui précède. Bien qu'il soit difficile de dégager des propositions générales précises d'une matière aussi diverse, celle-ci n'en fournit pas moins un dossier abondant sur les façons dont les systèmes d'innovation locaux naissent et évoluent.

Il n'y a guère d'unanimité à l'égard de ce dossier. Il existe certes des critiques acerbes et des défenseurs farouches, mais la grande majorité des études de cas soutient fermement l'existence et l'importance des systèmes d'innovation locaux. Il y a beaucoup à apprendre de cette documentation sur les sortes de politiques qui ont influé de façon déterminante sur le succès de ces entreprises.

Pour ne mentionner que certains de ces travaux, on pourrait citer ceux de Putnam sur les collectivités locales italiennes (1993), ceux de Saxenian, comparant la route 128 et la Silicon Valley (1994), ceux des géographes économiques tels que Storper (1992, 1993) et ceux de Davis (1991), Andrew et autres (1993), et ceux de Voyer et Ryan (1994) pour le Canada. Tous illustrent l'importance de la proximité et le caractère essentiel de la collectivité, de la langue et des dimensions connexes en tant que fondements socio-culturels des systèmes d'innovation locaux. Il faut cependant reconnaître que le Canada accuse un retard sur l'Europe pour ce qui est de l'importance attachée aux dynamiques ascendantes.

Trois enseignements communs se dégagent de ces études de cas :

1. **La façon dont se développent les relations entre les entreprises privées et, à la fois, la collectivité et les intervenants publics, et la façon dont ces «agents d'habilitation» favorisent la collaboration.** Que ces agents prennent la forme de mécanismes gouvernementaux, tels que des conseils métropolitains de la technologie, ou qu'ils se soient simplement concrétisés sous la forme d'une culture, les instruments de coordination collective qui font appel aux valeurs, aux aspirations et à la culture locales reflétant la solidarité de la collectivité sont d'une importance capitale (Hollingsworth, 1993).
2. **L'importance du leadership.** Le leadership est «ce qui permet aux partenariats interinstitutionnels et intersectoriels complexes de se développer et de devenir opérationnels» et il semblerait que la capacité des collectivités de déterminer leur avenir dépend davantage des processus sociaux que technologiques (Davis, 1991, p. 12).
3. **L'extrême fragilité de nombreux systèmes d'innovation locaux, parce qu'ils sont «faiblement institutionnalisés».** C'est cette sorte de faiblesse qui trace la voie par laquelle les paliers supérieurs du gouvernement pourraient le mieux aider les collectivités locales à s'aider elles-mêmes, à savoir en fournissant aux

collectivités l'appui nécessaire pour inventer de nouveaux instruments et élaborer de nouvelles orientations politiques. Mais l'on constate également l'existence de systèmes d'innovation locaux fort vigoureux (Cooke et Morgan, 1994; Saxenian, 1994).

CONSÉQUENCES AU PLAN DE L'ACTION

LE PAYSAGE INDUSTRIEL CANADIEN offre de vifs contrastes selon les régions. Les institutions nationales et provinciales, telles que les laboratoires de recherche, les universités et les collèges entraînent des retombées locales importantes et variées, fortement influencées par la proximité de même que par le contexte industriel, juridique et culturel. Seule une analyse subnationale approfondie peut révéler les causes et les sources d'innovation et de compétitivité dans ce paysage industriel fort varié. La même chose est vraie des États-Unis, au paysage régional et sectoriel extraordinairement varié, aux subcultures diverses, aux stratégies d'état fort différentes et aux réseaux d'universités d'état. La même chose est vraie du Mexique, dont les 32 états ne pèsent peut-être pas le même poids en matière d'innovation, mais où une certaine différenciation est déjà évidente. Une récente enquête sur les sciences au Mexique révèle une bien plus grande variété des systèmes d'innovation qu'on pourrait le penser à la lumière de la couverture médiatique superficielle de ce pays dans le reste de l'Amérique du Nord (Maddox et Gee, 1994).

Nous savons qu'une large part de la production croissante de richesses de ces trois pays peut être attribuée aux systèmes d'innovation et à l'apprentissage technologique à la Storper, fondé sur les produits. Nous savons également que ces capacités innovatrices et compétitives se fondent, dans une large mesure, sur ce que Storper qualifie de «conventions d'identité et de participation» (Storper, 1993, p. 450). C'est là un domaine inexploré par les nouveaux ouvrages sur le développement économique.

Il y a lieu de penser que les mondes de production régionaux n'ont peut-être pas été suffisamment reconnus comme source et cause d'innovation et qu'un meilleur usage des «conventions d'identité et de participation» comme instruments des décisionnaires pourrait se révéler fort profitable. Certains ont même soutenu que les politiques fédérales qui ont suivi, aux États-Unis, la Seconde Guerre mondiale ont «déplacé le rôle des gouvernements des états en tant qu'intervenants dans ce système d'innovation et contribuent à un relâchement des liens informels qui unissaient de nombreux instituts de recherche commerciaux et universitaires» (Nelson, 1993, p. 61-62).

Si ce qui précède est relativement juste, il y a lieu de se pencher sur les implications de ce nouveau rôle central des réseaux, de la collaboration sélective et du caractère local des systèmes d'innovation pour le programme politique. Il faudrait, à cette fin, redéfinir le cadre d'action.

En premier lieu, le nouvel univers politique devrait être redéfini en dehors du vieux schéma de mécanismes de contrôle des objectifs et de la direction, et tendre

vers un nouveau cadre fondé sur l'intelligence et l'innovation. Mais il faut, pour cela, que les collectivités discursives appropriées aient été cernées et que des forums adéquats se constituent ou soient créés pour qu'un système local prenne tournure.

En second lieu, il faudra déterminer quel type de *nouveaux instruments* seront de nature à susciter une coopération sélective effective, c.-à-d. les «conventions d'identité et de participation» de Storper nécessaires au succès d'une politique ascendante.

Enfin, la concrétisation du système d'innovation local commande que l'on reconnaisse la nécessité des *infrastructures d'acquisition de connaissance et d'apprentissage* nécessaires au niveau subnational et la nécessité d'harmoniser les différents paliers de gouvernement qui caractérisent l'univers de la politique.

VERS UNE POLITIQUE DES RÉSEAUX

LE CONCEPT DE LA TABLE RONDE représente un processus souple de consultation permanente tout à fait satisfaisant sur le plan national. Mais pareil mode de consultation ne peut aboutir qu'à des principes directeurs généraux ou, plus probablement, à une perception des limites de ce qui est acceptable. Il peut également servir à cerner les zones d'intervention possible et les mécanismes d'action les moins indésirables de nature à favoriser l'élaboration de stratégies ascendantes énergiques.

Il faut, pour cela, des discussions permanentes entre tous les intéressés importants dans des mésoforums en mesure de concentrer la recherche stratégique au niveau intermédiaire, où les synergies et les interactions sont les plus évidentes et les interventions les plus efficaces. Les regroupements et les réseaux constituent la nouvelle grille d'analyse et les mésoforums les plus utiles proviendront sans doute de ces conseils métropolitains de la technologie que préconisait le Conseil des sciences du Canada en 1984, ou d'une stratégie active d'appui aux réseaux d'affaires.

Le gouvernement canadien a déjà introduit son programme de démonstration de réseaux d'affaires nationaux, fondée sur une large diffusion de l'information par des réseaux et des tables rondes, pour promouvoir le concept de formation au réseau et à la création de réseaux. Ce programme appuiera 30 réseaux sectoriellement et régionalement équilibrés. Ce concept pourrait être aisément élargi à la stimulation de réseaux d'innovateurs (Bianchi et Bellini, 1991). Ces interventions peuvent revêtir maintes formes, depuis l'encouragement des agents à se percevoir comme faisant partie des réseaux, à la promotion d'«agents collectifs» ou de centres de services visant à réduire les coûts de la coordination et à faciliter une plus grande spécialisation.

VERS DES CONVENTIONS D'IDENTITÉ ET DE PARTICIPATION

CES FORUMS DEVRONT ÉLABORER DES CONVENTIONS fondées sur les valeurs locales et qui puissent servir de fondement des systèmes d'innovation locaux. Bien que ces conventions puissent varier considérablement de Québec à Saskatoon, et de la

route 128 à Silicon Valley, elles jetteront les bases des systèmes d'innovation locaux. Seules des études détaillées des différents milieux sont en mesure de renseigner sur les conventions possibles et l'importance relative des divers intervenants dans la sorte de contrat évolutif susceptible de susciter l'innovation et le progrès.

Le gouvernement peut jouer un rôle important dans l'élaboration de ces conventions, de façon indirecte, par le biais de stratégies d'établissement de réseaux et d'une action visant à stimuler la création de «réseaux de promotion» et d'associations de nature à fournir les fondements de contrats relationnels, d'alliances et d'entreprises conjointes dans des domaines reliés (Hollingsworth, 1993).

Suffisamment d'expériences ont été tentées au Canada et ailleurs pour déterminer les contours du cadre éventuel des conventions en mesure de tisser les mailles du réseau. Bien que l'intervention locale soit essentielle à cette stratégie ascendante, on peut faire beaucoup aux autres niveaux pour aider à définir les termes du «contrat moral» susceptible d'entraîner le degré de collaboration nécessaire pour stimuler l'innovation (Acs, 1990; Davis, 1991).

VERS UN SYSTÈME DE GOUVERNEMENT PARTAGÉ

IL IMPORTERA QUE LE GOUVERNEMENT fournisse le capital et l'infrastructure technico-économique nécessaires pour assurer la coordination requise. Pareille infrastructure doit faire partie d'une stratégie d'habilitation et devrait viser le niveau intermédiaire où pourront s'établir le degré de confiance requis et les alliances les plus efficaces.

Les gouvernements, cependant, ne peuvent se contenter de fournir une infrastructure. Ils doivent promouvoir activement (conjointement et transversalement, par des arrangements négociés et au-delà des frontières juridictionnelles), l'intégration de toutes les infrastructures existantes (industries, universités, consortiums, etc.), et ceci doit faire partie d'une stratégie à plusieurs étapes où les regroupements locaux et les corridors industriels sont suscités et facilités (et aussi intégrés) par une infrastructure technologique (Tassey, 1992). De façon plus importante encore, le choix de la structure de gouvernement doit viser à réduire les frais de transaction et de transition d'une situation technologie à une autre par l'apprentissage (Ciborra, 1992).

CONCLUSION

IL Y A QUELQUES ANNÉES, les spécialistes émettaient très prudemment et expérimentalement l'hypothèse voulant que la façon la plus efficace d'analyser le système d'innovation et d'intervenir stratégiquement était d'attaquer le problème au niveau national. Cependant, de nombreux travaux récents mettent fortement en doute pareille hypothèse. Trop de forces à l'oeuvre dans l'économie mondiale

semblent indiquer qu'au fur et à mesure que progresse la mondialisation, il se produit une désintégration nationale au profit des composantes subnationales. En conséquence, une grille d'analyse subnationale fournirait vraisemblablement une meilleure perception du fonctionnement des «véritables milieux de production» et de meilleurs mécanismes d'intervention de la politique sur le front de l'innovation.

On aurait pu s'attendre à ce que les observateurs, les chercheurs et les concepteurs de la politique concentrent davantage leurs travaux et leurs analyses sur les mésosystèmes d'innovation. Mais ce serait là sous-estimer indûment le pouvoir de la mentalité centraliste à l'oeuvre dans de si nombreux secteurs de la politique, de la gestion et de la science. Cette mentalité a maintenu en place l'empire du modèle descendant d'une socio-économie centralisée et tenu à distance le modèle décentralisé ascendant. Il en résulte une poursuite malencontreuse et un enchaînement de systèmes nationaux éthérés, alors qu'il n'existe que des systèmes régionaux et sectoriels.

La poursuite d'*êtres de raison* peut cependant constituer un sport national fort populaire, pour peu que l'on s'applique à les monter en épingle et pour peu que personne n'ose remettre en question l'existence même du système national, quelque évidente que soit sa caducité. En conséquence, les ouvrages concernant les systèmes d'innovation nationaux sont devenus une véritable industrie et il est à craindre qu'ils ne deviennent la Bible des décideurs fédéraux déterminés à jouer le rôle de catalyseur central des systèmes d'innovation afin de rendre nos socio-économies plus innovatrices, et les moteurs de la production de richesse plus efficaces. Il est à craindre que la politique gouvernementale de promotion de l'innovation au Canada, aux États-Unis et au Mexique lors de la prochaine décennie continuera d'être caractérisée par ces initiatives centralistes.

Et pourtant, les coûts de pareilles stratégies nationales menacent d'être fort élevés si, comme nous le pensons, la politique qui s'impose doit être ascendante. Il y aurait donc lieu de retourner à la case départ avant qu'il ne soit trop tard :

- un retour au langage prudent et expérimental employé par Richard Nelson et à la conscience que la thèse des systèmes d'innovation nationaux n'a toujours pas été prouvée; et
- un plaidoyer en faveur d'un examen plus sérieux et plus attentif de l'hypothèse de rechange suggérée par les nouveaux paramètres de la géographie économique et clairement définie dans les ouvrages précités (Benko et Lipietz, 1992).

BIBLIOGRAPHIE

- Acs, Z.J., « High Technology Networks in Maryland: A Case Study », *Science and Public Policy*, 17, 5, (1990): 315-325.
- Acs, Z.J. et D.B. Audretsch, *Innovation and Small Firms*, Cambridge: MIT Press, 1990.
- Acs, Z.J. et D.B. Audretsch, *Innovation and Technological Change: The New Learning*, FS IV 92-5, WZB - Research Unit on Market Processes and Corporate Development, Berlin, 1992.
- Acs, Z.J., D.B. Audretsch et M.P. Feldman, « Real Effects of Academic Research », *The American Economic Review*, 82, 1, (1992): 363-367.
- Acs, Z.J., D.B. Audretsch et M.P. Feldman, « R&D Spillovers and Innovative Activity », *Managerial and Decision Economics*, 15, (1994a): 131-138.
- Acs, Z.J., D.B. Audretsch et M.P. Feldman, « R&D Spillovers and Recipient Firm Size », *The Review of Economics and Statistics*, 76, (1994b): 336-340.
- Acs, Z., F. Fitzroy et I. Smith, *High Technology Employment and University R&D Spillovers: Evidence from U.S. Cities*, CIBER, document hors-série n° 50, 1994.
- Andrew, C., et al., « New Local Actors: High Technology Development and the Recomposition of Social Action », dans *Production, Space, Identity*, J. Jenson et al., éditeurs, Toronto: Canadian Scholars' Press, 1993, p. 327-346.
- Antonelli, C., éditeur, *The Economics of Information Networks*, Amsterdam: Hollande-Septentrionale, 1992.
- Arthur, W.B. « Silicon Valley's Locational Clusters: When Do Increasing Returns Imply Monopoly? », *Mathematical Social Sciences*, 19, (1990): 235-251.
- Benko, G. et A. Lipietz., éditeurs, *Les régions qui gagnent*, Paris: Presses Universitaires de France, 1992.
- Bernstein, J.I., « Issues in the Determinants and Returns to R&D Capital in Canada », reprographie, février 1986.
- Best, M., *The New Competition*, Cambridge: Harvard University Press, 1990.
- Bianchi, P. et N. Bellini, « Public Policies for Local Networks of Innovators », *Research Policy*, 20, 5, (1991): 487-497.
- Boulding, K.E., *A Primer on Social Dynamics*, New York: the Free Press, 1970.
- Ciborra, C.U., « Innovation, Networks and Organizational Learning », dans *The Economics of Information Networks*, C. Antonelli, éditeur, Amsterdam: Hollande-Septentrionale, 1992, p. 91-102.
- Coleman, J.S. « Social Capital and the Creation of Human Capital », *American Journal of Sociology*, 94, supplément, (1988): 95-120.
- Conseil des Sciences du Canada, *Le développement industriel au Canada : quelques propositions d'action*, Ottawa: Approvisionnement et Services Canada, 1994.
- Conseil des Sciences du Canada et al., *Initiatives locales, succès mondial : rapport de la Table ronde sur la politique technologique nationale de 1989*, Ottawa, 1990.
- Cooke, P. et K. Morgan, « Growth Regions Under Duress: Renewal Strategies in Baden Wurttemberg and Emilia-Romagna », dans *Globalization, Institutions and Regional*

- Development in Europe*, A. Amin et N. Thrift, éditeurs, Oxford: Oxford University Press, 1994, p. 91-117.
- Dahmen, E., « Development Blocks in Industrial Economics », *Scandinavian Economic History Review*, 36, (1988): 3-14.
- David, P.A., « Information Network Economics », dans *The Economics of Information Networks*, C. Antonelli, éditeur, Amsterdam: Hollande-Septentrionale, 1992, p. 103-105.
- Davidow, W.H. et M.S. Malone, *The Virtual Corporation*, New York: Harper-Collins, 1992.
- Davis, C.H., *Local Initiatives to Promote Technological Innovation in Canada: Eight Case Studies*, Ottawa: Conseil des Sciences du Canada, 1991.
- Debresson, C. et F. Amesse, « Networks of Innovators: A Review and Introduction to the Issue », *Research Policy*, 20, 5, (1991): 363-379.
- De la Mothe, J. et G. Paquet, « La révolution dispersive », *Optimum*, 25, 1, (1994a): 42-48.
- De la Mothe, J. et G. Paquet, « The Technology-Trade Nexus: Liberalization, Warring Blocs, or Negotiated Access? », *Technology in Society*, 16, 1, (1994b): 97-118.
- De la Mothe, J. et G. Paquet. « The Shock of the New: A Techno-Economic Paradigm for Small Economies », dans *The Entry into New Economic Communities: Swedish and Canadian Perspectives on the European Economic Community and North American Free Trade Accord*, M. Stevenson, éditeur, Toronto: Swedish-Canadian Academic Foundation, 1994c, p. 13-27.
- De la Mothe, J. et G. Paquet, « Circumstantial Evidence: A Note on Science Policy in Canada », *Science and Public Policy*, 21, 4, (1994d): 261-268.
- Dose, G. et R.R. Nelson, « An Introduction to Evolutionary Theories in Economics », *Journal of Evolutionary Economics*, 4, 3, (1994): 153-172.
- Handy, C., « Balancing Corporate Power: A New Federalist Paper », *Harvard Business Review*, 70, 6, (1992): 59-72.
- Handy, C., *The Age of Paradox*, Boston: Harvard Business School Press, 1994.
- Harvey, D., « Urban Places in the Global Village: Reflections on the Urban Condition in Late 20th Century », dans *World Cities and the Future of the Metropolis*, L. Mazza, éditeur, Milan: Electra, 1988.
- Hollingsworth, R., « Variation Among Nations in the Logic of Manufacturing Sectors and International Competitiveness », dans *Technology and the Wealth of Nations*, D. Foray et C. Freeman, éditeurs, London: Pinter, 1993, p. 301-321.
- Jaffe, A.B., « Real Effects of Academic Research », *American Economic Review*, 79, (1989): 957-970.
- Kelly, K., *Out of Control*, Reading, MA: Addison-Wesley, 1994.
- Kumon, S., « Japan as a Network Society », dans *The Political Economy of Japan*, Vol. 3. S. Kumon et H. Rosovsky, éditeurs, Stanford: Stanford University Press, 1992, p. 109-141.
- Lecoq, B., *Réseau et système productif régional*, Dossiers de l'IRER, 23, 1989.
- Lipnack, J. et J. Stamps, *The Age of the Network*, Essex Junction, VT: Omneo, 1994.
- Maddox, J. et H. Gee., « Mexico's Bid to Join the World », *NATURE*. (28 avril 1994): 789-804.
- Maillat, D., « Milieux et dynamique territoriale de l'innovation », *La revue canadienne des sciences régionales*, XV, 2, (1992).

- Naisbitt, J., *Global Paradox*, New York: William Morrow & Company, 1994.
- Nelson, R.R., éditeur, *National Innovation Systems*, New York: Oxford University Press, 1993.
- Nelson, R.R. et S.G. Winter, « In Search of A Useful Theory of Innovation », *Research Policy*, 6, 1, (1977): 36-76.
- Ohmae, K., « The Rise of the Region State », *Foreign Affairs*, 72, (printemps 1993): 78-87.
- Osborne, D. et T. Gaebler, *Reinventing Government*, New York: Addison-Wesley, 1992.
- O'Toole, J. et W. Bennis, « Our Federalist Future », *California Management Review*, 34, 4, (1992): 73-90.
- Paquet, G., « The Internationalization of Domestic Firms and Governments: Anamorphosis of a Palaver », *Science and Public Policy*, 17, 5, (1990): 327-332.
- Paquet, G., « The Strategic State », dans *Finding Common Ground*, J. Chrétien, éditeur, Hull: Les éditions Voyageur, 1992, p. 85-101. Pour une version plus étoffée, voir le document principal 94-16, Ottawa.
- Paquet, G., « La réinvention de la gouvernance », *Opinion Canada*, 2, 2, (1994): 1-5.
- Paquet, G. et J. Roy, « Prosperity Through Networks: The Bottom-Up Strategy That Might Have Been », dans *How Ottawa Spends 1995-96*, Susan Phillips, éditeur, Ottawa: Carleton University Press, 1995, p. 137-158.
- Perroux, F., *Economie et société*, Paris: Presses Universitaires de France, 1960.
- Piore, M.J., « Fragments of a Cognitive Theory of Technological Change and Organizational Structure », dans *Networks and Organizations*, N. Nohria et R.G. Eccles, éditeurs, Boston: Harvard Business School, 1992, p. 430-444.
- Polanyi, K., « The Economy as Instituted Process », dans *Primitive, Archaic and Modern Economies*, New York: Anchor Books, 1968, p. 139-174.
- Porter, M.E., *The Competitive Advantage of Nations*, New York: The Free Press, 1990.
- Putnam, R.D., *Making Democracy Work*, Princeton: Princeton University Press, 1993.
- Resnick, M., « Changing the Centralized Mind », *Technology Review*, 97, 5, (1994): 32-40.
- Rheingold, H., *The Virtual Community*, Reading, MA: Addison-Wesley, 1993.
- Rivlin, A.M., *Reviving the American Dream*, Washington: The Brookings Institution, 1992.
- Saxenian, A., *Regional Advantage*, Cambridge: Harvard University Press, 1994.
- Stoffaers, C., *Fins de mondes*, Paris: Éditions Odile Jacob, 1987.
- Storper, M., « The Limits of Globalization: Technology Districts and International Trade », *Economic Geography*, 68, 1, (1992): 60-93.
- Storper, M., « Regional Worlds of Production: Learning and Innovation in the Technology Districts of France, Italy and the USA », *Regional Studies*, 27, 5, (1993): 433-455.
- Tassey, G., *Technology Infrastructure and Competitive Position*, Norwell: Kluwer, 1992.
- Todtling, F., « The Uneven Landscape of Innovation Poles: Local Embeddedness and Global Networks », dans *Globalization, Institutions and Regional Development in Europe*, A. Amin et N. Thrift, éditeurs, Oxford: Oxford University Press, 1994, p. 68-90.
- Voyer, R. et P. Ryan, *The New Innovators*, Toronto: Lorimer, 1994.
- Webber, A.M., « What's So New About the New Economy? », *Harvard Business Review*, 71, 1, (1993): 24-42.
- « Welcome to Cascadia », *The Economist*, (21 mai 1994) : 52
- Wriston, W.B., *The Twilight of Sovereignty*, New York: Charles Scribner's & Sons, 1992.

Commentaires

John Burbidge
Département d'économique
Université McMaster

Cet article s'en prend aux systèmes d'innovation nationaux, affirmant que les réseaux d'information de niveau intermédiaire réussissent, de fait, beaucoup mieux à élaborer de nouvelles technologies. Les auteurs préconisent quelque chose d'équivalent aux conseils métropolitains de la technologie suggérés par le Conseil des sciences du Canada en 1984. Leur thèse est que «à mesure que progresse la mondialisation, une désintégration nationale se produit, et les composantes subnationales gagnent en importance» (Acs et autres). Bien que les paliers intermédiaires puissent effectivement stimuler la croissance économique, l'encouragement indu des systèmes de gouvernement subnationaux pourrait se révéler fort nocif. Permettez-moi d'en fournir quelques exemples.

On a beaucoup écrit sur des modèles de régions concurrentielles. Dans ces exemples, les régions sont dotées d'un territoire, d'une main-d'oeuvre et d'un capital, et les gouvernements régionaux adoptent des politiques fiscales et de transfert qui optimisent un certain niveau de bien-être dans chaque région. Bien qu'il se trouve des cas d'exception, où l'équilibre à la Nash de ces régions concurrentielles est productif, il existe des milieux plus réalistes où la concurrence interrégionale entraîne un gaspillage des ressources. La limitation de la concurrence interrégionale par une autorité nationale peut se révéler fort profitable. Dans le présent contexte, je crains que les conseils métropolitains de la technologie ne seraient pas impartiaux. Ils se livreraient inévitablement à certains jeux stratégiques entre eux (et avec d'autres organisations à l'extérieur du Canada) qui mèneraient fort probablement à un équilibre improductif, de la même façon que la concurrence en matière d'impôt sur le capital et les guerres tarifaires débouchent sur des équilibres improductifs. En l'absence d'un modèle quelconque de fonctionnement de ces conseils de la technologie (ou de toute autre organisation chargée de stimuler l'innovation locale), il est difficile de savoir à quoi s'attendre.

La thèse voulant que la mondialisation entraîne nécessairement une désintégration nationale semble être en contradiction avec la formation de fédérations en Europe et ailleurs dans le monde, ex. la participation du Canada à l'Accord de libre-échange nord-américain (ALENA). Le fait de se confédérer ou de se déconfédérer évoque, selon moi, deux phases d'un mouvement pendulaire. Une concurrence stratégique effrénée entre les régions entraîne éventuellement des conséquences nettement peu attrayantes pour la plupart des citoyens. Les gouvernements régionaux se rendent compte éventuellement qu'il y va de leur intérêt d'avoir une certaine coordination politique. Le processus de confédération

s'enclenche et, avec le temps, la centralisation du pouvoir s'accroît au sein de la fédération. Il se peut que, pour des raisons bureaucratiques ou autres, le gouvernement «national» devienne moins efficace. La pression monte alors dans les régions en faveur d'un retour du pouvoir vers les gouvernements régionaux. Le processus de déconfédération s'amorce et, bientôt, le pendule revient au modèle de la concurrence régionale. En résumé, il n'est pas évident à mes yeux qu'il existe un rapport de causalité entre la mondialisation et la constitution ou la dissolution de fédérations. On pourrait s'attendre à ce que plus le marché accessible est grand, plus la mondialisation favorise la formation de fédérations, les avantages de l'innovation étant alors plus importants.

Alors que les provinces et les municipalités se disputent les industries de pointe, le gouvernement national devrait peut-être adopter certaines des mesures suivantes :

- Imposer des limites à la concurrence interprovinciale et intraprovinciale, de manière que les entreprises de haute technologie puissent choisir de s'installer dans un endroit pour des raisons autres que des arrangements spéciaux avec les autorités locales.
- Éliminer les barrières commerciales interprovinciales et intraprovinciales.
- Améliorer la qualité du système d'éducation, de manière que les entreprises canadiennes et étrangères soient incitées à embaucher une main-d'oeuvre canadienne qualifiée et à s'installer au Canada.
- Assurer la qualité des infrastructures de communication et de transport. On imagine mal des entreprises de haute technologie s'installant là où l'infrastructure de transport ou de communication serait déficiente.



*Partie V Le Canada et la révolution
des télécommunications
dans le monde*



Lars-Hendrick Röller
Recherche, compétitivité et
changement industriel
Wissenschaftszentrum, Berlin
Économie industrielle, Université
de Humboldt (Berlin) et Centre of
Economic Policy Research (Londres)

et Leonard Waverman
Département d'économie et
Centre des études internationales,
Université de Toronto et
Centre de recherche en économie et
statistique (Paris)

10

Les répercussions de l'infrastructure des télécommunications sur le développement économique

INTRODUCTION

LA QUESTION DES SOURCES DE LA CROISSANCE économique figure parmi les plus importants thèmes de réflexion chez les économistes. En 1986, Romer a entrepris une série d'analyses théoriques et empiriques portant essentiellement sur l'endogénéité du processus de croissance tel qu'il est comparé aux modèles néoclassiques du type Solow (1956), qui utilisent une fonction de production agrégée et des variables représentant des changements techniques exogènes. Beaucoup de chercheurs ont depuis lors essayé de cerner les composantes d'une économie nationale qui sont à l'origine de la croissance. Nombre d'entre eux ont cherché à établir si la croissance économique (revenu par tête) converge vers celle des États-Unis et quelles forces seraient susceptibles d'entraîner cette convergence (Barro et Sala-i-Martin, 1992; Mankiw, Romer et Weil, 1992; DeLong et Summers, 1991, 1992).

Grossman et Helpman (1994) ont passé en revue les travaux récents sur les déterminants de la croissance économique et les ont répartis en trois catégories. Dans la première, ils ont inclus l'accumulation du capital «général», y compris le capital humain (Mankiw, Romer et Weil, 1992) et différents types de capital physique (équipement chez DeLong et Summers, 1991, 1992). Dans la seconde, ils ont placé les retombées ou les économies externes (Romer, 1986; Lucas, 1988). Et dans la troisième catégorie, ils ont fait de l'innovation industrielle le moteur de la croissance (Grossman et Helpman, 1994, p. 24). Quah (1993a, 1993b, 1995) a critiqué toutes les études empiriques où il est question de savoir si la croissance à long terme converge dans un certain nombre de pays. Il soutient que ces études, où l'on examine un échantillon de taux de croissance, ne peuvent pas éclaircir le

thème de la convergence, puisque le processus de croissance n'y est pas étudié. Par définition, un seul échantillon de taux de croissance concorde avec n'importe quelle distribution de ces derniers au fil du temps.

D'autres écrits nouveaux concernent par ailleurs les produits des investissements dans les infrastructures publiques [voir, par exemple, Munnell (1992)]. Le débat au sujet de l'effet d'élasticité des investissements d'infrastructure sur la croissance a suscité un nouvel intérêt depuis la parution de l'étude d'Aschauer (1989), qui a révélé toute l'étendue et l'importance de cet effet (0,39). Le modèle d'Aschauer correspond à une démarche classique fondée sur une fonction de production, et on lui a reproché de ne tenir compte ni des causalités pertinentes ni des problèmes économétriques que pose le caractère non stationnaire des données [voir Hulten et Schwab (1991); Jorgensen (1991)].

Dans le présent exposé, nous cherchons à savoir comment l'infrastructure des télécommunications influe sur la croissance économique. Cette question est importante pour plusieurs raisons. En effet, l'inforoute et ses incidences possibles sur l'économie font couler beaucoup d'encre actuellement. Dans le présent tome, Globerman examine une série de problèmes pour prévoir les effets éventuels des progrès observés dans ce domaine. Nous choisissons ici les 20 dernières années pour étudier les répercussions de l'évolution des télécommunications, plus précisément celles des investissements dans le domaine, sur la croissance économique globale. Il faut toutefois se rappeler que les effets de la «révolution de l'information» ont une portée beaucoup plus générale que ceux qu'elle a eus dans des domaines tels que les méthodes de production ou la gestion des stocks. Nous n'essayons pas d'évaluer les changements sociétaux, tels que l'émergence de l'«entreprise virtuelle».

En soutenant que l'infrastructure des télécommunications d'un pays donné influe sur sa croissance économique, nous affirmons que les investissements dans le domaine des télécommunications ont des retombées et entraînent des externalités.

Tout le monde sait qu'un système de communications moderne est essentiel au développement. Des études réalisées par la Commission économique des Nations Unies pour l'Europe (1987), par l'Union internationale des télécommunications (1986), et par Saunders, Warford et Wellenius (1983) pour la Banque mondiale affirment la nécessité pour un pays d'avoir un secteur des télécommunications moderne et efficace dans son infrastructure de base; c'est aussi une condition *sine qua non* de la croissance économique.

Les investissements dans l'infrastructure des télécommunications peuvent favoriser la croissance économique nationale de plusieurs façons. Là où le réseau téléphonique est rudimentaire, les communications entre les entreprises sont limitées, et il en coûte alors beaucoup pour faire des commandes et recueillir les données et chercher des services.

Wellenius (1977) soutient ce qui suit :

Avec les télécommunications, on peut supprimer certaines des contraintes matérielles dont souffre la communication organisationnelle dans tous les secteurs de l'économie, ce qui permet d'accroître la productivité grâce à une amélioration de la gestion et de l'administration et de choisir une structure et des lieux différents. Voilà qui contribue à l'évolution d'organisations de plus en plus grandes et complexes ! Grâce aux télécommunications, les marchés gagnent en efficacité; il devient possible de réagir vite aux signaux du marché à l'échelle locale, régionale, nationale et mondiale. Les ménages fonctionnent mieux, car les télécommunications améliorent l'accès aux biens et aux services. Les travaux pour lesquels il n'est pas souhaitable de séparer totalement lieu de travail et lieu de résidence en bénéficient [cité dans Hardy (1980), p. 237].

Au fur et à mesure que le réseau téléphonique s'améliore, les frais d'exploitation chutent, et la production augmente chez les entreprises de secteurs particuliers de l'économie. «Si le téléphone a une incidence sur l'économie d'un pays, ce sera parce que les chefs d'entreprise et les gestionnaires auront de meilleurs moyens de communiquer les uns avec les autres, rapidement et au-delà de distances toujours plus grandes.» (Hardy, 1980, p. 279.) Les investissements dans l'infrastructure des télécommunications et les services qui en découlent entraînent donc des externalités importantes; grâce à eux, les unités de production peuvent améliorer leur rendement. L'importance des externalités augmente à mesure que grandit la composante «informations» du processus de production. L'investissement dans l'infrastructure des télécommunications est source de croissance, car les produits de l'infrastructure (câbles et commutateurs, p. ex.) entraînent une hausse de la demande des biens et des services utilisés dans leur fabrication. Tous les investissements ont cet effet, qui n'est donc pas particulier à un petit ensemble d'infrastructures (ex. : télécommunications, autoroutes, santé et éducation). L'infrastructure des communications d'un pays donné est à la disposition de toutes les entreprises et de tous les secteurs d'activité; sous certains aspects, c'est un bien public. Plus il est facile de communiquer, plus les entreprises sont à même de s'adonner à de nouvelles activités productives.

D'après les écrits économiques, l'amélioration des télécommunications et l'innovation dans ce domaine profitent beaucoup plus à la société qu'aux entreprises du secteur. Une meilleure infrastructure des communications a sur l'économie des répercussions analogues à celles d'un accroissement des innovations - pour les entreprises utilisant les services de télécommunications, une amélioration dans ce secteur fait bifurquer vers le haut la courbe de leur fonction de production. En outre, les retombées sociales de l'investissement fait dans l'infrastructure des télécommunications sont beaucoup plus importantes que ce qu'il rapporte au secteur des télécommunications proprement dit. Nombre des avantages de cet investissement ne sont pas l'apanage de l'entreprise ou du secteur

concerné (réduction du coût des transactions, capacité de «chercher» des services partout, ou de s'adonner à un ensemble plus vaste d'activités productives, etc.). Donc, les investissements dans le domaine des télécommunications ont des conséquences favorables dans d'autres secteurs d'activité.

Selon Leff (1984), les télécommunications font baisser les frais fixes et variables de l'acquisition de l'information. Une expansion du réseau des télécommunications entraîne des externalités qui réduisent les coûts dans d'autres marchés : la recherche coûte moins cher, et les capacités d'arbitrage augmentent, tout comme la quantité d'informations sur la répartition des prix et des services. Tout cela abaisse le coût des transactions et améliore le fonctionnement des marchés utilisant les télécommunications. Leff a montré qu'avec le progrès des télécommunications, les entreprises peuvent mener des activités dans des lieux plus dispersés, et l'inefficacité X de la production diminue.

L'infrastructure des télécommunications peut donner un élan à la productivité nationale, ce qui se traduit par une croissance économique globale plus rapide et plus élevée. Dans un sens, les télécommunications équivalent à des retombées du savoir (Romer, 1990) et elles s'apparentent à un bien public à certains égards (elles ne font pas l'objet d'une rivalité), puisque ses avantages n'appartiennent pas en propre à un nombre limité d'intervenants. En outre, contrairement à d'autres formes de capitaux (le capital matériel, par ex.) introduits dans les modèles de croissance ou de fonction de production agrégée, toute infrastructure des télécommunications est de toute évidence propre à un pays donné, et les coûts en sont irrécupérables.

Les auteurs de plusieurs exposés examinent empiriquement l'influence qu'a l'infrastructure des télécommunications sur la croissance et le développement économiques. Elle a trois effets, et le problème principal consiste à les définir.

- Le développement de l'infrastructure et des services connexes contribue à la croissance économique, et il ne s'agit pas ici du revenu des entreprises de télécommunications (l'effet externe de ce développement).
- Comme la demande de services de télécommunications est fonction des revenus, elle augmente à mesure que croît le produit national brut (PNB).
- Il faut faire la distinction entre les incidences d'une infrastructure renforcée, d'une part, et, d'autre part, les nombreux intrants qui améliorent ensemble les télécommunications ainsi que d'autres biens et services. Au cours des dernières décennies et parallèlement à la bonification du secteur des télécommunications s'est produite une révolution complète dans les domaines de l'électronique et de l'informatique. Il faut prendre garde de ne pas attribuer aux télécommunications des retombées ou des externalités dues aux investissements faits dans le secteur de l'informatique.

Il est difficile de distinguer ces trois effets les uns des autres; en fait, dans les quelques études qui ont porté sur les retombées des investissements faits dans l'infrastructure des télécommunications, les auteurs n'ont pas toujours essayé de le faire.

Règle générale, ces auteurs emploient des modèles simples à équation unique. Cependant, des problèmes de causalité affaiblissent tout modèle de ce genre, surtout s'il établit un lien entre l'infrastructure des télécommunications et la croissance. La causalité va clairement dans les deux sens, et, à moins que l'on prenne en compte l'endogénéité de l'investissement fait dans l'infrastructure susmentionnée, l'effet mesuré de la croissance sera biaisé à la hausse. En outre, les modèles empiriques de croissance endogène nécessitent des éléments endogènes explicites, de manière que l'on puisse les différencier des modèles de Solow.

Quiconque tente de mesurer l'incidence d'une forme particulière de capital (l'infrastructure des télécommunications, par exemple) sur la croissance économique doit aussi prendre plusieurs problèmes en considération. Tout d'abord, il y a la question de la causalité, comme nous venons de le dire. En second lieu, il faut songer à l'endogénéité (investir dans l'infrastructure des communications correspond à un processus endogène). Il existe une demande et une offre de tels investissements, et les modèles doivent en tenir compte. Troisièmement, les travaux de Quah (1993a, b) font douter sérieusement de la validité des équations empiriques croisées simples, dont le membre gauche (équations de régression) est un taux de croissance moyen établi sur une longue période de temps. Du point de vue méthodologique, il semble préférable de modéliser le processus de croissance. En quatrième lieu, il faut veiller à éviter les corrélations fallacieuses. Comme nous le disions plus haut, la technologie des télécommunications s'est améliorée au cours des dernières décennies à cause des progrès observés en électronique et de toute la révolution s'étant produite dans le secteur des communications. Les travaux de recherche-développement faits dans le domaine de l'électronique ont eu des retombées, et l'on aurait tort d'attribuer ces dernières à l'évolution des télécommunications. De plus, il est essentiel de différencier les nombreuses forces qui engendrent la croissance simultanément; autrement, on attribuera aux progrès des télécommunications ce qu'il faudrait imputer à l'évolution survenue dans d'autres secteurs.

Dans les pages qui suivent, nous examinons des études antérieures avant de passer aux données existantes, nous nous arrêtons à un ensemble de corrélations et à un modèle réalisable qui pourrait nous aider à distinguer les divers effets les uns des autres.

LES TÉLÉCOMMUNICATIONS ET LA CROISSANCE : ANALYSES ANTÉRIEURES

UNE DES PREMIÈRES ÉTUDES PUBLIÉES sur les incidences possibles des télécommunications sur la croissance a été celle de Hardy (1980). Pour 15 pays industrialisés et 45 pays en développement, Hardy a établi, pour la période allant de 1960 à 1973, une régression du produit intérieur brut (PIB) par tête sur le PIB par tête décalé d'un an, ainsi que sur le nombre de téléphones par tête et de radios décalé d'un an. Le nombre de téléphones par tête avait des répercussions importantes sur le PIB, contrairement à celui des radios. Cependant, quand il a

tenté d'établir des régressions distinctes pour les économies industrialisées et les économies en développement, il n'a observé aucun effet digne de mention. Hardy a attribué cela à la petite taille des échantillons, mais le phénomène s'expliquait peut-être aussi par le fait qu'il avait essayé d'appliquer une même régression à deux populations différentes, ce qui aurait donné une régression «fallacieuse». Hardy ne s'est pas arrêté au rapport inverse de cause à effet entre le PIB et la demande de services de télécommunications. Il a par ailleurs dressé, pour neuf pays, une équation de régression comparant la croissance des réseaux téléphoniques à l'accroissement des connaissances, à une meilleure répartition des ressources, et aux économies d'échelle telles que Dennison (1974) les a mesurées. Hardy a mal caractérisé l'importante corrélation positive observée ici. «S'il existe une corrélation significative entre la croissance du réseau téléphonique entre 1950 et 1955 et les variables contribuant à la croissance du revenu entre 1955 et 1962..., alors on peut en déduire jusqu'à un certain point que l'expansion du réseau *influe* (les italiques sont ajoutées) sur ces variables.» (Hardy, 1980, p. 284.) La corrélation n'est pas une causalité, et les résultats de Hardy intègrent à la fois l'effet des télécommunications sur la croissance et l'effet simultané de la croissance sur la demande de services de télécommunications.

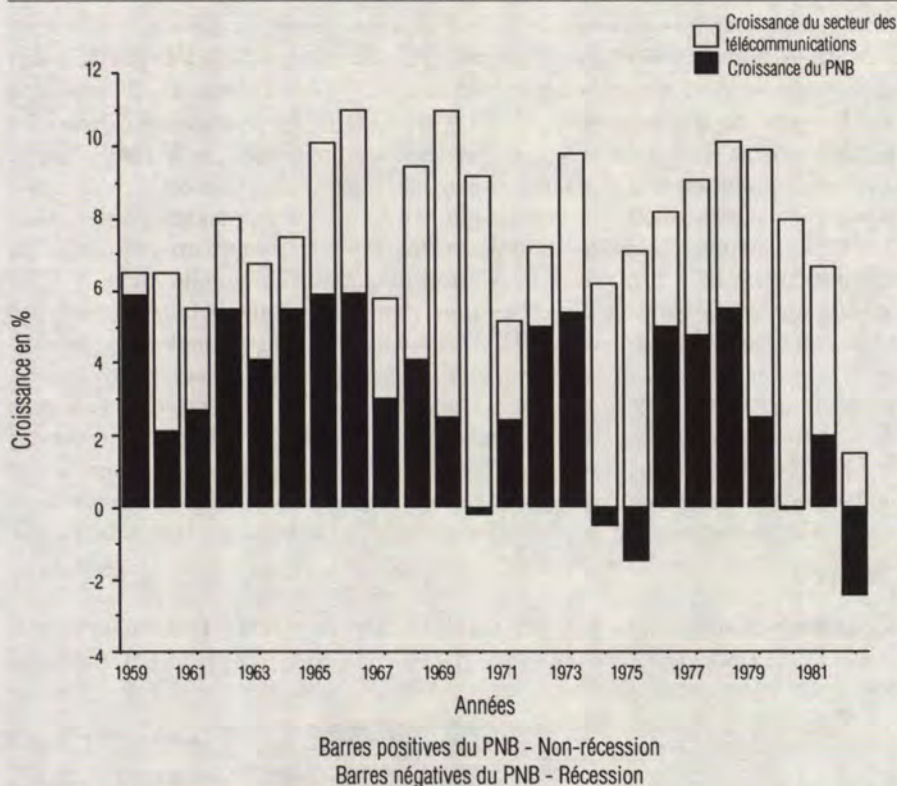
Le DRI (McGraw-Hill, 1991) a soutenu que les gains généraux en efficience de l'économie américaine, observés depuis les années 1960, étaient en partie dus à une meilleure infrastructure des télécommunications. La Figure 1 montre la croissance du secteur des télécommunications et celle du PNB aux États-Unis. La corrélation dans l'évolution des deux séries est évidente. La Figure 2 nous renseigne sur le taux élevé de croissance de l'efficience totale (tous facteurs pris en compte) dans le secteur même. Notons que cette efficience (une baisse du prix des services de télécommunications par rapport aux prix d'autres biens et services) et une élasticité-revenu plus grande que 1 aboutiraient à la corrélation montrée à la Figure 1. Cette corrélation ne peut montrer, en fait, que les répercussions du cycle économique sur la demande de services de télécommunications. Nous examinons plus bas un certain nombre de corrélations significatives, mais nous soulignons bien que ce ne sont pas des relations de causalité.

Dans son étude, le DRI a cherché à mesurer de deux façons les effets positifs des télécommunications : il a estimé directement, en trois stades, les gains d'efficience de l'économie américaine attribuables aux télécommunications, et il a examiné indirectement la relation de causalité mutuelle entre la croissance du PNB et celle du secteur des télécommunications.

Dans l'estimation directe, il a fallu calculer les gains en efficience pour divers secteurs génériques (2 chiffres, dans la CTI) et pour l'ensemble de l'économie, gains qui étaient attribuables à l'augmentation de la production et de la consommation de services de télécommunications, ainsi qu'aux effets combinés de cette augmentation. Tout d'abord, pour 29 de ces secteurs (l'alimentation ou les textiles, par ex.), le DRI a utilisé des moyens économétriques pour dresser la relation concernant la production. Ainsi, il a mis en corrélation la production

FIGURE 1

CROISSANCE DU SECTEUR DES TÉLÉCOMMUNICATIONS, COMPARÉE À CELLE DU PNB



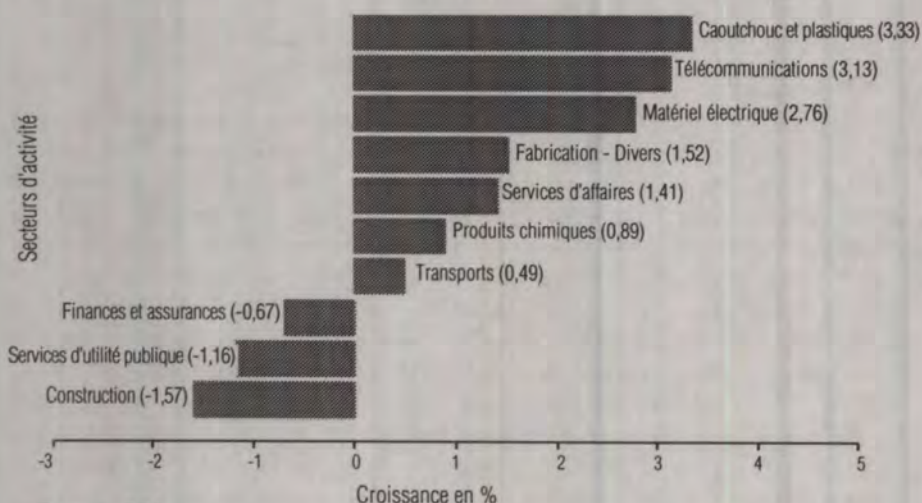
matériaux et les intrants «télécommunications», d'autre part, pour les années 1963 à 1982.¹ Puis, il a calculé de manière hypothétique la production alimentaire de 1982 à partir des intrants «télécommunications» de 1963, et il a estimé les conséquences pour les coûts de production. Le DRI s'est servi des tableaux «intrants - extrants» dressés pour 1963 et 1982 pour évaluer les changements technologiques qui ont engendré les services de télécommunications mêmes (par ex., s'il y a moins de fils et plus de câbles à fibres optiques, cela influe sur la production d'autres biens et services) et pour mesurer l'évolution des intrants (autres que les télécommunications), à partir de la fonction «coût économétrique», pour les divers pays. Cela touche aussi la production industrielle indirecte. En combinant ces deux effets, on obtient un monde hypothétique qui, en 1982, utilise la gamme d'intrants et de données «télécommunications» de 1963. Enfin, en comparant ce monde théorique aux données réelles de 1982, les auteurs ont conclu qu'il aurait fallu, en 1982, dépenser 52 milliards de dollars de plus en main-

d'oeuvre et en immobilisations, si l'on s'était servi de l'intrant «télécommunications» de 1963 combiné aux données de 1982 pour la main-d'oeuvre, les immobilisations et les matériaux. En 1982, le secteur des télécommunications lui-même a utilisé des ressources supplémentaires de 17 milliards, comparativement à 1963. Par conséquent, le DRI a conclu que l'économie américaine avait gagné 35 milliards grâce à l'évolution des télécommunications observée entre 1963 et 1982 (voir le Tableau 1)².

En guise de deuxième test, le DRI a examiné le degré de causalité entre les investissements réels dans le secteur des télécommunications³ et le PNB réel, vu qu'avec un coefficient d'élasticité-revenu supérieur à un, l'économie américaine plus riche, en 1982, aurait consommé plus d'intrants «télécommunications» qu'en 1963.⁴ Le secteur des télécommunications est-il vraiment un moteur de la croissance? Le DRI a examiné la relation de causalité mutuelle entre le PNB annuel agrégé des États-Unis et les investissements annuels faits au titre des télécommunications entre 1955 et 1988. Pour cela, il n'a pas employé un modèle de la relation susmentionnée, mais plutôt un test statistique de cette dernière (les tests Granger, Sims et Sims modifiés). L'analyse a révélé l'existence d'un processus de réciprocité, suivant lequel les investissements faits dans les télécommunications favorisaient l'activité et la croissance économiques, tandis que celles-ci stimulaient la demande d'investissements dans ce secteur (DRI, 1991, p. F.5). Les résultats ne renseignaient aucunement sur l'ampleur de la réciprocité ni sur la structure de la

FIGURE 2

CROISSANCE ANNUELLE (EN %) DE L'EFFICIENCE TOTALE DES FACTEURS
DANS CERTAINS SECTEURS D'ACTIVITÉ (DE 1963 À 1982)



Source : DRI.

TABLEAU 1

**ÉCONOMIES TOTALES ATTRIBUABLES À L'UTILISATION ACCRUE DES
TÉLÉCOMMUNICATIONS (TC) ET À UNE PRODUCTION PLUS EFFICIENTE DES
SERVICES DE TÉLÉCOMMUNICATIONS (EN MILLIONS DE DOLLARS DE 1990)**

Le tableau montre la quantité totale de main-d'oeuvre et de capital épargnée par l'économie en 1982, aux prix de 1990, par suite de l'amélioration des méthodes de production des services de télécommunications et grâce à une utilisation accrue de ces derniers. On y voit aussi la ventilation des épargnes totales entre (1) celles qui résultent d'une production améliorée et (2) d'un accroissement de l'utilisation. La première colonne montre les épargnes totales; la deuxième, les économies qu'a permis de réaliser l'amélioration des produits de télécommunications; la troisième, celles qu'a entraînées l'utilisation accrue des télécommunications. Si la valeur est positive pour un secteur d'activité donné, cela signifie que, grâce aux télécommunications, celui-ci a utilisé moins de main-d'oeuvre et de capital pour contribuer, comme il l'a fait, au PNB en 1982. De même, si la valeur est négative, l'économie aura utilisé davantage la main-d'oeuvre et le capital du secteur d'activité en question.

	Épargnes totales	Épargnes dues à une production plus efficente (TC)	Épargnes dues à une utilisation accrue des services de télécommunications (TC)
Commerce de gros et de détail	18026	480	17545
Construction	9631	766	8865
Services divers	4381	25	4357
Services personnels	3938	-92	4030
Finances et assurances	2702	218	2483
Matériel électrique et électronique	2498	-284	2782
Services d'affaires	2425	75	2350
Immobilier	1814	63	1751
Réparations de véh. automobiles	1441	337	1104
Transports et entreposage	1336	-11	1348
Services d'utilité publique	1283	392	891
Alimentation	589	7	582
Imprimerie et édition	577	-154	730
Machines non électriques	488	-43	531
Produits chimiques	488	-9	497
Loisirs	475	-4	479
Agriculture, foresterie et pêches	395	48	347
Autre matériel de transport	349	-9	358
Fabrication - Divers	260	-24	284
Papier et carton	251	-18	269
Métaux usinés	230	24	206
Caoutchouc et plastiques	146	3	143
Instruments	116	-8	124
Tabac	24	0	24
Cuir	21	0	22
Meubles	21	0	20
Textiles	-51	-2	-49
Véhicules automobiles et équipement connexe	-157	-40	-118
Total : secteurs autres que TC	53696	1738	51958
Télécommunications	27590	44754	-17165 ^a
ENSEMBLE DE L'ÉCONOMIE	81286	46493	34793

Remarque : ^aLa forte valeur négative pour les télécommunications montre que l'économie a utilisé considérablement plus les services de télécommunications entre 1963 et 1982.

relation. On a critiqué cette étude du DRI parce qu'elle ne fait pas la distinction entre, d'une part, les investissements dans les télécommunications et, d'autre part, d'autres sources de croissance [*National Telecommunications and Information Administration (NTIA)* du gouvernement américain], et en raison de ses données économétriques [*TEKNIBAK (TB)*, 1993]. La NTIA a montré que d'autres sources de croissance (la R-D en général, ou des effets dans des industries particulières) pourraient expliquer les gains en efficacité que le DRI a attribués aux télécommunications. La TB a critiqué l'analyse de causalité employée par le DRI.

Dans une étude de 1993 menée pour la Commission européenne, la TB a mis à profit une étude américaine de 1992 exécutée par l'*Economic Strategy Institute*. La TB a essayé d'évaluer la croissance différentielle qu'entraînerait l'adaptation de nouvelles infrastructures perfectionnées de télécommunications en Europe. L'ESI et la TB ont elles aussi adopté pour cela une démarche économétrique. La TB a examiné la relation de causalité entre les investissements dans les télécommunications, le PIB et le rendement par employé. Comme elle avait critiqué la démarche économétrique choisie par le DRI (les tests Granger et Sims modifiés), la TB en a retenu une autre (représentation de la correction des erreurs). Existe-t-il une relation de causalité mutuelle entre, d'une part, les investissements susmentionnés et, d'autre part, le PNB et la productivité ? Le DRI avait étudié les données de l'économie américaine globale, mais la TB a examiné la nature de cette relation dans 32 industries et dans cinq pays. L'analyse n'a pas révélé la présence d'un fort lien causal entre les investissements en question et le PIB sectoriel, ou la productivité (TEKNIBANK, 1993, p. 52). Cependant, la TB a cherché à définir le rapport qui existait, par exemple, entre les investissements dans les télécommunications et la croissance du rendement dans l'industrie alimentaire. Certes, c'est là un test trop limité. Comme nous le disons dans notre introduction, c'est l'infrastructure nationale des télécommunications qui importe essentiellement. Les télécommunications déterminent la croissance de l'économie toute entière : les investissements faits dans une infrastructure fondamentale influent sur la capacité générale de produire. Ce sont les répercussions de ces investissements en dehors de l'industrie alimentaire qui engendrent l'externalité (l'incidence différentielle, qui est plus grande que la contribution des investissements dans les télécommunications à la croissance). Par conséquent, la TB limite inutilement son analyse en examinant la relation entre les télécommunications et la croissance au niveau sectoriel. En outre, il est certes intéressant d'étudier la relation de causalité tout simplement, mais ce n'est pas en soi une démarche suffisante pour analyser à fond cette question complexe.

C'est Norton (1992) qui a fourni l'analyse la plus complète faite jusqu'ici sur les rapports entre les télécommunications et l'économie. Il s'est fié aux arguments de Leff (1984), selon lesquels une amélioration de l'infrastructure des télécommunications réduisait le coût des transactions. Il a dressé l'équation suivante, entre 1957 et 1977 :

$$\begin{aligned}
 MDY_i = & a_0 + a_1 YPC + a_2 MDPOP + a_3 SDY \\
 & + a_4 SRM + a_5 MDEXX + a_6 MIDINF \\
 & + a_7 TELPOP57 + A_8 AVTELOPOP + a_9 MIX + a_{10} CLD
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

où MDY_i est le taux de croissance annuel moyen du produit intérieur ou national, au cours des années de l'échantillon; YPC_i correspond au revenu par tête de l'année initiale, pour le pays I , en milliers de dollars américains, aux prix internationaux pratiqués au début de la période; $MDPOP_i$ désigne le taux moyen annuel de la croissance démographique pour le pays I ; SDY_i est l'écart-type de la production réelle du pays I ; SRM_i est égal à l'écart-type de la masse monétaire du pays I ; MDM_i est le taux de croissance moyen de la masse monétaire du pays I ; $MDGX_i$ correspond à la croissance moyenne du ratio «dépenses gouvernementales/production»; $MDEXX_i$ est égal à la croissance moyenne des exportations, en tant qu'élément de la production; $MDINF_i$ est la croissance moyenne du taux d'inflation; $TELOPOP57$ correspond au nombre de téléphones pour 100 habitants en 1957; $AVTELOPOP$ est le nombre moyen de téléphones qui existaient entre 1957 et 1977; MIX est égal au ratio moyen de l'investissement sur le PIB, de 1957 à 1977; et CLD est une variable fictive pour un haut degré de liberté nationale.

On a employé les données réunies sur 47 pays. L'auteur a ajouté les variables «téléphones» à une étude antérieure de Kormendi et Megire (1985), qui examinaient comment les variables «masse monétaire» influent sur la croissance.

Norton a constaté que les deux variables «téléphones» étaient positives et significatives, et il a conclu que l'existence d'une infrastructure des télécommunications réduit le coût des transactions, vu que la production augmente quand il y en a une (Norton, 1992, p. 184). Comme le nombre de téléphones au début de la période est important, Norton a fait valoir que la relation n'est clairement pas attribuable à une causalité inverse (Norton, 1992, p. 184). L'inclusion de la variable «téléphones» renforce aussi l'hypothèse de la convergence (à tout le moins dans les pays riches) et réduit l'effet sur SRM (instabilité monétaire) (Norton, 1992, p. 188). Une interprétation possible est que les télécommunications augmentent la croissance en atténuant l'incertitude sur le plan macro-économique (Norton, 1992, p. 186).

Norton a par ailleurs établi une équation plus simple pour 78 pays, dans la base de données de Summers et de Heston, pour les années 1970 à 1980, et 1960 à 1980. Le membre droit de l'équation ne comprend que quatre variables : le revenu par tête dans l'année initiale; l'écart-type de la production réelle; le nombre de téléphones pour 100 habitants ($TELOPOP$), et une variable fictive pour les économies planifiées. Ici encore, la variable $TELOPOP$ est positive et significative. Cela concorde avec l'idée que les systèmes de télécommunications font chuter le coût des transactions et stimulent la croissance économique (Norton, 1992, p. 184).

Norton a ensuite estimé les taux de croissance plus élevés que la Birmanie, le Honduras, Sri Lanka et la Bolivie auraient eu avec les coefficients estimatifs et avec les taux de pénétration du téléphone observés au Mexique ou au Canada. Il a constaté que ces valeurs auraient eu des suites énormes, et il en a déduit que la Birmanie n'aurait fort probablement pas pu accroître de 55,5 % son taux de revenu de placements, ni son taux de croissance dans une proportion semblable, tout simplement en portant le nombre de téléphones à un niveau comparable à celui existant au Mexique (Norton, 1992, p. 190). Norton a conclu qu'il en était ainsi parce que les variables «télécommunications» intégraient de nombreux effets sur la croissance, y compris la croissance de tous les secteurs d'activité que les télécommunications encouragent⁵.

Le très grand effet que Norton a attribué à la pénétration du téléphone était sans doute dû à divers problèmes présents dans l'analyse. Il n'a construit aucun modèle endogène de la façon dont le taux de pénétration du téléphone a augmenté : on ne peut s'attaquer convenablement au problème de causalité en utilisant un taux d'une période antérieure quelconque, car c'est le processus par lequel ce taux augmente qui, dans une fonction de production agrégée, va engendrer la croissance. Parallèlement, c'est la hausse du revenu par habitant qui entraîne une demande accrue de téléphones. En outre, le modèle de Norton prend certes en compte de nombreuses variables d'ordre monétaire, mais il exclut des facteurs tels que l'augmentation de la main-d'oeuvre, la hausse du niveau de scolarité, et la R-D dans le pays en question.

Toutes ces études attestent jusqu'à un certain point que les investissements dans les télécommunications ont des effets externes, mais l'idée qu'un réseau moderne de télécommunications importe pour la croissance économique semble irréfutable. Si la France avait encore son réseau téléphonique vétuste de 1970, quand seulement 12 % des ménages avaient le téléphone et que seuls les signaux vocaux analogiques pouvaient être acheminés, les sièges sociaux et les usines, non plus que les succursales des banques, ne pourraient communiquer entre eux comme ils le font aujourd'hui, et l'on ne pourrait utiliser dans le pays les cartes de crédit et les caisses automatiques aussi aisément que maintenant. Cependant, les études actuelles ne font pas suffisamment bien la distinction entre les diverses façons dont les investissements faits dans une infrastructure particulière, telle que celle des télécommunications, peuvent influencer sur la croissance.

LES INVESTISSEMENTS DANS LES TÉLÉCOMMUNICATIONS ET LA CROISSANCE : DONNÉES ET CORRÉLATIONS

NOUS AVONS EMPLOYÉ DES DONNÉES portant sur 35 pays et sur les années 1970 à 1990. Parmi les pays en question figuraient 21 membres de l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE) et 14 pays en développement ou nouvellement industrialisés⁶. Les 35 pays sont énumérés dans le Tableau 2. Règle générale, les données étaient plus nombreuses dans le cas des économies industrialisées de l'OCDE que dans celui des autres.

Les données comprenaient des variables économiques générales et des caractéristiques des divers pays : PIB, indice synthétique des prix du PIB, population, IPC, investissement intérieur brut, épargne intérieure brute, déficit (ou excédent) du budget gouvernemental, superficie, densité de population, main-d'oeuvre active, taux de chômage, et pourcentage des enfants d'âge scolaire fréquentant l'école primaire et l'école secondaire. La majorité des éléments proviennent de la base de données de Summers et Heston (1991); c'est un ensemble d'informations communément utilisées pour évaluer empiriquement les diverses hypothèses sur la théorie de la croissance endogène. On a aussi recueilli des données sur diverses caractéristiques des réseaux de télécommunications : lignes principales, principales lignes résidentielles, liste d'attente pour l'accès aux lignes principales, trafic interurbain national et international, revenu provenant des services téléphoniques, trafic télex national et international, revenu provenant

TABLEAU 2

PAYS

Pays de l'OCDE	Pays en développement ou nouvellement industrialisés
Allemagne Autriche Australie Belgique Canada Danemark Espagne États-Unis Finlande France Grèce Irlande Italie Japon Norvège Nouvelle-Zélande Pays-Bas Portugal Royaume-Uni Suède Turquie	Algérie Argentine Brésil Chili Corée Costa Rica Égypte Inde Indonésie Malaisie Maroc Maurice Mexique Tunisie

des services télex, nombre de terminaux, fins de circuit branchées aux autocommutateurs, machines munies d'un dispositif de composition directe, et investissements dans les télécommunications. Une bonne partie de ces données (par ex., le nombre de terminaux) n'existaient que pour quelques années et quelques pays.

les corrélations simples entre diverses variables. Nous ne rendons pas compte de toutes ces corrélations, mais seulement des plus importantes ou des plus intéressantes. Nous rappelons, cependant, que les corrélations ne montrent pas les liens de causalité.

Le Tableau 3 fournit des estimations des taux de croissance moyens du PIB réel par habitant ainsi que du nombre de lignes principales pour 100 habitants, entre 1971 et 1990. Dans l'OCDE, le taux de croissance moyen du PIB par habitant se situait à 1,96 %, et celui du nombre de lignes principales, à 3,96 %. La Figure 3 montre le rapport qui existait au sein de l'OCDE, en 1990, entre le nombre de lignes principales pour 100 habitants et le PIB réel par habitant. Il est évident qu'il y a une corrélation positive entre le PIB par habitant et les taux de pénétration, et que le nombre de lignes a augmenté deux fois plus vite que le PIB.

Les Tableaux 4 et 5 contiennent les corrélations existant entre 10 variables, pour les 21 pays de l'OCDE et les 14 pays en développement ou nouvellement industrialisés. Ces corrélations illustrent les faits intéressants qui suivent, tout d'abord pour l'OCDE.

- Le PIB réel (GDPD) est très directement lié au nombre de lignes principales (indice de corrélation = 0,99). Cependant, la corrélation est moins forte entre le PIB réel par habitant et le nombre de lignes principales (0,42). L'indice de corrélation entre le taux de pénétration (nombre de lignes principales par habitant) et le PIB est faible (0,19), mais il est fort entre ce taux et le PIB par habitant (0,84).

Ce qu'il faut expliquer, c'est la corrélation entre le taux de pénétration (nombre de lignes principales par habitant) et le PIB par habitant. Il s'agit d'une relation endogène mutuelle, qui est elle-même due à des corrélations entre chacune des deux variables et d'autres facteurs (par ex., la R-D).

Vu la corrélation quasi totale (0,99) existant entre le nombre de lignes principales et le PIB réel dans toute l'OCDE, il n'est pas surprenant que les régressions du PIB sur les lignes principales révèlent l'existence d'effets importants. Cependant, la question de la causalité est vitale, vu la corrélation quasi totale probable entre le PIB réel et la consommation de viande, mais personne n'essaierait de soutenir que l'accroissement de la consommation de viande a déterminé le PIB.

- Il y a une corrélation positive entre le PIB réel (GDPD) et l'investissement total réel dans les télécommunications. Le coefficient chute sensiblement (tout en demeurant positif) quand on considère le PIB réel par habitant.

La corrélation de 0,33 entre le PIB réel par habitant et l'investissement réel dans les télécommunications peut s'expliquer par plusieurs facteurs. D'abord, si l'on établit une corrélation entre l'investissement dans l'ensemble de l'économie et l'investissement dans le secteur des télécommunications, une telle relation peut indiquer le début du cycle

TABLEAU 3

ÉVOLUTION DU PIB PAR HABITANT ET TAUX DE PÉNÉTRATION DES LIGNES PRINCIPALES DANS LES PAYS MEMBRES DE L'OCDE, DE 1971 À 1990

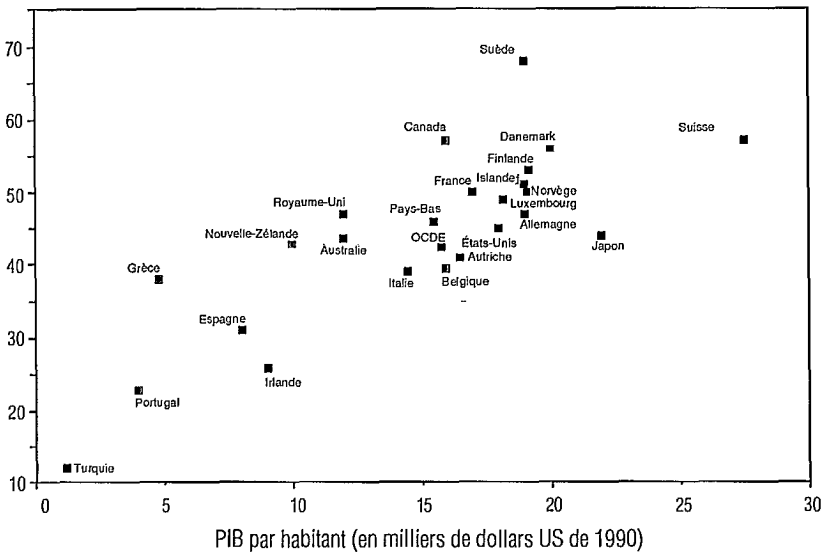
	PIB par habitant (En dollars US)		TCAC (%)	Lignes principales pour 100 habitants		TCAC (%)
	1971	1990	1971-90	1971	1990	1971-90
Allemagne	12 850	19 799	2,30	15,76	47,41	5,97
Australie	9 513	12 575	1,48	22,08	47,09	4,07
Autriche	10 230	16 991	2,71	14,19	41,76	5,85
Belgique	10 739	16 013	2,13	14,83	39,26	5,26
Canada	10 985	16 472	2,16	31,38	57,46	3,24
Danemark	14 708	20 496	1,76	26,50	56,63	4,08
États-Unis	14 719	18 656	1,26	34,06	45,34	1,52
Espagne	5 390	8 713	2,56	9,52	32,35	6,65
Finlande	10 860	20 135	3,30	20,49	53,54	5,18
France	11 359	17 399	2,27	9,02	49,78	9,41
Grèce	3 750	4 896	1,41	11,90	38,94	6,44
Irlande	5 764	99 21	2,90	8,23	28,06	6,67
Islande	11 648	19 724	2,81	28,99	51,37	3,06
Italie	7 834	14 718	3,37	12,90	38,77	5,96
Japon	13 383	22 443	2,76	15,39	43,60	5,62
Luxembourg	11 251	18 783	2,73	25,36	48,17	3,43
Norvège	12 767	19 962	2,38	19,75	50,28	5,04
Nouvelle-Zélande	9 409	10 490	0,57	29,37	43,47	2,10
Pays-Bas	11 685	16 080	1,69	18,24	46,42	5,04
Portugal	2 689	4 378	2,60	6,68	24,13	6,99
Royaume-Uni	8 490	12 625	2,11	16,51	44,25	5,32
Suède	13 676	20 001	2,02	45,90	68,33	2,12
Suisse	20 998	27 831	1,49	32,59	58,02	3,08
Turquie	723	1 201	2,71	1,16	12,38	13,26
Moyenne de l'OCDE	11 297	16321	1,96	20,38	42,58	3,96

Remarques : Le PIB par habitant est exprimé en dollars US (taux de change et prix de 1987); le sigle TCAC signifie « Taux de croissance annuel composé ».

Source : OECD *Communications Outlook*, 1993, ITU.

FIGURE 3

NOMBRE DE LIGNES PRINCIPALES POUR 100 HABITANTS



Source : OCDE / DRI.

investissement/croissance. Deuxièmement, le coefficient peut être faussé à la baisse vu que, dans la plupart des pays de l'OCDE, c'est une société d'État qui investit dans l'infrastructure des télécommunications. Par conséquent, les signaux du marché risquent de ne pas être les principaux motifs d'un tel investissement.

- On relève une corrélation positive entre le PIB réel et les revenus réels (services de téléphone) par ligne principale (0,3), mais une relation négative entre le PIB réel par habitant et ces mêmes revenus.
- Il existe un solide rapport entre le PIB réel par habitant et les revenus réels provenant des services de télex (ITXSD).
- On observe une relation fortement positive entre le taux de pénétration et le pourcentage d'enfants d'âge scolaire fréquentant l'école secondaire (0,65).

Cette corrélation montre froidement pourquoi il faut faire preuve de circonspection quand on construit des modèles explicatifs et interprète des corrélations. Il est peu probable qu'une augmentation du taux de pénétration, *ceteris paribus*, entraîne une hausse du pourcentage d'enfants dans les écoles, et la même observation vaut pour une augmentation de ce pourcentage, *ceteris paribus*, et la demande de téléphones. Cette corrélation est due aux relations existant entre les deux variables et le PIB, et elle fait

TABLEAU 4

CORRÉLATIONS, 1970-1990 : PAYS DE L'OCDE (N=257)

	GDPD	GDPDP	TELP	GERS	PEN	MAIN	ITXSD	TLF	GDID	TTID	GDD
GDPD	1,000 ^b	0,405 ^b	0,300 ^b	0,128 ^a	0,194 ^b	0,991 ^b	0,727 ^b	0,968 ^b	0,968 ^b	0,855 ^b	-0,833 ^b
GDPDP	0,405 ^b	1,000 ^b	-0,134 ^b	0,636 ^b	0,841 ^b	0,423 ^b	0,310 ^b	0,284 ^b	0,393 ^b	0,330 ^b	-0,233 ^b
TELP	0,300 ^b	-0,134 ^b	1,000 ^b	-0,330 ^b	-0,447 ^b	0,236 ^b	0,225 ^b	0,275 ^b	0,225 ^b	0,312 ^b	-0,229 ^b
GERS	0,128 ^b	0,636 ^b	-0,330 ^b	1,000 ^b	0,654 ^b	0,169 ^b	0,039	0,032	0,146 ^a	0,021	-0,029
PEN	0,194 ^b	0,841 ^b	-0,447 ^b	0,654 ^b	1,000 ^b	0,248 ^b	0,130 ^a	0,099	0,194 ^b	0,117 ^b	-0,049 ^b
MAIN	0,991 ^b	0,423 ^b	0,236 ^b	0,169 ^b	0,248 ^b	1,000 ^b	0,743 ^b	0,973 ^b	0,975 ^b	0,846 ^b	-0,824 ^b
ITXSD	0,727 ^b	0,310 ^b	0,225 ^b	0,039	0,130 ^a	0,743 ^b	1,000 ^b	0,760 ^b	0,678 ^b	0,726 ^b	-0,721 ^b
TLF	0,968 ^b	0,284 ^b	0,275 ^b	0,032	0,099	0,973 ^b	0,760 ^b	1,000 ^b	0,969 ^b	0,858 ^b	-0,854 ^b
GDID	0,968 ^b	0,393 ^b	0,225 ^b	0,146 ^a	0,194 ^b	0,975 ^b	0,678 ^b	0,969 ^b	1,000 ^b	0,838 ^b	-0,813 ^b
TTID	0,855 ^b	0,330 ^b	0,312 ^b	0,021	0,117 ^a	0,846 ^b	0,726 ^b	0,858 ^b	0,838 ^b	1,000 ^b	-0,754 ^b
GDD	-0,833 ^b	-0,233 ^b	-0,229 ^b	-0,029	-0,049	-0,824 ^b	-0,721 ^b	-0,854 ^b	-0,813 ^b	-0,754 ^b	1,000 ^b
Remarques :	^a Significatif au seuil de 10 % ^b Significatif au seuil de 1 %										
Variables :	GDPD : PIB réel par habitant TELP : prix réel du service téléphonique (\$ US de 1985) - Revenu réel total du service par ligne principale GERS : pourcentage d'enfants d'âge scolaire fréquentant l'école secondaire PEN : taux de pénétration, nombre de lignes principales par habitant MAIN : nombre de lignes principales ITXSD : revenu réel des services de téléx TLF : main-d'oeuvre totale multipliée par le ratio des inscriptions à l'école primaire GDID : investissements réels totaux du gouvernement TTID : investissement réel dans l'infrastructure des télécommunications (\$ US de 1985) GDD : excédent (déficit) réel du gouvernement, en millions de \$ US de 1985.										

partie d'un processus complexe suivant lequel les économies avancées résultent d'un accroissement des compétences humaines et du capital, dont le nombre de téléphones constitue un des éléments.

- Il y a une relation négative entre les revenus réels (services téléphoniques) par ligne principale et le pourcentage d'enfants d'âge scolaire fréquentant l'école secondaire (-0,33). Dans ce cas, la corrélation est probablement factice.
- On relève une relation négative entre les revenus réels (services téléphoniques) par ligne principale et le taux de pénétration (-0,45), mais une faible corrélation positive entre le nombre absolu de lignes principales et ces mêmes revenus.
- Il n'y a pas de solide corrélation entre le taux de pénétration et le PIB (mais il en existe une avec le PIB par habitant), la taille de la main-d'oeuvre totale, l'investissement dans l'infrastructure des télécommunications, les revenus réels provenant des services de télex, et le nombre de lignes principales.
- Il existe une forte corrélation entre les revenus réels des services de télex et le PIB réel (mais pas tant avec le PIB réel par habitant) et un certain nombre d'autres variables, telles que le nombre de lignes principales; cependant, on tient compte de cela en ne faisant aucune correction à l'égard de la taille du pays.
- On observe une forte corrélation négative entre le nombre de lignes principales et la taille du déficit budgétaire gouvernemental.

En ce qui concerne les pays en développement et les pays nouvellement industrialisés, il existe diverses corrélations intéressantes entre les variables, ainsi que des différences par rapport aux pays de l'OCDE.

- La corrélation entre le PIB réel (GDPD) et le nombre de lignes principales est beaucoup moins forte que dans les pays de l'OCDE.
- La corrélation entre le nombre de lignes principales et le pourcentage d'enfants d'âge scolaire fréquentant l'école secondaire est plus forte dans ces pays que dans ceux de l'OCDE, mais beaucoup moins quand on met en relation ce nombre et l'investissement réel dans le secteur des télécommunications.
- Il existe une forte corrélation négative entre le PIB réel par habitant et la taille de la main-d'oeuvre (TLF) dans les pays en développement; dans l'OCDE, la relation est positive.
- Dans l'OCDE, on relève une forte corrélation négative entre le PIB réel et l'excédent budgétaire réel du gouvernement; cela n'existe pas dans les économies en développement.

- Dans les pays en développement, on observe une relation positive entre le prix du téléphone (TELP) et le PIB par habitant; c'est le contraire dans les pays de l'OCDE.
- L'importante relation négative entre le prix du téléphone et le taux de pénétration dans l'OCDE n'existe pas dans les économies en développement examinées ici.
- Il existe une forte corrélation entre les revenus réels des services de télex (ITXSD) et les revenus (services téléphoniques) par ligne principale (TELP) dans les pays en développement, mais non dans l'OCDE.
- On relève une forte corrélation entre les revenus réels des services de télex et la main-d'oeuvre dans l'OCDE, mais non dans les 14 pays en développement examinés ici.
- Il y a une très forte corrélation entre l'investissement réel dans les télécommunications et le TELP dans les pays en développement, mais non dans l'OCDE.
- On observe une très forte corrélation entre l'investissement réel dans les télécommunications et le nombre de lignes principales et la main-d'oeuvre dans les économies de l'OCDE, mais non dans les pays en développement.
- Dans les pays de l'OCDE, il existe une corrélation négative entre, d'une part, la taille de l'excédent budgétaire réel du gouvernement et, d'autre part, le nombre de lignes principales, l'effectif total de la main-d'oeuvre, et l'investissement réel total; le coefficient est beaucoup plus faible dans les pays en développement.

Dans les tableaux 6 et 7, nous fournissons un deuxième jeu de corrélations, y compris les taux de croissance de plusieurs variables clés : le PIB et les taux de pénétration. Dans les 21 pays de l'OCDE examinés, nous avons observé une corrélation positive (modérée) entre le taux de pénétration au cours d'une année donnée et le PIB de cette même année. Cependant, il existe une forte relation *négative* entre le taux de pénétration d'une année quelconque et la croissance du PIB au cours de n'importe quelle période de 10 ans. Ainsi, le coefficient de corrélation entre le taux de pénétration en 1970 et la croissance au cours des années 1970 à 1989 s'établit à -0,56; il est le même pour les années 1970 à 1979, et se fixe à -0,44 pour la période allant de 1980 à 1989. La corrélation est aussi fortement négative entre le taux de pénétration d'une année donnée et la croissance de ce taux en 10 ans. Par exemple, la mise en corrélation du taux de pénétration en 1970 et de l'évolution de ce taux entre 1970 et 1979 donne un coefficient de -0,87. Notons qu'il existe une faible corrélation entre le revenu d'une année quelconque (1970, par ex.) et la croissance du revenu au cours des diverses périodes considérées. Toutefois, il y a une forte corrélation positive entre la croissance du taux de pénétration au cours d'une période donnée et l'évolution du revenu pendant cette dernière.

TABLEAU 5

CORRÉLATIONS, 1970-1990 : 14 PAYS EN DÉVELOPPEMENT (N = 115)

	GDPD	GDPDP	TELP	GERS	PEN	MAIN	ITXSD	TLF	GDID	TTID	GDD
GDPD	1,000 ^b	-0,231 ^b	0,227 ^a	-0,154 ^a	-0,124	0,441 ^b	0,302 ^b	0,897 ^b	0,932 ^b	0,304 ^b	-0,285 ^b
GDPDP	-0,231 ^a	1,000 ^b	0,435 ^b	0,526 ^b	0,625 ^b	0,372 ^b	0,509 ^b	-0,506 ^b	-0,111	0,509 ^b	-0,458 ^b
TELP	0,227 ^a	0,435 ^b	1,000 ^b	-0,080	-0,009	0,125	0,756 ^b	-0,063	0,271 ^b	0,729 ^b	-0,541 ^b
GERS	-0,154	0,526 ^b	-0,080	1,000 ^b	0,717 ^b	0,571 ^b	-0,028	-0,303 ^b	-0,015	-0,022	-0,019
PEN	-0,124	0,625 ^b	-0,009	0,717 ^b	1,000 ^b	0,785 ^b	0,023	-0,274 ^b	0,064	0,028	-0,036
MAIN	0,441 ^b	0,372 ^b	0,125	0,571 ^b	0,785 ^b	1,000 ^b	0,229 ^b	0,212 ^a	0,577 ^b	0,241 ^b	-0,240 ^b
ITXSD	0,302 ^b	0,509 ^b	0,756 ^b	-0,028	0,023	0,229 ^a	1,000 ^b	-0,063	0,298 ^b	0,968 ^b	-0,802 ^b
TLF	0,897 ^b	-0,506 ^b	-0,063	-0,303 ^b	-0,274 ^b	0,212 ^b	-0,063	1,000 ^b	0,770 ^b	-0,065	0,053
GDID	0,932 ^b	-0,111	0,271 ^b	-0,015	0,064	0,577 ^b	0,298 ^b	0,770 ^b	1,000 ^b	0,287 ^b	-0,254 ^b
TTID	0,304 ^b	0,509 ^b	0,729 ^b	-0,022	0,028	0,241 ^b	0,968 ^b	-0,065	0,287 ^b	1,000 ^b	-0,876 ^b
GDD	-0,285 ^b	-0,458 ^b	-0,541 ^b	-0,019	-0,036	-0,240 ^b	-0,802 ^b	0,053	-0,254 ^b	-0,876 ^b	1,000 ^b

Remarques : ^aSignificatif au seuil de 10 %
^bSignificatif au seuil de 1 %

Variables : GDPD : PIB réel par habitant
TELP : prix réel du service téléphonique (\$ US de 1985) - Revenu réel total du service par ligne principale
GERS : pourcentage d'enfants d'âge scolaire fréquentant l'école secondaire
PEN : taux de pénétration, nombre de lignes principales par habitant
MAIN : nombre de lignes principales
ITXSD : revenu réel des services de télex
TLF : main-d'oeuvre totale multipliée par le ratio des inscriptions à l'école primaire
GDID : investissements réels totaux du gouvernement
TTID : investissement réel dans l'infrastructure des télécommunications (\$ US de 1985)
GDD : excédent (déficit) réel du gouvernement, en millions de \$ US de 1985.

Comprenons-le bien, cela ne signifie pas qu'un haut taux de pénétration en 1970 a causé une croissance négative du PIB au cours des 20 années suivantes ! Cet ensemble de corrélations révèle plutôt que les pays dont le réseau téléphonique était plus développé en 1970 ont été ceux où le taux de croissance du PIB a chuté par la suite. Les années 1973 à 1990 ont été caractérisées par un fléchissement de la croissance (ce que l'on a appelé le «ralentissement de la productivité»).

Il est curieux que, dans cet ensemble de pays, la corrélation entre le nombre de téléphones par habitant et la croissance ultérieure soit négative. Notons aussi la corrélation fortement positive entre la croissance du PIB et celle du taux de pénétration. Répétons qu'à nos yeux, ces corrélations prouvent peu l'existence d'une causalité quelconque.

Dans le cas de l'échantillon, plus petit, de pays en développement, des relations quelque peu différentes s'établissent. Malgré une corrélation positive entre l'évolution du taux de pénétration et celle du revenu (sauf de 1980 à 1989, et de 1970 à 1980), la relation est faible entre le PIB et l'évolution du taux de pénétration, et elle n'est pas constamment négative comme c'est le cas dans les économies de l'OCDE.

INVESTISSEMENT DANS LES TÉLÉCOMMUNICATIONS ET CROISSANCE : UN MODÈLE ENDOGÈNE

DANS LES ÉTUDES EXISTANTES, nous trouvons des corrélations simples, des tests de causalité simples, ou des régressions *ad hoc*. Nous pouvons écarter la plupart de ces études, car elles ne sont pas assez rigoureuses; en outre, elles nous éclairent peu sur les liens précis entre l'évolution du secteur des télécommunications et la croissance économique, et elles fournissent peu d'éléments probants sur la mesure où les investissements dans les télécommunications engendrent des retombées. Norton (1992) est le seul à employer un modèle explicite et à mesurer les retombées. Cependant, son étude comporte des lacunes: Son modèle lie la croissance annuelle du PNB à un jeu de déterminants qui ne comprennent aucune des «sources» habituelles de croissance économique (par ex., l'accumulation de main-d'oeuvre et de capital). Par conséquent, le modèle de Norton manque gravement de spécificité. Il inclut les exportations, la masse monétaire, la croissance démographique (en remplacement de la main-d'oeuvre) et l'inflation, mais non le capital ou la main-d'oeuvre. Il prend l'investissement en compte dans une seule analyse de régression, mais il s'agit de l'investissement par rapport aux taux de revenu (MIX); en outre, dans cette régression, le taux de pénétration du téléphone en 1957 est négligeable, tandis que le taux de pénétration moyen est considérable. En examinant les déterminants de MIX, on voit que le taux de pénétration est pris en compte et qu'il est important. Cependant, Norton n'emploie pas une estimation en deux étapes, de sorte que les résultats du modèle ne sont pas nécessairement corrects.

Pour examiner la relation mutuelle entre l'évolution des télécommunications et la croissance économique, il y a deux démarches possibles. Outre celle qui se préoccupe de la croissance endogène, il y a une variante de la démarche mettant l'accent sur la fonction de production. Les modèles de croissance endogène servent à analyser le processus par lequel les économies accumulent à long terme le capital, la main-d'oeuvre et les innovations, et ils établissent un lien entre ce processus et la croissance économique. Dans ce contexte, on cherche essentiellement à rendre endogène le processus d'accumulation, de manière à pouvoir expliquer la croissance d'une économie à long terme. Cependant, les validations empiriques de tels modèles de croissance à long terme sont douteuses (Quah, 1993a, 1993b). Dans la seconde démarche, on commence par définir une fonction de production pour l'économie globale (afin de rendre compte des retombées vitales dans les divers secteurs). Contrairement au modèle de macro-croissance présenté plus haut, cette deuxième méthode ne suppose pas que l'économie est constamment en état d'équilibre.

Dans une analyse plus structurée que celles exécutées dans le passé, nous avons employé une fonction hybride de production qui rend endogène l'investissement dans les télécommunications. Afin d'intégrer le secteur des télécommunications à l'économie agrégée, nous avons défini un micro-modèle de l'offre et de la demande parallèlement à l'équation de macro-croissance. De cette façon, l'investissement dans les télécommunications est «endogénisé», et nous pouvons contrôler les effets causaux mentionnés plus haut. Pareille démarche est essentielle pour arriver à comprendre la relation de causalité mutuelle entre le PNB et la demande de téléphones.

Nous établissons une relation entre l'activité économique nationale *agrégée*, d'une part, et, d'autre part, l'ensemble du capital (K), le capital humain (HK), l'avancement de l'infrastructure des télécommunications, représenté ici par le taux de pénétration (TELECOM), et une tendance temporelle exogène (T). L'infrastructure des télécommunications est intégrée à l'équation (2) en tant que taux de pénétration plutôt que comme investissement dans les télécommunications, car les consommateurs demandent des lignes principales et non les investissements mêmes; en outre, il faut mesurer la demande de services de télécommunications afin de modéliser cette dernière ainsi que l'offre.

LA CROISSANCE

NOTRE ÉQUATION illustrant le rapport entre la fonction de production et la croissance agrégée est la suivante :

$$\text{GDPD}_{it} = f(K_{it}, \text{HK}_{it}, \text{TELECOM}_{it}, T) \quad (2)$$

TABLEAU 6

CORRÉLATIONS : 21 PAYS DE L'OCDE

	Y70	Y80	Y90	GDP7-9	GDP7-8	GDP8-9	PEN70	PEN80	PEN90	PEN7-9	PEN7-8	PEN8-9
Y70	1,00 ^b	0,99 ^b	0,99 ^b	-0,10	-0,18	0,02	0,28	0,24	0,08	-0,30	-0,16	-0,33
Y80	0,99 ^b	1,00 ^b	0,99 ^b	-0,07	-0,15	0,04	0,27	0,24	0,07	-0,29	-0,14	-0,32
Y90	0,99 ^b	0,99 ^b	1,00 ^b	-0,04	-0,13	0,07	0,26	0,23	0,06	-0,28	-0,13	-0,32
GDP7-9	-0,10	-0,07	-0,04	1,00 ^b	0,92 ^b	0,88 ^b	-0,56 ^b	-0,69 ^b	-0,66 ^b	0,58 ^b	0,18	0,73 ^b
GDP7-8	-0,18	-0,15	-0,13	0,92 ^b	1,00 ^b	0,62 ^b	-0,56 ^b	-0,67 ^b	-0,58 ^b	0,52 ^a	0,19	0,64 ^b
GDP8-9	0,02	0,04	0,07	0,88 ^b	0,62 ^b	1,00 ^b	-0,44 ^a	-0,57 ^b	-0,62 ^b	0,52 ^a	0,14	0,67 ^b
PEN70	0,28	0,27	0,26	-0,56 ^b	-0,56 ^b	-0,44 ^b	1,00 ^b	0,90 ^b	0,80 ^b	-0,87 ^b	-0,74 ^b	-0,69 ^b
PEN80	0,24	0,24	0,23	-0,69 ^b	-0,67 ^b	-0,57 ^b	0,90 ^b	1,00 ^b	0,95 ^b	-0,79 ^b	-0,42 ^a	-0,84 ^b
PEN90	0,08	0,07	0,06	-0,66 ^b	-0,58 ^b	-0,62 ^b	0,80 ^b	0,95 ^b	1,00 ^b	-0,70 ^b	-0,31	-0,79 ^b
PEN7-9	-0,30	-0,29	-0,28	0,58 ^b	0,52 ^a	0,52 ^a	-0,87 ^b	-0,79 ^b	-0,70 ^b	1,00 ^b	0,79 ^b	0,85 ^b
PEN7-8	-0,16	-0,14	-0,13	0,18	0,19	0,14	-0,74 ^b	-0,42 ^b	-0,31	0,79 ^b	1,00 ^b	0,34
PEN8-9	-0,33	-0,32	-0,32	0,73 ^b	0,64 ^b	0,67 ^b	-0,69 ^b	-0,84 ^b	-0,79 ^b	0,85 ^b	0,34	1,00 ^b

Remarques : ^aSignificatif au seuil de 10 %^bSignificatif au seuil de 1 %

Variables : Y70, Y80 et Y90 correspondent au PIB réel en 1970, 1980 et 1990, respectivement.

PEN70, PEN80 et PEN90 correspondent aux taux de pénétration des lignes principales, pour 100 habitants, en 1970, 1980 et 1990, respectivement (téléphones).

GDP7-9, GDP7-8 et GDP8-9 correspondent aux taux de croissance du PIB, de 1970 à 1990, de 1970 à 1980, et de 1980 à 1990, respectivement.

PEN7-9, PEN7-8 et PEN8-9 correspondent aux taux de croissance du taux de pénétration entre 1970 et 1990, 1970 et 1980, et 1980 et 1990, respectivement.

TABLEAU 7

CORRÉLATIONS : 14 PAYS EN DÉVELOPPEMENT ET NOUVELLEMENT INDUSTRIALISÉS

	Y70	Y80	Y90	GDP7-9	GDP7-8	GDP8-9	PEN70	PEN80	PEN90	PEN7-9	PEN7-8	PEN8-9
Y70	1,00 ^b	0,98 ^b	0,98 ^b	-0,17	-0,41	0,12	-0,36	0,03	-0,20	-0,11	0,14	-0,20
Y80	0,98 ^b	1,00 ^b	0,98 ^b	-0,11	-0,30	0,11	-0,36	-0,02	-0,16	-0,05	0,18	-0,16
Y90	0,98 ^b	0,98 ^b	1,00 ^b	0,001	-0,30	0,28	-0,42	-0,14	-0,10	0,04	0,18	-0,05
GDP7-9	-0,17	-0,11	0,001	1,00 ^b	0,81 ^b	0,84 ^b	-0,44	-0,58	0,49	0,82 ^b	0,32	0,72 ^a
GDP7-8	-0,41	-0,30	-0,30	0,81 ^b	1,00 ^b	0,36	-0,34	-0,43	0,26 ^b	0,59 ^a	0,52	0,46
GDP8-9	0,12	0,11	0,28	0,84 ^b	0,36	1,00 ^b	-0,38	-0,61 ^a	0,54 ^a	0,75 ^b	-0,01	0,84 ^b
PEN70	-0,36	-0,36	-0,42	-0,44	-0,34	-0,38	1,00 ^b	0,83 ^b	0,43	-0,02	-0,06	-0,48
PEN80	0,03	-0,02	-0,14	-0,58	-0,43	-0,61 ^a	0,83 ^b	1,00 ^b	0,87 ^b	0,002	0,45	-0,57
PEN90	-0,20	-0,16	-0,10	0,49	0,26	0,54 ^a	0,43	0,87 ^b	1,00 ^b	0,84 ^b	0,47	-0,11
PEN7-9	-0,11	0,05	0,04	0,82 ^b	0,59 ^a	0,75 ^b	-0,02	0,002	0,84 ^b	1,00 ^b	0,78 ^a	0,61 ^a
PEN7-8	0,14	0,18	0,18	0,32	0,52	-0,01	-0,06	0,45	0,47	0,78 ^a	1,00 ^b	-0,02
PEN7-9	-0,20	-0,16	-0,05	0,72 ^a	0,46	0,84 ^b	-0,48	-0,57	-0,11	0,61 ^a	-0,02	1,00 ^b

Remarques : ^aSignificatif au seuil de 10 %^bSignificatif au seuil de 1 %

Variables : Y70, Y80 et Y90 correspondent au PIB réel en 1970, 1980 et 1990, respectivement.
 PEN70, PEN80 et PEN90 correspondent aux taux de pénétration des lignes principales, pour 100 habitants, en 1970, 1980 et 1990, respectivement (téléphones).
 GDP7-9, GDP7-8 et GDP8-9 correspondent aux taux de croissance du PIB, de 1970 à 1990, de 1970 à 1980, et de 1980 à 1990, respectivement.
 PEN7-9, PEN7-8 et PEN8-9 correspondent aux taux de croissance du taux de pénétration entre 1970 et 1990, 1970 et 1980, et 1980 et 1990, respectivement.

Le coefficient affectant le facteur TELECOM dans l'équation (2) estime la relation causale unilatérale qui montre comment l'évolution du secteur des télécommunications influe sur la croissance économique. Afin de différencier les deux effets (l'élasticité-revenu de l'infrastructure des télécommunications et l'incidence de TELECOM sur le PIB), nous dressons trois autres équations qui «endogénéisent» la demande de services de télécommunications et l'offre d'investissements dans ce secteur.

LA DEMANDE DE SERVICES DE TÉLÉCOMMUNICATIONS

$$\text{TELECOM}_{it} = h(\text{GDPD}_{it}, \text{TELP}_{it}) \quad (3)$$

L'OFFRE D'INVESTISSEMENTS DANS LE SECTEUR DES TÉLÉCOMMUNICATIONS

$$\text{TTID}_{it} = g(\text{GA}_{it}, \text{WL}_{it}, \text{GDD}_{it}, \text{TELP}_{it}) \quad (4)$$

où TTID est l'investissement réel dans le secteur; GA correspond à la superficie du pays et WL, à la liste des clients attendant d'obtenir une ligne principale; GDD est le déficit (ou l'excédent) budgétaire réel du gouvernement.

L'INVESTISSEMENT DANS L'INFRASTRUCTURE LES TÉLÉCOMMUNICATIONS

$$\text{TELECOM}_{it} = z(\text{TTID}_{it}) \quad (5)$$

En ce qui concerne les pays de l'OCDE, nous avons essayé de construire empiriquement des modèles très simples qui intègrent les principaux éléments des équations (2) et (4). Nous avons défini une fonction de production agrégée Cobb-Douglas qui prenait en compte le capital, la main-d'oeuvre ajustée en fonction de la scolarité, le taux de pénétration et une tendance temporelle; nous avons aussi dressé des équations simples sur la demande et l'offre de services de télécommunications, en faisant la distinction entre les États-Unis et le Canada, d'une part, à cause de leurs secteurs privés des télécommunications, et les autres pays de l'OCDE, d'autre part.

Les propriétés statistiques des équations étaient bonnes, et la majorité des coefficients étaient significatifs et affichaient le bon signe, mais nos résultats ont révélé la présence d'anomalies; d'autres recherches s'imposaient donc. La variable clef est le coefficient affectant le taux de pénétration dans l'équation (2). Nous avons employé une équation quadratique pour prendre en compte soit une incidence fléchissante du taux de pénétration sur la croissance économique, soit un paramètre «masse critique»: ainsi, le taux de pénétration n'influerait sur la croissance qu'après la concrétisation d'un certain degré critique de pénétration. Cette dernière supposition donne à penser que, là où trop peu de particuliers et

d'entreprises adhèrent au réseau, l'infrastructure des télécommunications contribue peu à la croissance.

Nous avons constaté que l'hypothèse de la «masse critique» était valable, mais nos résultats préliminaires initiaux attribuaient au taux de pénétration un effet trop grand sur l'économie. Comme Norton l'avait fait en 1992, nous avons supposé qu'en soi, une augmentation du taux de pénétration expliquerait une bonne partie de la croissance économique réelle. Ces résultats préliminaires attestent l'importance d'un véritable modèle endogène, étant donné que nous avons pu montrer qu'il y a une élasticité-revenu de la demande [équation (3)], manifestement distincte de l'incidence du nombre de lignes principales par habitant sur la croissance [équation (2)]. Cependant, ces résultats et l'analyse qui a suivi nous ont prouvé qu'il faut mener d'autres travaux pour définir clairement les retombées que peuvent entraîner les investissements faits dans l'infrastructure des télécommunications.

Il nous reste donc quelques éléments alléchants. Il semble juste de dire que, fondamentalement, une infrastructure moderne des télécommunications est importante pour la croissance économique, mais il est difficile d'estimer la mesure où les investissements dans cette infrastructure engendrent la croissance économique.

NOTES

- 1 En fait, la fonction « coût » par rapport à la fonction « production » est estimative.
- 2 Le Tableau 2 montre aussi que la ventilation de ces 35 milliards de dollars entre les volets « production » et « consommation » (le premier rend compte des améliorations observées sur le seul plan de l'efficacité du secteur des télécommunications) est petite.
- 3 Les investissements faits dans les structures de télécommunications, tels que les a estimés le U.S. Bureau of Economic Analysis, plus la production de matériels de télécommunications non destinés aux consommateurs, compte tenu des importations nettes.
- 4 Cette partie de l'étude du DRI a également paru dans Cronin et coll., 1991.
- 5 C'est la troisième forme de distorsion potentielle dans les études empiriques sur la croissance, forme à laquelle nous avons fait allusion plus haut.
- 6 Entre 1970 et 1990, quatre des pays de l'OCDE comptaient parmi les pays en développement ou nouvellement industrialisés; c'était l'Espagne, la Grèce, le Portugal et la Turquie.
- 7 Dans son document, le DRI proposait une telle formule pour examiner l'économie américaine secteur par secteur. Il utilisait un modèle à trois intrants qui mettait en corrélation la production d'un secteur d'activité, d'une part, et, d'autre part, le capital, la main-d'oeuvre et les services de télécommunications « consommés ». Comme nous l'avons déjà souligné, nous ne trouvons pas ces modèles sectoriels très attrayants.

REMERCIEMENTS

LA VERSION ORIGINALE DU PRÉSENT DOCUMENT a été rédigée pour le STI/STCP de l'OCDE. Nous aimerions remercier Dimitri Ypsalanti et Paul Wijdicks pour leurs observations et leur appui. M. Wijdicks s'est chargé de recueillir une bonne partie des données qu'il nous fallait pour notre étude, et nous lui en sommes profondément reconnaissants. Une version antérieure a été présentée dans le cadre d'une conférence organisée par l'École nationale de la statistique et de l'administration économique en juin 1994, et nous remercions les participants, dont les observations nous ont grandement aidé à réviser notre étude. Nous sommes en train de raffiner le modèle que nous présentons ici, afin de prendre en compte les propos de nombreux universitaires, dont David Aschauer, notre critique, et John Helliwell, rapporteur à la conférence faisant l'objet du présent tome.

BIBLIOGRAPHIE

- Aschauer, David Alan, «Is Public Expenditure Productive», *Journal of Monetary Economics*, (mars 1989).
- Barro, Robert J. et Xavier Sala-i-Martin, «Convergence», *Journal of Political Economy*, Vol. 120, n° 21, (1992).
- Cronin, Francis J., Edwin B. Parker, Elizabeth K. Colleran et Mark A. Gold, «Telecommunications Infrastructure and Economic Growth», *Telecommunications Policy*, (décembre 1991).
- DeLong, J. Bradford et Lawrence H. Summers, «Equipment Investments and Economic Growth», *Quarterly Journal of Economics*, (mai 1991).
- Denison, E., *Why Growth Rates Differ: Postwar Experience in Nine Western Countries*, Washington : Brookings Institution, 1974.
- DRI/McGraw-Hill, *The Contribution of Telecommunications Infrastructure to Aggregate and Sectoral Efficiency*, 1991.
- Economic Strategy Institute, *The Impact of Broadband Communications in the US Economy and on Competitiveness*, 1992.
- Greenstein S. et Pablo T. Spiller, «Modern Telecommunication Infrastructure and Economic Activity: An Empirical Investigation», document de travail, 1995.
- Grossman, Gene M. et Elhan Helpman, «Endogenous Innovation in the Theory of Growth», *Journal of Economic Perspectives*, (hiver 1994).
- Hardy, A.P., «The Role of the Telephone in Economic Development», *Telecommunications Policy*, (décembre 1980) : 278-286.
- Hulten, Charles et Robert M. Schwab, «Is There Too Little Public Capital? Infrastructure and Economic Growth», communication présentée à l'AEI Conference, février 1991.
- Jorgensen, Dale W., «Fragile Statistical Foundations: The Macroeconomics of Public Infrastructure Investment», communication présentée à l'AEI Conference, février 1991.
- Karlsson, Yan., «Telecommunications: The Dynamics of Economic Growth», 1992.
- Kormendi, R.C. et P.C. Meguire, «Macroeconomic Determinants of Growth», *Journal of Monetary Economics*, (1985) : 141, 163.

- Leff, V.H., «Externalities, Information Costs and Social Benefit-Cost Analysis for Economic Development: An Example from Telecommunications», *Economic Development and Cultural Change*, (1984) : 255-276.
- Lucas, Robert E., Jr., «On the Mechanics of Economic Development», *Journal of Monetary Economics*, 22:1 (juillet 1988).
- Mankiw, N.G., D. Romer et D. Weil, «A Contribution to the Empirics of Economic Growth», *Quarterly Journal of Economics*, (mai 1992).
- Munell, Alicia H., «Infrastructure Investment and Economic Growth», *Journal of Economic Perspectives*, (automne 1992).
- Norton, S.W., «Transaction Costs, Telecommunications, and the Microeconomics of Macroeconomic Growth», *Economic Development and Cultural Change*, (1992) : 175-196.
- Pack, Howard, «Endogenous Growth Theory: Intellectual Appeal and Empirical Shortcomings», *Journal of Economic Perspectives*, (hiver 1994).
- Quah, Danny, «Galton's Fallacy and Tests of the Convergence Hypothesis», *Scandinavian Journal of Economics*, 95(4), (1993a) : 429-443.
- Quah, Danny, «Empirical Cross-Section Dynamics in Economic Growth», *European Economics Review*, 37 (1993b) : 289-297.
- Röller, Lars-Hendrik et Leonard Waverman, «Les répercussions de l'infrastructure des télécommunications sur le développement économique», document de travail WZB, (à paraître, 1995).
- Romer, Paul M., «Increasing Returns et Long-Run Growth», *Journal of Political Economy*, 94:5, (octobre 1986) : 1002-1037.
- Romer, Paul M., «Endogenous Technological Change», *Journal of Political Economy*, 98, (1990) : 71-102.
- Romer, Paul M., «The Origins of Endogenous Growth», *Journal of Economic Perspectives*, (hiver 1994).
- Saunders, R.J., J.J. Warford et B. Wellenius, *Telecommunications and Economic Development*, World Bank, Baltimore: Johns Hopkins University Press, 1983.
- Solow, Robert, «Technical Change and the Aggregate Production Function», *Review of Economics and Statistics*, 39, (août 1957) : 312-320.
- Solow, Robert, «Perspectives on Growth Theory», *Journal of Economic Perspectives*, (hiver 1994).
- Summers, R. et A. Heston, «Improved International Comparisons of Real Product and Its Composition: 1950-1980», *Review of Income and Wealth*, (30 juin 1984) : 207-262.
- Summers, R. et A. Heston, «The Penn World Table (Mark 5): An Expanded Set of International Comparisons, 1950-1988», *Quarterly Journal of Economics*, 106, n° 2. (1991) : 327-368.
- TEKNIBANK, Study for the European Commission, 1993.
- Union internationale des télécommunications, *Information, Télécommunications et Développement*, Genève : 1986.
- United Nations Economic Commission for Europe, *The Telecommunication Industry: Growth and Structural Change*, New York, 1987.
- Wellenius, B., «Telecommunications in Developing Countries», *Telecommunications Policy*, Vol. 1, n° 4, (1977) : 289-297

Commentaires

David Alan Aschauer
Bates College,
Lewiston (Maine)

RÖLLER ET WAVERMAN TÉMOIGNENT D'UNE GRANDE PERSPICACITÉ DANS LEUR ARTICLE, fort utile au demeurant, sur l'infrastructure des télécommunications et l'incidence qu'elle pourrait avoir sur l'essor et le développement de l'économie. J'aurais aimé intituler mes commentaires «une impression de déjà-vu», car le sujet me rappelle beaucoup celui qui a guidé mes propres recherches au cours de la dernière décennie – c'est-à-dire les effets de l'infrastructure physique sur la productivité et la performance de l'économie [lire, par exemple, Aschauer (1994)].

L'article de Röller et Waverman comporte trois grandes parties. Les auteurs passent d'abord en revue les études antérieures, qui associent les investissements dans le secteur des télécommunications au développement de l'économie. Ensuite, ils analysent des corrélations simples entre ces investissements et la production globale dans 21 pays de l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE) et 14 pays en développement, de 1970 à 1990. Troisièmement, répondant au besoin avoué pour de meilleures méthodes de modélisation empiriques, Röller et Waverman tracent les grandes lignes d'une analyse mieux structurée qui permettrait d'établir un lien plus étroit entre les modèles de croissance et la documentation existante sur la croissance endogène.

Le modèle esquissé par les auteurs comprend les quatre équations qui suivent. Ces derniers commencent par associer le niveau de production réel (GDPD) au capital (K), au capital humain (HK), au capital de télécommunication (TELECOM) et à une tendance temporelle exogène (T) de la façon suivante :

$$\text{GDPD} = f(\text{K}, \text{HK}, \text{TELECOM}, \text{T}) \quad (1)$$

où $f(\cdot)$ représente la fonction globale de croissance/production. Une des grandes difficultés consiste à séparer les effets des installations de télécommunications sur la croissance de l'économie et les effets attribuables au rendement des investissements dans ce secteur. Pour cela, les auteurs s'efforcent de rendre endogènes la demande et l'offre de télécommunications, et les investissements pertinents de la façon suivante :

$$\text{TELECOM} = h(\text{GDPD}, \text{TELP}) \quad (2)$$

$$\text{TTID} = g(\text{GA}, \text{WL}, \text{GDD}, \text{TELP}) \quad (3)$$

$$\text{TELECOM} = z(\text{TTID}) \quad (4)$$

La demande d'installations de télécommunications de l'équation (2) dépend du revenu et des recettes des services téléphoniques par ligne principale (TELP), qui servent à mesurer le prix des services de téléphone. Le degré d'investissement dans le secteur des télécommunications (TTID) de l'équation (3) repose sur la région (GA), la liste d'attente pour les services téléphoniques (WL), l'ampleur de la dette publique (GDD) et les recettes des services téléphoniques. Enfin, on associe le stock d'installations de télécommunications au capital d'investissement par l'équation (4).

Mes remarques se rapportent spécifiquement à l'aptitude du modèle à atteindre l'objectif que se sont fixé les auteurs, soit relier la capacité du secteur des télécommunications à la croissance de l'économie. En premier lieu, je crois que passer de l'estimation des liens qui existent entre l'infrastructure des télécommunications et la production – comme on le fait dans l'équation (1) – à des observations valables au sujet des effets que l'investissement dans l'infrastructure des télécommunications ont sur la croissance constitue un véritable pas de géant sur le plan théorique. Plus précisément, une élasticité positive et statistiquement significative du capital de télécommunication n'est pas nécessaire, ni suffisante pour que les investissements dans le secteur des télécommunications aient une incidence significative sur la croissance à long terme de l'économie.

Tout d'abord, il se pourrait que les investissements dans le secteur des télécommunications n'aient qu'un effet passager – plutôt qu'à long terme ou permanent – sur la croissance de l'économie, s'il n'existe pas de meilleure façon de modéliser l'économie que la théorie néo-classique. À la conférence, quelqu'un a émis l'opinion que le recueil reposait sur le principe voulant qu'il n'existe pas une grande distinction entre la croissance endogène et la croissance néo-classique, en ce qui concerne les politiques. Pour bien isoler la relation conceptuelle (théorique) entre les investissements dans le secteur des télécommunications et la croissance à long terme, on doit néanmoins préciser si l'estimation s'effectue dans le contexte d'une économie à croissance endogène ou néo-classique.

Dans le même ordre d'idées, Röller et Waverman devraient élaborer un modèle qui associera l'investissement dans le secteur des télécommunications à la *croissance économique* plutôt qu'à la *production*, et utiliser ce modèle pour raccorder leurs hypothèses à la croissance endogène ou néo-classique. De fait, la chose a déjà été tentée, avec des résultats relativement intéressants. Kocherlakota et Yi (1992) ont constaté que les investissements dans l'infrastructure et les dépenses au titre de l'éducation (soit l'investissement dans le capital humain) ont des effets permanents sur la croissance de l'économie, constatation cohérente avec une croissance endogène. De leur côté, Flores de Frutos et Pereira (1993) ont noté que les investissements dans l'infrastructure ont des retombées permanentes sur la croissance économique avec un modèle vectoriel, autorégressif à moyenne mobile.

Deuxièmement, les auteurs prennent grand soin de rendre la capacité du secteur des télécommunications endogène mais ne parviennent pas à contrôler l'endogénéité éventuelle, sinon probable, des immobilisations corporelles et incorporelles du secteur privé. Il est essentiel qu'on détermine dans quelle mesure une hausse des investissements dans le secteur des télécommunications freinera les

investissements dans d'autres formes du capital physique et intellectuel. Par exemple, si une hausse des immobilisations dans le secteur des télécommunications concorde avec une baisse équivalente d'autres formes d'immobilisations, l'effet de l'inverstissement dans les télécommunications risque d'être pratiquement nul. Par conséquent, bien que les auteurs doivent être félicités pour s'être inquiétés de l'endogénéité du capital de télécommunication, je leur recommanderais de pousser leur analyse légèrement plus loin.

Vient ensuite la question du stock optimal des immobilisations publiques dans le secteur des télécommunications. L'élasticité positive du capital de télécommunication dans l'équation (1) est tout simplement insuffisante. Comme le propose Barro (1990) dans le contexte d'une croissance endogène, il est plus probable qu'une hausse de la capacité du secteur des télécommunications débouche sur la croissance de l'économie uniquement si le rendement du capital de télécommunication dépasse le rendement du capital privé après impôt. Il s'ensuit que l'élasticité de la production du capital de télécommunication ne doit pas être positive, mais assez positive.

Enfin, il ne faut pas négliger les retombées éventuelles de la capacité du secteur des télécommunications sur différentes régions. Il se pourrait fort bien que le produit marginal du capital de télécommunication soit relativement faible à l'échelon national (c.-à-d. inférieur au produit marginal estimatif du capital privé, après impôt) et que le produit marginal de l'infrastructure des télécommunications soit passablement élevé à l'échelon régional (voire mondial). Effectivement, lorsqu'il utilise les données de Heston et Summers, Chua (1993) estime que les retombées du capital privé expliquent jusqu'à 15 % de la croissance des pays voisins.

En résumé, le travail de Röller et Waverman nous procure une première analyse importante des données et nous donne un bon point de départ pour comprendre les effets du secteur des télécommunications sur la performance de l'économie. En perfectionnant le modèle, je crois qu'on pourrait retirer beaucoup de recherches similaires et j'attends avec impatience que de nouveaux résultats s'ajoutent aux précédents.

BIBLIOGRAPHIE

- Aschauer, David A. «Public Capital, Productivity, and Macroeconomic Performance: A Literature Review» dans *Infrastructure in the 21st Century Economy*. Federal Infrastructure Strategy Program, 1994.
- Barro, Robert J. «Government Spending in a Simple Model of Endogenous Growth» *Journal of Political Economy*. 23 (1990): S103-125.
- Chua, Hak B. «Regional Spillovers and Economic Growth.» Document miméographié, Harvard University, 1993.
- Flores de Frutos, Rafael et Alfredo M. Pereira. «Public Capital and Aggregate Growth in the United States: Is Public Capital Productive?» Discussion Paper 93-31, University of California-San Diego, 1993.
- Kocherlakota, Narayana R. et Kei-Mu Yi. «The Long Run Effects of Government Policy on Growth Rates in the United States.» Document miméographié, University of Iowa, 1992.



Jeffrey I. Bernstein
Département d'économie
Université Carleton
et le National Bureau of Economic Research, Cambridge, MA

11

*L'industrie canadienne du matériel de
télécommunication, ses retombées scientifiques et
sa contribution à la croissance de la productivité*

INTRODUCTION

POUR CROÎTRE DANS UNE ÉCONOMIE, la production dépend de la croissance des facteurs de production et de la productivité. La croissance de la productivité résulte habituellement d'un changement technologique, d'économies d'échelle et d'autres moyens qui contribuent à améliorer le rendement avec le temps, donc de relever le niveau de vie de la société.

Converti en progrès technologique, c'est l'avancement des connaissances qui se trouve essentiellement à l'origine de la croissance de la productivité à long terme. Or, les investissements dans la recherche pure et appliquée concourent directement à une amélioration de notre bagage de connaissances. En investissant dans la recherche et le développement (ou recherche appliquée), il est possible de créer de nouveaux produits et procédés de fabrication, donc d'accroître la productivité. Les avantages qui découlent de tels investissements présentent un autre aspect : ils se répercutent sur d'autres entreprises et organisations. Par conséquent, la croissance de la productivité d'une industrie dépend non seulement de ses propres efforts de recherche pure et appliquée, mais aussi des travaux analogues poursuivis par d'autres secteurs qui favorisent l'avancement des connaissances. Il s'ensuit que les investissements conjoints et cumulatifs dans la recherche et le développement influent sur l'acquisition des connaissances, donc la croissance de la productivité.

Étant donné leur importance pour la croissance de la productivité, on s'est interrogé sur l'origine des retombées scientifiques. Ainsi, on a remarqué que les industries de haute technologie se caractérisent par un taux de croissance de la productivité relativement élevé et constituent une source importante de retombées au niveau de la recherche et du développement¹. C'est pourquoi il vaut la peine de se demander comment les industries qui exploitent les connaissances permettent à l'économie dans son ensemble de réaliser des gains de productivité. Il serait en outre intéressant de calculer le taux de rendement social des fonds investis dans la recherche pure et appliquée.

Les entreprises du secteur canadien des télécommunications et du matériel électronique [Classification type des industries (CTI) 335] peuvent être considérées comme des centres d'activités articulées sur la connaissance². Ainsi, les sociétés telles Northern Telecom, Mitel et Newbridge Networks jouent un rôle déterminant dans la genèse des produits issus des efforts intensifs de recherche et de développement. Cette industrie se prête donc idéalement à l'examen du rôle général des investissements dans la recherche pure et appliquée en tant que source de retombées scientifiques.

Dans le présent article, le secteur manufacturier du Canada est perçu comme un utilisateur ou bénéficiaire des retombées des travaux de recherche et de développement poursuivis par l'industrie canadienne du matériel de télécommunication. La production du secteur manufacturier fait intervenir quatre facteurs et deux indicateurs technologiques. Les quatre facteurs de production sont la main-d'oeuvre, les intrants intermédiaires, les immobilisations et le capital scientifique. Les retombées du secteur manufacturier des États-Unis forment l'un des deux indicateurs technologiques. Bernstein (1995) a en effet démontré que ces retombées constituent une source importante de gains de productivité pour le Canada. L'autre indicateur technologique correspond aux retombées de travaux de recherche et de développement entrepris par l'industrie canadienne du matériel de télécommunication.

Dans le cadre qui nous intéresse, on calcule simultanément le coût par unité de production et l'intensité des facteurs (c'est-à-dire le rapport intrant-extrant), qui dépendent tous deux du prix des facteurs de production, du volume de production et des deux variables associées aux retombées scientifiques. Le modèle intègre donc deux sortes de capital scientifique. Le premier correspond au capital scientifique du secteur proprement dit. Puisqu'il s'agit d'un facteur de production, il y a croissance de la production. Le second représente le capital scientifique issu des retombées de deux sources : l'industrie manufacturière des États-Unis et l'industrie canadienne du matériel de télécommunication. Les retombées scientifiques modifient l'intensité des facteurs et la croissance de productivité de l'industrie manufacturière canadienne, donc la croissance de sa production.

Nous examinerons ici trois grands aspects. Nous chercherons en premier lieu à évaluer l'incidence des retombées scientifiques de l'industrie du matériel de télécommunication et de l'industrie manufacturière américaine sur le coût de production moyen et l'intensité des facteurs de production (main-d'oeuvre, intrants intermédiaires, immobilisations et capital scientifique) du secteur manufacturier canadien (en tant que net bénéficiaire de l'industrie du matériel de télécommunication).

Ensuite, nous nous intéresserons à l'effet des retombées scientifiques sur la croissance de la productivité du secteur manufacturier canadien, mesurée et désagrégée afin d'en préciser l'origine, et plus précisément à la contribution des retombées attribuables à l'industrie du matériel de télécommunication et au secteur manufacturier américain. Dans ces deux cas, les effets des retombées scientifiques sont étudiées du point de vue de l'utilisateur ou du bénéficiaire.

Le troisième aspect se rapporte à l'origine des retombées et nécessite une estimation du taux de rendement privé et social du capital scientifique de l'industrie du matériel de télécommunication. Le taux de rendement privé mesure les avantages retirés par ceux qui poursuivent les activités de recherche et de développement, tandis que le taux de rendement social mesure les avantages dont profitent les utilisateurs. Dans la plupart des cas, les installations et le matériel par exemple, c'est la même entreprise qui investit et retire les bienfaits de l'investissement. Avec la recherche pure et appliquée cependant, il existe des externalités ou retombées. En effet, des particuliers ou des groupes peuvent tirer parti de fonds qu'ils n'ont pas engagés dans la recherche et le développement. Les retombées scientifiques expliquent l'écart entre le rendement social et le rendement privé. Leur existence même est la condition essentielle, quoique insuffisante, à une intervention du gouvernement pour ce qui est de stimuler la recherche et le développement. En règle générale, un rendement social supérieur au rendement privé révèle qu'on n'investit pas assez dans la recherche et le développement. Les secteurs public et privé peuvent adopter diverses mesures pour surmonter cette carence.

Le présent document se divise en plusieurs sections. La partie suivante aborde dans les grandes lignes la croissance de la productivité et le capital scientifique. Suit une description des effets des retombées scientifiques sur le coût moyen et l'intensité des facteurs de production, bref une estimation des élasticités de ces retombées. Vient ensuite une analyse de la mesure et de la désagrégation de la croissance de la productivité et des taux de rendement privé et social. La dernière partie est réservée aux questions de politiques.

PRODUCTION, CAPITAL SCIENTIFIQUE ET CROISSANCE DE LA PRODUCTIVITÉ

LA PARTIE QUE VOICI PROPOSE un cadre simple qui illustre le rôle du capital scientifique en tant que facteur de production et source des retombées influant sur la production et la croissance de la productivité. La manière la plus simple de comprendre ce mécanisme revient à d'abord déterminer la production et la croissance de la productivité sans les retombées scientifiques.

Dans la plupart des travaux de recherche empiriques, la production dérive de l'interaction de trois facteurs, soit la main-d'oeuvre, le capital et les intrants intermédiaires (parfois appelés matériaux), et d'un indicateur technologique habituellement représenté par une tendance temporelle³. On peut donc représenter la production comme suit :

$$Y = F(L, M, K, t) \quad (1)$$

où Y, L, M et K correspondent respectivement à la production, à la main-d'oeuvre, aux intrants intermédiaires et au capital; où t est la tendance temporelle et F, la fonction «production».

Pour mesurer la croissance de la productivité, la fonction «production» doit être modifiée d'après les taux de croissance :

$$y - (\alpha l + \beta m + \gamma k) = (\rho_y - 1)(\alpha l + \beta m + \gamma k) + \Phi_t \quad (2)$$

où les lettres minuscules représentent le taux de croissance des extrants et des intrants; α , β et γ correspondent aux élasticités de la production par rapport aux trois facteurs de production; ρ_y indique l'importance du rendement d'échelle et Φ_t , le taux de changement technologique. Le bras gauche de l'équation (2) donne le taux de croissance de la productivité totale des facteurs (PTF), c'est-à-dire la croissance des extrants moins la croissance des intrants. Le bras droit révèle qu'on peut décomposer la croissance de la PTF en deux termes, le premier représentant l'échelle et le second, le changement technologique.

Si les rendements d'échelle sont constants, $\rho_y = 1$ et la croissance de la PTF correspond au changement technologique. Si $\Phi_t = 0$, alors il n'y a aucun progrès technologique et la croissance de la PTF est égale à la fluctuation du rendement d'échelle. Soulignons que le rendement d'échelle et le taux de changement technologique sont rarement constants. Ces variables dépendent des mêmes paramètres qui établissent la demande d'intrants, par exemple le prix des facteurs de production et les indicateurs technologiques.

Voyons maintenant le rôle du capital scientifique et de ses retombées. La fonction «production» est désormais la suivante :

$$Y = F(L, M, K, R, t, S) \quad (3)$$

où R et S représentent le capital scientifique et ses retombées. Vu sous l'angle du producteur type dont l'équation (3) reproduit le procédé de fabrication, le capital scientifique fait partie des facteurs de production. Par conséquent, les décisions relatives à son utilisation et à son taux de changement s'appuient sur les mêmes calculs que les autres facteurs de production. Contrairement à ces derniers cependant, le capital scientifique a des retombées. Une analyse approfondie des problèmes de quantification que soulèvent les retombées scientifiques débordent du cadre de cet article [lire Bernstein (1991), Griliches (1991) et Nadiri (1993)]. Les retombées scientifiques dont bénéficie le producteur type viennent des fonds totaux que les autres producteurs investissent dans la recherche et le développement. Elles correspondent au capital scientifique endogène né des décisions de production des auteurs ou sources de ces retombées. Les mêmes retombées constituent cependant une variable exogène pour l'utilisateur ou le bénéficiaire.

Si on transforme la nouvelle fonction «production» en équation de croissance, en soustrayant la même série d'intrants de la croissance de la production (comme on l'a fait avec l'équation sans le capital scientifique et ses retombées), on obtient ce qui suit :

$$y - (\alpha l + \beta m + \gamma k) = (\rho_y - 1)(\alpha l + \beta m + \gamma k) + \Phi_t + \mu r + \psi s \quad (4)$$

où r et s représentent le taux de croissance du capital scientifique et de la variable «retombées», tandis que μ et ψ correspondent à l'élasticité de la production par rapport aux deux mêmes facteurs. Ici aussi, on peut donc décomposer la croissance de la PTF en deux termes représentant l'échelle et le changement technologique, mais cette fois, le second terme inclut trois éléments : la tendance temporelle, le capital scientifique et les retombées⁴.

Quand on examine les deux équations de croissance [à savoir, équations (4) et (2), avec et sans capital scientifique], on constate que la croissance de la PTF semble être définie de la même façon. Pourtant, après mesure, les taux diffèrent. En effet, dans l'équation qui ne tient pas explicitement compte de la recherche et du développement [équation (2)], les coûts associés à la recherche pure et appliquée font en réalité partie du coût des facteurs de production classiques. Ainsi, la main-d'oeuvre englobe les chercheurs et les ingénieurs, alors qu'on retrouve les laboratoires et la machinerie servant à mettre au point de nouveaux produits de procédés dans les immobilisations. Lorsque la recherche et le développement entrent de façon explicite dans le calcul de la production [équation (4)], on soustrait les coûts associés au facteur «recherche et développement» des facteurs de production habituels pour ne pas les compter deux fois⁵. Un problème se pose néanmoins : le taux de croissance de la PTF obtenu diffère dans les deux cas. En effet, dans la première mesure, le coût de la recherche et du développement fait partie intégrante des facteurs de production, qu'on soustrait de la croissance de la production pour déterminer la croissance de la PTF. Dans le second cas, les facteurs de production n'incorporent pas le coût de la recherche et du développement. Si l'élasticité de la recherche et du développement par rapport à la production et au taux de croissance du capital scientifique est positive ($\mu > 0$, $r > 0$), la croissance de la PTF obtenue avec la deuxième équation est toujours supérieure au premier résultat.

Une autre difficulté de l'équation (4) est qu'on ne traite pas le capital scientifique du producteur de la même façon que les autres facteurs de production. Il s'ensuit l'impression trompeuse que les calculs à l'origine des décisions relatives au capital scientifique diffèrent de ceux applicables aux autres facteurs de production. En réalité, la demande de capital scientifique dépend du prix de ce facteur, du prix de la main-d'oeuvre, des intrants intermédiaires et des immobilisations, et de l'importance des retombées scientifiques [lire Bernstein (1991) et Nadiri (1993)]. Par conséquent, bien que le capital scientifique ait des retombées sur les autres producteurs, la demande de capital scientifique par un producteur dépend du même jeu de variables qui gouverne la demande des autres facteurs de production⁶.

Pour rester cohérent dans le calcul du taux de croissance de la PTF avec l'inclusion implicite ou explicite des coûts de la recherche et du développement,

on peut ajouter le capital scientifique à la série de facteurs de production dont le taux de croissance est soustrait de la croissance de la production. Dans ce cas, l'équation de croissance devient la suivante :

$$y - (\alpha l + \beta m + \gamma k + \mu r) = (\rho_y - 1)(\alpha l + \beta m + \gamma k + \mu r) + \Phi_t + \psi_s \quad (5)$$

Le bras gauche de l'équation donne la croissance de la PTF, qui est compatible avec la croissance de la PTF quand le capital scientifique fait partie intégrante des autres facteurs de production [équation (2)]. La croissance de la PTF se désagrège toujours en un terme d'échelle et un terme technologique. Toutefois, le premier terme s'applique désormais à la totalité des facteurs de production, y compris le capital scientifique, alors que le terme technologique ne comporte plus que deux éléments : la tendance temporelle et la variable relative aux retombées⁷.

Voici donc un point de vue différent sur le rôle du capital scientifique. Ce dernier engendre une croissance de la production à l'instar des autres facteurs. Qui plus est, les retombées scientifiques influent sur la croissance de la productivité. Par conséquent, le capital scientifique accumulé par un producteur permet à la production de l'entreprise d'augmenter et, par le biais des retombées, agit sur la croissance de la productivité des autres secteurs, donc sur le taux de croissance de leur production⁸. Tel est le point de vue retenu dans le présent document.

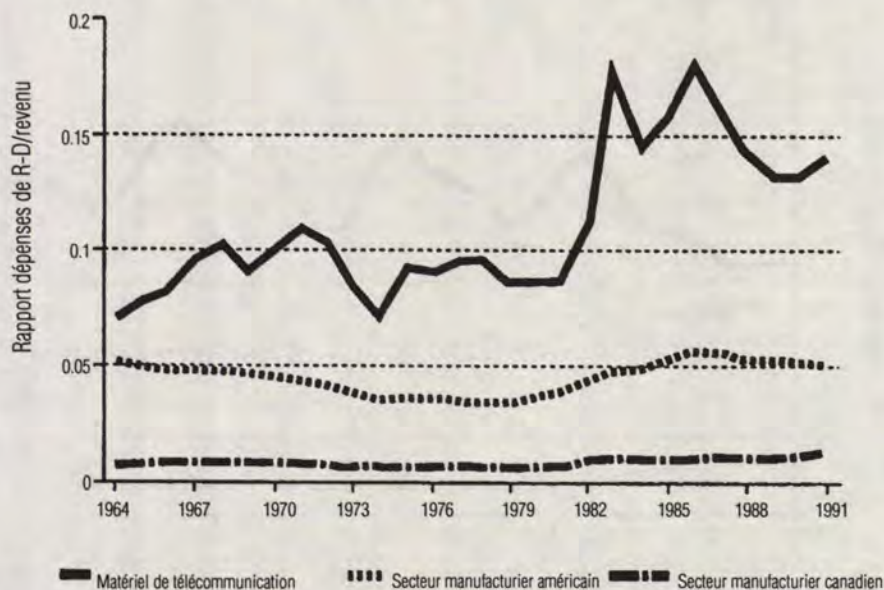
ÉLASTICITÉ DES RETOMBÉES

DANS LA PRÉSENTE PARTIE, nous prendrons une industrie de haute technologie (matériel de télécommunication) en tant que source des retombées scientifiques dont bénéficie le secteur manufacturier canadien. Ce faisant, nous retirerons évidemment cette industrie du code CTI de trois chiffres représentant le secteur manufacturier.

L'industrie canadienne du matériel de télécommunication poursuit des travaux de recherche et de développement de façon intensive. On s'en rend compte en comparant le rapport entre les dépenses de recherche et de développement et les recettes (ou ventes) de cette industrie au rapport correspondant des secteurs manufacturiers canadien et américain. Ce rapport reflète la propension à investir dans la recherche et le développement puisqu'il mesure la tendance moyenne à entreprendre des travaux de recherche pure et appliquée en fonction du revenu. Nous avons aussi comparé le rapport entre le capital scientifique et la production pour l'industrie du matériel de télécommunication et les secteurs manufacturiers du Canada et des États-Unis⁹.

La figure 1 montre la propension de l'industrie canadienne du matériel de télécommunication et des secteurs manufacturiers canadien et américain à investir dans la recherche et le développement. Cette propension est sensiblement plus élevée pour la première, comparativement au secteur manufacturier des deux pays. De plus, aux États-Unis, le secteur manufacturier a plus tendance à investir dans

FIGURE 1
PROPENSION À INVESTIR DANS LA R-D

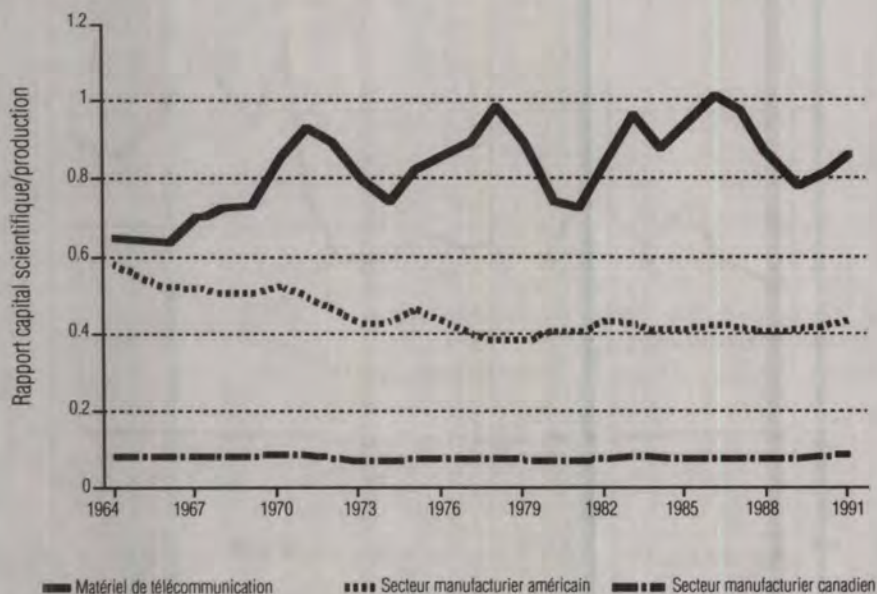


Source : Calculs de l'auteur.

ce domaine qu'il le fait au Canada. Fait digne de mention, bien que le rapport entre la recherche et le développement et les ventes ait faibli dans l'industrie du matériel de télécommunication en 1974 (période où la croissance de la productivité a ralenti partout en Amérique du Nord) [lire Griliches (1994)], on constate que la propension à investir dans la recherche et le développement s'est au moins partiellement rétablie en l'espace de deux ans.

La figure 2 révèle l'intensité de la recherche et du développement dans l'industrie du matériel de télécommunication ainsi que dans les secteurs manufacturiers du Canada et des États-Unis. Ce rapport présente plus d'utilité pour l'analyse de la croissance de la productivité et de la production que la propension à l'investissement. En effet, il faut plus d'une période pour amortir les connaissances. Ainsi, il conviendrait d'examiner le capital scientifique existant au lieu de se limiter aux dépenses courantes, car c'est le capital accumulé mais non amorti qui a un effet sur la production. De plus, puisque la production et le coût du capital scientifique ne varient pas au même rythme, les rapports calculés en dollars courants entraînent la convergence de l'intensité de la recherche et du développement avec la fluctuation des prix.

FIGURE 2
INTENSITÉ DE LA R-D



Source : Calculs de l'auteur.

Selon la figure 2, les travaux de recherche et de développement étaient plus intenses dans l'industrie canadienne du matériel de télécommunication et ont connu une expansion plus rapide que dans les secteurs manufacturiers du Canada et des États-Unis. Bien que cette intensité ait régressé dans l'industrie du matériel de télécommunication au cours des périodes marquées par un recul général de la croissance de la productivité (de 1971 à 1974 et de 1978 à 1981), la situation s'est chaque fois rétablie au bout de deux ou trois ans. Le secteur manufacturier canadien investit moins dans la recherche et le développement que le secteur américain correspondant. L'importance des investissements canadiens est néanmoins restée stable durant la période de 28 ans à l'étude, tandis qu'aux États-Unis, elle n'a cessé de diminuer de 1964 à 1988, avant de reprendre son ascension.

Calculer le capital scientifique est un véritable casse-tête. Les dépenses de recherche et de développement doivent d'abord être corrigées par un indice des prix quelconque. Cela fait, il faut les additionner, puis les amortir. On a donc besoin d'un indice des prix et du taux d'amortissement du capital scientifique. Malheureusement, les organismes gouvernementaux et les ministères ne fournissent pas de tels renseignements¹⁰. Pour mesurer le capital scientifique, nous avons donc

utilisé un taux d'amortissement hypothétique de 10 pour cent. [Nadiri et Prucha (1993) ont récemment avancé des taux d'amortissement voisins de 10 pour cent.] Pour l'indice des prix canadien, nous avons retenu les données recueillies par Bernstein (1992) entre 1964 et 1987. Nous avons extrapolé cet indice de 1988 à 1991 en tenant compte de la fluctuation en pour cent du déflateur du produit intérieur brut. L'indice des prix américains pour la recherche et le développement est tiré de Jankowski (1993), pour la période de 1969 à 1988, et a été extrapolé jusqu'en 1964 et jusqu'en 1991, en tenant compte cette fois de la variation en pour cent du déflateur du produit intérieur brut américain.

On trouvera en annexe le modèle utilisé pour analyser les effets des retombées scientifiques¹¹. Selon ce modèle, la production manufacturière nécessite l'intervention de quatre facteurs : main-d'oeuvre, intrants intermédiaires, immobilisations et capital scientifique. S'y ajoutent deux sources de changement technologique : les retombées scientifiques de l'industrie du matériel de télécommunication et celles du secteur manufacturier des États-Unis. Bernstein (1995) a démontré l'existence d'importantes retombées transfrontalières entre les secteurs manufacturiers à code de deux chiffres du Canada et des États-Unis. On peut en déduire que les échanges internationaux, les investissements directs de l'étranger et la migration des chercheurs et des techniciens jouent un rôle majeur dans le transfert des connaissances. Cette remarque est particulièrement valable pour le Canada, car les retombées des recherches américaines peuvent donner lieu à une restructuration appréciable de la production canadienne. C'est pourquoi nous tenons compte des retombées scientifiques du secteur manufacturier américain sur le secteur analogue, au Canada.

Une analyse détaillée des autres méthodes permettant de mesurer les retombées scientifiques déborderait du cadre du présent article [lire Bernstein (1991), Griliches (1991) et Nadiri (1993)]. La méthode retenue ici consiste à prendre le capital scientifique de la période antérieure. Puisque les investissements dans la recherche et le développement ne sont pas amortis en un an, les dépenses relatives à la recherche et au développement (ou ces dépenses après déflation) ne conviennent pas comme variable dans une série chronologique servant à l'analyse des retombées scientifiques. Le capital scientifique est une source d'externalités. En effet, les avantages issus de tels investissements ne peuvent être complètement saisis sur-le-champ ou à brève échéance. Les retombées existent bel et bien. Elles ont en outre une dimension intertemporelle. Bref, ce qu'on investit aujourd'hui dans la recherche et le développement aura des retombées subséquentes, tant et aussi longtemps que le capital scientifique engendré par cet investissement n'a pas été totalement amorti.

Dans le secteur manufacturier, on suppose que la production repose sur le principe de la minimisation des coûts de production. Il existe donc une fonction «coût» réunissant toutes les données disponibles sur la production de ce secteur. Puisque nous souhaitons déterminer les effets des retombées sur le rapport intrant-extrant ou l'intensité des facteurs, on a besoin, pour l'estimation, d'une fonction

indiquant la variation du coût par unité de production ou le coût variable moyen. Cette fonction traduit le coût de la main-d'oeuvre et des intrants intermédiaires par unité de production et repose sur le prix des facteurs de production à l'exclusion du capital, sur le volume de production, sur l'importance des immobilisations et sur le capital scientifique, plus les retombées. Grâce à cette fonction, on peut calculer l'intensité des facteurs main-d'oeuvre, intrants intermédiaires, immobilisations et capital scientifique. L'intensité associée à l'utilisation de la main-d'oeuvre et des intrants intermédiaires dépend du prix de ces facteurs, du volume de production, des immobilisations et du capital scientifique, ainsi que des retombées scientifiques. L'importance des immobilisations et du capital scientifique dépend à son tour de la main-d'oeuvre et du prix des intrants intermédiaires, du coût initial des immobilisations et du capital scientifique, du volume de production et des retombées scientifiques.

Une fonction exprimant le coût variable moyen (plutôt que le coût total moyen) paraît préférable parce que les retombées et l'intensité du capital influent sur le coût variable moyen. Les retombées ont deux effets sur le coût variable : un direct, par les retombées proprement dites, et un effet indirect, résultant de l'intensité du capital. La concentration des immobilisations et du capital scientifique dépend des retombées et modifie le coût variable.

Un autre aspect de la fonction «coût variable moyen» est que l'intensité des facteurs de production autres que le capital dépend à la fois des retombées et de l'importance des immobilisations et du capital scientifique. Par conséquent, les retombées influent directement sur l'intensité des autres facteurs que le capital et agissent indirectement sur la concentration du capital. Une fonction «coût variable moyen» admet donc qu'il pourrait exister un lien direct entre les investissements d'un producteur dans la recherche pure et appliquée et les retombées scientifiques, lien qui peut exercer une influence indirecte sur l'intensité des autres facteurs de production que le capital, par le truchement de l'intensité du facteur «recherche et développement»¹².

La présente partie s'attarde aux effets des retombées scientifiques sur l'intensité des facteurs de production dans le secteur manufacturier canadien, comme on peut le voir au tableau 1.

TABLEAU 1

ÉLASTICITÉ DES RETOMBÉES : SECTEUR MANUFACTURIER CANADIEN

	RETOMBÉES DU SECTEUR DU MATÉRIEL DE TÉLÉCOMMUNICATION		RETOMBÉES DU SECTEUR MANUFACTURIER AMÉRICAIN	
	MOYENNE ^a	ÉCART- TYPE	MOYENNE	ÉCART- TYPE
Main-d'oeuvre/production	-0,0103	0,0085	-0,3310	0,1244
Intrants intermédiaires/ production	-0,0112	0,0066	-0,3920	0,0534
Capital physique/production	-0,0223	0,0127	0,2022	0,0215
Capital scientifique/production	0,1490	0,0934	-0,5164	0,0842
Coût variable moyen	-0,0109	0,0070	-0,3759	0,0699
Coût variable moyen direct	-0,0060	0,0037	-0,2140	0,0399

Remarque : ^aLes élasticités correspondent au pourcentage obtenu avec une hausse de 1 pour cent des retombées scientifiques. La valeur moyenne du vecteur de chaque élasticité est indiquée avec l'écart-type de l'échantillon.

L'effet direct des retombées sur le coût variable moyen vient de l'interaction entre les retombées scientifiques et le prix de la main-d'oeuvre ainsi que des intrants intermédiaires. Il est donc synonyme des changements que les retombées entraînent au niveau de l'intensité des autres facteurs de production que le capital. Les retombées scientifiques peuvent déboucher sur une hausse ou une diminution de l'intensité des autres facteurs de production que le capital. Elles peuvent relever ou abaisser le coût variable unitaire. Par exemple, si les retombées influent sur les procédés de fabrication, une amélioration du rendement au niveau de production existant pourra entraîner une réduction de la demande de main-d'oeuvre et d'intrants intermédiaires, donc du coût variable moyen. Si elles touchent le produit, par contre, il se pourrait que le coût variable moyen augmente. Dans ce cas, on s'attendrait à une hausse du prix du produit, au niveau de production existant, ou à une augmentation de la production, sans modification du prix actuel du produit. La hausse du revenu compenserait les coûts plus élevés¹³.

Les effets des retombées scientifiques se compliquent lorsque ces dernières émanent de diverses sources (comme c'est le cas dans les modèles tenant compte des retombées nationales et étrangères). Supposons que deux retombées affectent les procédés de fabrication et jouent toutes deux un rôle au niveau de la production. Il se pourrait qu'une des deux retombées entraîne une hausse des coûts mais que l'autre fasse simultanément baisser assez ceux-ci pour qu'on assiste à une réduction globale des coûts. Il suffit de penser aux retombées du perfectionnement du matériel informatique et du logiciel. Manifestement, une mise à niveau des appareils consécutivement aux nouvelles données issues des retombées scientifiques, sans

modification parallèle du logiciel, pourrait s'avérer plus coûteuse que l'usage du matériel existant. Cependant, si de nouveaux logiciels accompagnent la mise à niveau, l'effet combiné consistera en une réduction des coûts¹⁴.

La dernière rangée du tableau 1 donne l'effet direct des retombées sur le coût variable moyen. Une hausse de 1 pour cent du capital scientifique dans l'industrie du matériel de télécommunication débouche directement sur une réduction de 0,006 pour cent du coût variable unitaire dans le secteur manufacturier. Pareille diminution peut se manifester à divers niveaux. Ainsi, les retombées peuvent résulter de l'achat d'intrants intermédiaires ou d'immobilisations à l'industrie du matériel de télécommunication, de l'achat d'intrants aux compagnies de télécommunication qui s'approvisionnent elles-mêmes auprès de l'industrie du matériel de télécommunication, de projets de coentreprise réunissant le secteur du matériel de télécommunication et celui des manufactures, de la mobilité des chercheurs et des techniciens et de la diffusion de l'information (dans les conférences et les publications scientifiques et techniques)¹⁵.

Une hausse des retombées scientifiques de 1 pour cent attribuable au matériel de télécommunication réduira le coût variable unitaire du secteur manufacturier de 0,011 pour cent au Canada, ce qui comprend les effets directs et indirects provenant de la concentration du capital. Ces résultats signifient que les retombées ont pour effet indirect de diminuer le coût variable moyen, la combinaison des effets directs et indirects compensant les effets directs. Évidemment, il se peut que le coût variable moyen se relève même si dans notre exemple, il suit la tendance inverse. Les retombées peuvent donner lieu à une réduction de l'intensité du capital sur les deux plans, malgré une baisse des coûts. En d'autres termes, les immobilisations et le capital scientifique servent de valeurs de substitution aux retombées. Si l'effet attribuable à l'intensité du capital est supérieur à l'effet direct, il y aura hausse du coût variable moyen dans notre exemple.

En ce qui concerne l'intensité des facteurs de production, les retombées de l'industrie du matériel de télécommunication ont pour conséquence de diminuer la demande de main-d'oeuvre, d'intrants intermédiaires et d'immobilisations, alors qu'on assiste à une hausse du capital scientifique. Elles entraînent donc une plus grande exploitation des connaissances au niveau des techniques de fabrication, bien que les élasticités soient toujours fortement inélastiques. Par ailleurs, puisque les retombées ont pour effet indirect de réduire le coût variable moyen et puisqu'une hausse de l'intensité du capital en fait autant, la réduction de coût attribuable à une intensification des travaux de recherche et de développement l'emporte sur le relèvement des mêmes coûts, attribuables à un recul des investissements dans les immobilisations.

Les retombées du secteur manufacturier américain ont aussi pour conséquence une réduction directe du coût. On ne sera guère surpris d'apprendre que cette réduction est sensiblement plus importante que celle résultant des retombées de l'industrie du matériel de télécommunication. En effet, une hausse de 1 pour cent

du capital scientifique dans le secteur manufacturier américain se traduit par une réduction directe du coût variable unitaire de 0,21 pour cent. Les retombées des États-Unis réduisent aussi la demande de main-d'oeuvre et d'intrants intermédiaires, tout en relevant les investissements dans les immobilisations. Par ailleurs, le capital scientifique des États-Unis sert de valeur de substitution au capital scientifique du secteur manufacturier canadien. Les retombées des États-Unis incitent le secteur manufacturier canadien à investir davantage dans les immobilisations.

CROISSANCE DE LA PRODUCTIVITÉ ET TAUX DE RENDEMENT SOCIAL

NOUS NOUS EFFORCERONS MAINTENANT de préciser la contribution des retombées de l'industrie du matériel de télécommunication sur la croissance de la productivité dans le secteur manufacturier au Canada. Tout d'abord, il est intéressant de comparer le taux de croissance de la productivité des deux secteurs. Denny, Bernstein, Fuss, Nakamura et Waverman (1992) ont calculé le taux de croissance de la productivité des industries de haute technologie et des industries manufacturières à code de deux chiffres. Ils ont ainsi constaté qu'en dépit du recul de la productivité observé au début des années 1970 aux États-Unis, au Japon et au Canada, les industries de haute technologie n'ont pas connu de ralentissement ou, du moins, ce ralentissement n'a pas été prononcé que dans les autres secteurs. Dans chacun de ces pays, c'est le matériel électrique qui a enregistré le plus fort taux de croissance de la PTF avant et après le tournant de 1973. Fait plus significatif, la croissance de la productivité de l'industrie du matériel électrique s'est effectivement accélérée dans les trois pays après 1973. Derrière cette industrie viennent celles des textiles, du matériel de transport, des produits chimiques et de la machinerie non électrique. À la fin du peloton en ce qui concerne la productivité, on retrouve les secteurs de l'alimentation, du papier, du pétrole et des métaux primaires¹⁶.

La réussite du secteur du matériel électrique (CTI de deux chiffres) sur le plan de la productivité s'est répercutée sur l'industrie du matériel de télécommunication (code de trois chiffres). Le tableau 2 donne le taux de croissance de la PTF pour l'industrie du matériel de télécommunication et le secteur manufacturier (après soustraction du matériel de télécommunication)¹⁷. Comme on peut le constater, de 1966 à 1991, l'industrie du matériel de télécommunication a enregistré un taux de croissance annuel moyen de sa productivité de 1,24 pour cent, comparativement à 0,5 pour cent pour le secteur manufacturier. La première a dépassé le second de 150 pour cent en moyenne, par année. De plus, à l'exception des cinq premières années de la période à l'étude, l'industrie du matériel de télécommunication a dépassé le secteur manufacturier dans chaque sous-période. Les taux relevés avant et après 1973, année marquée par un ralentissement de la productivité mondiale, indiquent que le secteur manufacturier a perdu du terrain

TABLEAU 2

TAUX DE CROISSANCE ANNUEL MOYEN DE LA PTF

	Secteur manufacturier canadien	Matériel de télécommunication
	Pour cent	
Période quinquennale		
1966-1970	0,660	-1,594
1971-1975	0,842	3,931
1976-1980	0,523	2,451
1981-1985	0,866	1,156
1986-1991	-0,267	0,412
Périodes antérieure et postérieure au ralentissement		
1966-1973	1,083	0,940
1974-1991	0,233	1,371
Période totale de l'échantillon		
1966-1991	0,495	1,238

au Canada, mais que cela n'a pas été le cas de l'industrie du matériel de télécommunication. De fait, la productivité de cette dernière a augmenté d'en moyenne 46 pour cent environ par année après 1973.

Voyons maintenant comment se décompose la croissance de la productivité dans le secteur manufacturier canadien¹⁸. On a désagrégé la croissance de la PTF en deux grands éléments : les rendements d'échelle et le changement technologique. Deux variables affectent la croissance de la productivité au niveau du changement technologique : les retombées scientifiques de l'industrie du matériel de télécommunication et les retombées du secteur manufacturier américain. Puisque la comparaison oppose les éléments de la croissance de la PTF venant du modèle économétrique à un taux de croissance de la productivité mesurable, le modèle ne capture pas la composante résiduelle associée à la productivité mesurable. Les deux variables des retombées (écart par rapport à un rendement d'échelle constant et composante résiduelle) complètent donc la désagrégation de la croissance de la productivité mesurable.

Selon le tableau 3, les retombées scientifiques de l'industrie du matériel de télécommunication permettent au secteur manufacturier canadien d'accroître sa productivité. Durant la période échantillonnée, soit de 1966 à 1991, les retombées scientifiques attribuables à l'industrie du matériel de télécommunication expliquaient environ 8,5 pour cent de la croissance annuelle de la PTF dans le secteur manufacturier. De plus, l'industrie du matériel de télécommunication a

TABLEAU 3

DÉCOMPOSITION DU TAUX DE CROISSANCE ANNUEL MOYEN DE LA PTF

Secteur manufacturier canadien					
Pour cent					
Période quinquennale	Taux de croissance de la PTF	Échelle	Retombées (matériel de télécomm.)	Retombées (secteur manufacturier américain)	Résidu
1966-1970	0,660	0,222	0,025	0,420	0,007
1971-1975	0,842	0,211	0,021	-0,034	0,644
1976-1980	0,523	0,188	0,016	0,073	0,246
1981-1985	0,866	0,109	0,063	0,503	0,191
1986-1991	-0,267	0,051	0,077	0,822	-1,217
Périodes antérieure et postérieure au ralentissement					
1966-1973	1,083	0,286	0,024	0,242	0,531
1974-1991	0,233	0,093	0,050	0,433	-0,343
Période totale de l'échantillon					
1966-1991	0,495	0,152	0,042	0,375	-0,074

pris de l'expansion durant la période qui a suivi le ralentissement économique. Ainsi, de 1966 à 1973, on attribuait environ 2 pour cent de la croissance annuelle de la PTF aux retombées de cette industrie. Entre 1974 et 1991, la contribution de cette dernière était passée à environ 22 pour cent.

En règle générale, les retombées scientifiques des États-Unis constituent le principal facteur à l'origine de la croissance de la PTF. Ce résultat concorde avec ceux de Bernstein (1995). Durant la période examinée, les retombées des États-Unis expliquaient près de 76 pour cent de la croissance de la PTF dans le secteur manufacturier canadien¹⁹. Le tableau 3 montre aussi que les retombées scientifiques de l'industrie du matériel de télécommunication et du secteur manufacturier américain ont freiné la baisse de productivité qui a affligé le secteur manufacturier canadien. Ce ralentissement n'avait pas pour origine une diminution des retombées scientifiques.

Les industries de haute technologie sont d'importantes sources de retombées scientifiques. Ainsi, Bernstein et Nadiri (1988) estiment que le taux de rendement social des industries de haute technologie américaines est 2 à 10 fois plus élevé que leur taux de rendement privé. Bernstein (1988, 1989) donne un ordre de grandeur analogue pour le Canada²⁰. Des taux de rendement social aussi élevés signifient que les industries de haute technologie comptent beaucoup pour les autres secteurs en ce qui concerne le relèvement de la productivité.

Passons maintenant à une analyse des retombées scientifiques du point de vue privilégié de l'auteur des retombées – c'est-à-dire l'industrie du matériel de télécommunication. Les gains de productivité associés aux retombées signifient que les fonds investis dans la recherche et le développement entraînent un rendement extraprivé. Le taux de rendement social du capital scientifique correspond à la somme du rendement privé et du rendement extraprivé des retombées.

À long terme, le rendement privé correspond au produit marginal du capital scientifique par dollar investi dans la recherche et le développement. Il est donc égal au taux de location du capital scientifique avant impôt, divisé par le déflateur pour la recherche et le développement. Bref, il s'agit du taux de rendement avant imposition, moins l'amortissement. Durant la période à l'étude, soit de 1966 à 1991, la valeur moyenne du taux de rendement privé s'établissait à 17 pour cent²¹.

Le rendement extraprivé du capital scientifique de l'industrie du matériel de télécommunication représente la réduction de coût directe enregistrée par le secteur manufacturier canadien consécutivement aux retombées, par dollar investi dans la recherche et le développement²². Durant la même période, le rendement extraprivé se situait à 38 pour cent, en moyenne²³. Le taux de rendement social moyen se chiffre donc à 55 pour cent.

L'ordre de grandeur indiqué concorde avec celui mentionné dans la documentation existante [lire Griliches (1991) et Nadiri (1993)]. Les retombées sur l'industrie qui investit engendrent habituellement un rendement inférieur aux retombées sur les autres industries (de même niveau d'agrégation de la CTI). Le présent article décrit les retombées d'une industrie à trois chiffres sur un secteur ou une industrie à un chiffre. Les résultats attribuables aux retombées dépassent les effets des mêmes retombées sur l'industrie d'origine, mais sont inférieurs à ceux des retombées entre industries à deux chiffres. Le capital scientifique de l'industrie du matériel de télécommunication donne lieu à un important rendement extraprivé, si bien que le taux de rendement social est supérieur au triple du rendement privé.

CONCLUSION

LES INDUSTRIES DE HAUTE TECHNOLOGIE constituent des sources importantes de retombées, retombées qui aident d'autres secteurs à accroître leur rendement. Ces industries ont aussi tendance à afficher une productivité relativement plus

élevée. De fait, dans certains cas, entres autres celui du matériel électrique, on n'a pas observé de ralentissement de la productivité comme dans la plupart des industries d'Amérique du Nord, du Japon et des autres pays du Groupe des Sept.

Le présent document mesure le taux de croissance de la productivité de l'industrie canadienne du matériel de télécommunication (qui regroupe d'importantes entreprises de haute technologie comme Northern Telecom) et du secteur manufacturier. On s'est également penché sur le rôle de l'industrie du matériel de télécommunication en tant que source de retombées scientifiques et de gains de productivité pour le secteur manufacturier canadien. Entre 1966 et 1991, le taux de croissance annuel moyen de la productivité de l'industrie du matériel de télécommunication dépassait le taux annuel moyen du secteur manufacturier de 150 pour cent. En outre, alors que le secteur manufacturier a vu sa productivité s'éroder après 1973, l'industrie du matériel de télécommunication a relevé le taux de croissance annuel moyen de sa productivité de 46 pour cent.

À titre de source de retombées scientifiques, l'industrie du matériel de télécommunication influe sur la production du secteur manufacturier (à savoir intensité des facteurs de production). Ainsi, une hausse du capital scientifique dans l'industrie du matériel de télécommunication se traduit par une exploitation plus intensive des connaissances dans le secteur manufacturier. Les investissements en recherche pure et appliquée se complètent donc, bien que l'effet ne soit guère important. Toutes proportions gardées, les retombées scientifiques du secteur manufacturier américain exercent une plus grande influence sur l'intensité des facteurs de production du secteur manufacturier canadien. Fait intéressant, les investissements dans la recherche et le développement des deux secteurs manufacturiers d'Amérique du Nord sont interchangeableables. Une hausse du capital scientifique aux États-Unis entraîne une réduction de la concentration des connaissances canadiennes dans le secteur manufacturier, au Canada.

L'industrie du matériel de télécommunication concourt largement aux gains de rendement réalisés par le secteur manufacturier canadien. Entre 1966 et 1991, les retombées de l'industrie du matériel de télécommunication expliquaient près de 8,5 pour cent de la hausse annuelle moyenne de la productivité dans le secteur manufacturier. Par ailleurs, cette contribution a augmenté après 1973, période où la productivité s'est ralentie. Les retombées ont donc contribué à freiner l'érosion du rendement dans le secteur manufacturier. Il convient toutefois de souligner que ce sont les retombées du secteur manufacturier américain qui ont principalement contribué au relèvement de la productivité observé au Canada. Ces retombées sont à l'origine de 76 pour cent du taux de croissance annuel moyen de la productivité du secteur.

Puisque le matériel de communication contribue à améliorer la productivité, il s'ensuit que les investissements de cette industrie dans la recherche et le développement entraînent un rendement extraprivé. Le taux de rendement social de ces investissements s'établit à 55 pour cent, soit 225 pour cent de plus que le taux de rendement privé. L'écart donne à penser qu'on n'investit pas assez dans la

recherche et le développement. Toutefois, cela ne signifie pas que les gouvernements devraient accorder un statut particulier à l'industrie. Bien que cette dernière se distingue par une productivité à taux de croissance annuel élevé et par un taux de rendement social supérieur, d'autres industries manufacturières comptent aussi un taux de rendement social plus élevé que le taux de rendement privé pour leur capital scientifique.

On devrait encourager l'investissement dans la recherche et le développement par des politiques favorisant une expansion du capital scientifique, mais ces politiques ne devraient pas s'adresser à une industrie particulière. Plusieurs politiques sont envisageables. Le gouvernement pourrait diffuser de l'information afin de faciliter le lancement de projets de coentreprise qui concourront à la création de nouveaux produits ou de projets de recherche ou de travaux de laboratoire conjoints. On pourrait aussi modifier les lois et les règlements de manière à réduire le coût des transactions qu'exigent pareils projets de coentreprise. Une rationalisation des lois et des règlements permettrait aussi l'adoption de méthodes plus indirectes pour internaliser les retombées des investissements dans la recherche et le développement. Il suffit de penser aux contrats de licence.

Les dégrèvements fiscaux ou les subventions sont d'autres instruments qui pourraient servir au développement du capital scientifique, ce qu'on fait déjà. Il est important de reconnaître qu'une analyse des coûts et des avantages relatifs des politiques fiscales du gouvernement concernant l'investissement dans la recherche et le développement doit tenir compte des retombées de tels investissements. Sans cela, on ne pourra que sous-estimer les avantages des politiques en question, non seulement pour ce qui est de faciliter l'investissement dans la recherche pure et appliquée, mais aussi pour ce qui est d'améliorer le niveau de vie par une expansion plus rapide de la productivité.

ANNEXE

MODÈLE D'ESTIMATION

DANS NOTRE MODÈLE, les facteurs de production comprennent la main-d'oeuvre, les intrants intermédiaires, les immobilisations et le capital scientifique. On y retrouve aussi les retombées scientifiques ainsi qu'une tendance temporelle représentant les effets de rendement dynamiques qui ne découlent pas du capital scientifique.

Pour procéder à l'estimation, il faut spécifier une fonction «coût variable» ou, plus exactement, une fonction «coût variable moyen» :

$$\begin{aligned}
 c/y_t = & (\sum_{i=1}^2 \beta_i w_{it} + 0.5 \sum_{i=1}^2 \sum_{j=1}^2 \beta_{ij} w_{it} w_{jt} W_t^{-1} + \sum_{i=1}^2 \sum_{j=1}^2 \Phi_{ij} w_{it} S_{jt-1} \\
 & + \sum_{i=1}^2 \Phi_{i,t} y_t^{\vartheta-1} + [\sum_{i=1}^2 \alpha_i k_{it} + 0.5 \sum_{i=1}^2 \sum_{j=1}^2 \alpha_{ij} k_{it} k_{jt} / y_t^{\vartheta-1} \\
 & + \sum_{i=1}^2 \sum_{j=1}^2 \eta_{ij} k_{it} S_{jt-1} + \sum_{i=1}^2 \eta_i k_{it} t] W_t
 \end{aligned} \quad (6)$$

où les paramètres à estimer sont β_i , β_{ij} , Φ_{ij} , Φ_i , α_i , α_{ij} , η_{ij} , η_i ; $i, j = 1, 2$; et où ϑ est l'inverse du rendement d'échelle. Le prix des autres facteurs de production que les immobilisations est w_i , $i=1$ indiquant le prix de la main-d'oeuvre et $i=2$, le prix des intrants intermédiaires. L'intensité du capital est donnée par $k_i = K_i/y$, où K_i correspond aux investissements ($i=1$ désignant les immobilisations et $i=2$, le capital scientifique); où y représente la production et t , la tendance temporelle. $W = \sum_{i=1}^2 a_i w_i$, où a_i , $i = 1, 2$ sont des coefficients fixes. W correspond à l'indice de Laspeyres du prix des autres intrants que le capital. Grâce à cette définition, il n'est pas nécessaire de normaliser la fonction «coût» avec le prix des autres intrants que le capital. On se sert plutôt d'une moyenne pondérée des deux prix. L'avantage est qu'on peut modifier la courbure de la fonction. Les retombées scientifiques sont représentées par S_{1t} (retombées de l'industrie du matériel de télécommunication au Canada) et S_{2t} (retombées du secteur manufacturier américain).

En partant de la fonction «coût variable moyen» et en supposant la minimisation des coûts, l'équilibre des intrants autres que le capital s'obtient de la façon suivante :

$$\begin{aligned}
 v_{it} = & (\beta_t + \sum_{j=1}^2 \beta_{ij} w_{jt} W_t^{-1} - 0.5 \sum_{h=1}^2 \sum_{j=1}^2 \beta_{hj} w_{ht} w_{jt} W_t^{-2} a_i + \sum_{j=1}^2 \Phi_{ij} S_{jt-1} \\
 & + \Phi_{i,t} y_t^{\vartheta-1} + [\sum_{j=1}^2 \alpha_j k_{jt} + 0.5 \sum_{h=1}^2 \sum_{j=1}^2 \alpha_{hj} k_{ht} k_{jt} / y_t^{\vartheta-1} \\
 & + \sum_{h=1}^2 \sum_{j=1}^2 \eta_{hj} k_{ht} S_{jt-1} + \sum_{i=1}^2 \eta_i k_{it} t] a_i, \quad i = 1, 2
 \end{aligned} \quad (7)$$

où l'intensité des intrants autres que le capital est notée par $v_i = v_i/y$, $i = 1, 2$; où v_1 représente le facteur main-d'oeuvre et v_2 , les intrants intermédiaires. Toujours avec les mêmes prémisses, la demande d'immobilisations et de capital scientifique est représentée comme suit :

$$k_{it} = (\alpha_{ij}A_{it} - \alpha_{ij}A_{jt})/A, \quad i \neq j, i, j = 1, 2 \quad (8)$$

où $A_{it} = (-\alpha_i - \sum_{j=1}^2 \eta_{ij}S_{jt-1} - \eta_{it} - \omega_i W_i^{-1})y_i^{i-1}$; $i = 1, 2$; où ω_i est le prix de la $i^{\text{ème}}$ immobilisation et $A = (\alpha_{11}\alpha_{22} - \alpha_{12}^2)$. Les équations (7) et (8) définissent le modèle à estimer.

Ce cadre nous permet d'étudier l'incidence des retombées scientifiques et techniques sur l'intensité des facteurs de production et sur la désagrégation de la croissance de la productivité, ainsi que de mesurer le taux de rendement privé et social du capital scientifique.

ÉLASTICITÉ DES RETOMBÉES

ON PEUT DÉTERMINER l'effet des retombées sur le coût variable moyen et l'intensité des facteurs de production en comparant les équations (6), (7) et (8) par rapport à S_1 et S_2 . Pour le capital, on obtient d'abord :

$$ek_c S_j = S_j y^{\theta-1} (\alpha_{12} \eta_{dj} - \alpha_{dd} \eta_{cj}) / Ak_c, \quad j = 1, 2, c \neq d, c, d = 1, 2 \quad (9)$$

où $ek_c S_j$ est la $j^{\text{ème}}$ élasticité des retombées pour la $i^{\text{ème}}$ intensité de capital. Pour la demande de facteurs de production autres que le capital, on utilise l'équation (10)

$$\begin{aligned} eu_i S_h = & [\Phi_{ih} y^{\theta-1} + (\eta_{hh} k_h + \eta_{gh} k_g) a_i + (\partial k_i / \partial S_h) (\alpha_1 + \sum_{j=1}^2 \alpha_{1j} k_j y^{\theta-1}) \\ & + \sum_{j=1}^2 \eta_{1j} S_j + \eta_{1t} a_i + (\partial k_1 / \partial S_h) (\alpha_1 + \sum_{j=1}^2 \alpha_{1j} k_j y^{\theta-1}) \\ & + \sum_{j=1}^2 \eta_{2j} S_j + \eta_{2t} a_i] S_i / v_i, \quad i=1, 2, g \neq h, g, h=1, 2 \end{aligned} \quad (10)$$

où $eu_i S_h$ est la $h^{\text{ème}}$ élasticité des retombées de la $i^{\text{ème}}$ demande d'autres intrants que le capital. Les retombées ont deux effets sur l'intensité des autres facteurs que le capital. Le premier est l'effet direct attribuable au fait que le prix des facteurs de production autres que le capital interagit avec les retombées. Le second est l'effet indirect résultant de l'influence de l'intensité du capital sur l'intensité des autres facteurs de production.

La dernière série d'élasticités montre l'incidence des retombées sur le coût variable moyen :

$$\begin{aligned} ec_v S_h = & [\Phi_{1h} w_1 + \Phi_{2h} w_2 + (\eta_{hh} k_h + \eta_{gh} k_g + (\partial k_1 / \partial S_h) (\alpha_1 \\ & + \sum_{j=1}^2 \alpha_{1j} k_j y^{\theta-1} + \sum_{j=1}^2 \eta_{1j} S_j + \eta_{1t}) \\ & + (\partial k_2 / \partial S_h) (\alpha_2 + \sum_{j=1}^2 \alpha_{2j} k_j y^{\theta-1}) \end{aligned}$$

$$+ \sum_j = \{ \eta_{2j} S_j + \eta_{2t} \}] W] S_{1h} / (c^v / y), g \neq h, h = 1, 2 \quad (11)$$

où $ec_y S_{1h}$ est la hième élasticité des retombées du coût variable moyen. On note également deux effets des retombées sur le coût variable moyen : l'effet direct et l'effet indirect découlant de l'intensité du capital.

CROISSANCE DE LA PRODUCTIVITÉ ET TAUX DE RENDEMENT SOCIAL

LA CROISSANCE DE LA PTF peut être calculée ainsi :

$$TFPG(t,s) = (y_t - y_s) / y_m - s_{vm}^T (v_t - v_s) / v_m - s_{km}^T (K_t - K_s) / K_m \quad (12)$$

où l'indice t correspond à la période courante; s représente la période antérieure; l'indice m désigne la valeur moyenne d'une variable (où $y_m = (y_t + y_s) / 2$ par exemple); s_v est le vecteur de la part du coût ne résultant pas du capital; s_k est le vecteur de la part du coût attribuable au capital. La valeur moyenne de la part du coût résultant des autres facteurs de production que le capital est représentée par $s_{im} = (w_{im} v_{im}) / ((c/y)_m y_m)$, c correspondant à la somme du coût variable et du coût en capital. On définit la valeur moyenne du capital d'une manière analogue.

Il est possible de désagréger le taux de croissance de la PTF avec la fonction estimative du coût variable. La différence de coût entre deux périodes est la suivante :

$$\begin{aligned} c_t^v - c_s^v = & .5 [\sum_{i=1}^n (v_{it} + v_{is}) (w_{it} - w_{is}) \\ & + ((\partial c^v / \partial y)_t + (\partial c^v / \partial y)_s) (y_t - y_s) \\ & + \sum_{k=1}^{n_k} ((\partial c^v / \partial K_k)_t + (\partial c^v / \partial K_k)_s) (K_{kt} - K_{ks}) \\ & + \sum_{j=1}^q ((\partial c^v / \partial S_j)_t + (\partial c^v / \partial S_j)_s) (S_{jt} - S_{js}) \\ & + ((\partial c^v / \partial t)_t + (\partial c^v / \partial t)_s) (t - s)] \end{aligned} \quad (13)$$

La variation du coût résulte de la fluctuation du prix des facteurs de production, du volume de production, de l'importance du capital, des retombées scientifiques et de la tendance temporelle. De plus, en raison de la définition du coût variable, le changement qui survient entre ces deux périodes se calcule ainsi :

$$c_t^v - c_s^v = \sum_{i=1}^n (w_{is} (v_{it} - v_{is}) + v_{it} (w_{it} - w_{is})) \quad (14)$$

..En combinant ce résultat avec (12) et (13), on obtient :

$$TFPG(t,s) = ((y_t - y_s) / y_m) [1 - (\partial c^v / \partial y)_m (y/c)_m]$$

$$\begin{aligned}
& - \sum_{j=1}^2 (\partial c^v / \partial S_j)_m (S_{jm} / y_m) (y/c)_m (S_{jt} - S_{js}) / S_{jm} \\
& - (\partial c^v / \partial t)_m (t - s) (y/c)_m / y_m
\end{aligned} \tag{15}$$

Comme l'indique le bras droit de l'équation (15), la décomposition de la croissance de la PTF comporte trois éléments. Le premier est l'effet d'échelle. Si les rendements d'échelle sont constants dans un équilibre à long terme, le terme entre crochets est nul. Le deuxième élément se rapporte aux effets des retombées scientifiques (il y en a deux). Le troisième est associé à la tendance temporelle.

Examinons maintenant les taux de rendement. Le taux de rendement social du capital scientifique correspond au taux de rendement privé plus le rendement des retombées. Il est possible de calculer le dernier aspect en partant d'une situation où on internalise les effets des retombées. Pour cela, on définit les coûts communs de la manière suivante :

$$\Omega_t = \sum_{j=1}^2 (C_j^v(w_j, y_j, K_j, S_{j,t-1}, t) + \omega_j K_j) \tag{16}$$

L'exposant j désigne le producteur, $j=1$ étant le secteur manufacturier et $j=2$, l'industrie du matériel de télécommunication.

Examinons le bras droit de l'équation (16) au point d'équilibre du rapport intrant-extrant. Dans ce cas, le coût de chaque producteur correspond au minimum. Toutefois, le coût commun n'est pas minimalisé quand les retombées sont internalisées. En effet, avec l'internalisation, les deux secteurs peuvent retirer des avantages additionnels (par la réduction des coûts) de leur capital scientifique respectif. Ces avantages viennent de la réduction des coûts communs. En reprenant la fonction «coût variable moyen», on peut calculer la réduction des coûts communs au point d'équilibre consécutivement à une hausse du capital scientifique dans l'industrie du matériel de télécommunication :

$$\partial \Omega_t / \partial K_{2,t-1} = \sum_{i=1}^2 \Phi_{it} w_{it} (y_t)^{\theta_{it}} + \sum_{h=1}^2 k_{ht} \eta_{ht} |W_t| y_t \tag{17}$$

L'équation (17) révèle l'écart entre le taux de rendement social et le taux de rendement privé des retombées, évaluées au point d'équilibre, après investissement de l'industrie du matériel de télécommunication dans la recherche et le développement.

Le taux de rendement privé du capital scientifique dans une situation d'équilibre à long terme correspond au produit marginal du capital scientifique par dollar investi dans la recherche et le développement. Ce rendement est calculé après amortissement mais avant imposition. Le rendement privé est égal au taux de location avant imposition, corrigé par l'indice des prix du capital scientifique.

Supposons que ρ_{2t}^* soit le taux de rendement privé du capital scientifique pendant la période t pour l'industrie du matériel de télécommunication. Supposons aussi que le rendement extraprivé du capital scientifique pour la même

industrie est v_{2t}^2 , ce qui correspond au bras droit de (17) divisé par le déflateur du prix de la recherche et du développement dans l'industrie du matériel de télécommunication. Le taux de rendement social du capital scientifique devient donc :

$$\gamma_{2t}^2 = \rho_{2t} + v_{2t}^2 \quad (18)$$

NOTES

- 1 Selon Denny, Bernstein, Fuss, Nakamura et Waverman (1992), parmi toutes les industries manufacturières, c'est l'industrie du matériel électrique qui a enregistré le plus fort taux de croissance de la productivité entre le milieu des années 1960 et le milieu des années 1980, au Canada, aux États-Unis et au Japon. Bernstein et Nadiri (1988) estiment que le taux de rendement social des investissements des industries de pointe américaines dans la recherche et le développement dépasse le taux de rendement privé des mêmes investissements de deux à dix fois.
- 2 Dans le présent article, les expressions «industrie de haute technologie» et «industrie basée sur la connaissance» sont synonymes quand il est question du secteur du matériel de télécommunication. En réalité cependant, certaines activités peuvent exploiter des connaissances sans pour autant être qualifiées de haute technologie. C'est notamment le cas des services d'éducation. De plus, une industrie dite de haute technologie peut très bien ne pas exiger un important bagage de connaissances de ses employés.
- 3 D'autres extrants et intrants pourraient s'ajouter à la liste, mais nous n'utilisons ce cadre qu'à des fins d'illustration.
- 4 Soulignons que Φ , μ et ψ pourraient avoir une valeur nulle, surtout dans les applications empiriques. Les trois éléments du terme technologique ne doivent pas nécessairement être présents. En outre, la tendance temporelle représente le changement technologique qui ne découle pas du capital et des retombées scientifiques.
- 5 Le problème se pose aussi pour d'autres facteurs de production. Ainsi, quand on traite l'énergie comme un facteur de production distinct, il est nécessaire de la soustraire des coûts des intrants classiques. Les facteurs de production de ce type correspondent aux intrants intermédiaires.
- 6 Précisons aussi que la définition de rendement d'échelle diffère dans les deux modèles. Dans le premier cas, elle s'applique à la totalité des facteurs de production, c'est-à-dire le capital, la main-d'oeuvre et les intrants intermédiaires, chacun de ces éléments incluant la part pertinente du capital scientifique. Dans le second cas, on soustrait le coût de la recherche et du développement du coût des facteurs de production classiques et le rendement d'échelle s'applique au capital, à la main-d'oeuvre et aux intrants intermédiaires, sans les composantes du capital scientifique.

- 7 Dans la plupart des analyses de la croissance de la PTF, le changement technologique n'est illustré que par une tendance temporelle, variable fourre-tout pouvant désigner une hausse comme une baisse de la productivité. Il serait préférable de considérer les fluctuations de la variable temporelle comme un indicateur des gains ou des pertes de rendement dynamiques, au lieu d'une mesure stricte du taux de changement technologique. En effet, lorsque les rendements d'échelle sont constants, qu'il y a équilibre à long terme et qu'on n'observe aucune retombée, la croissance de la productivité est égale aux variations de la tendance temporelle. Puisqu'il est difficile d'imaginer un recul de la technologie à partir d'une variable qu'on peut modifier sans frais, un ralentissement de la productivité s'avérerait impossible dans un tel contexte. Intuitivement, on devrait accorder un rôle plus discret à cette variable.
- 8 L'analyse reste valable si on s'écarte de l'équilibre à long terme après correction du coût de certains facteurs de production, et si on utilise les valeurs fictives appropriées pour calculer le taux de croissance de la PTF mesurable. Si on se sert du cours du marché pour calculer les taux mesurables, l'écart entre le cours du marché et la valeur fictive semble concourir à la croissance de la PTF. La même situation se présente avec le rendement d'échelle et le taux de changement technologique. Dans ce cas, le volume prédéterminé de facteurs de production agit sur les composantes de la croissance de la PTF, avec le prix des facteurs de production et les autres variables exogènes.
- 9 On définit souvent l'intensité de la recherche et du développement par le rapport entre les fonds investis dans la recherche et le développement et les ventes. Pareille définition est cependant incohérente avec la définition courante d'intensité, qui désigne le rapport entre intrants et extrants. Puisque c'est le capital scientifique et non les frais de recherche et de développement qui se retrouve dans la fonction «production» révélant le lien entre les intrants et les extrants, on se sert du rapport entre le capital scientifique et la production pour mesurer l'intensité de la recherche et du développement.
- 10 Étant donné l'importance du capital scientifique pour le progrès technologique, la productivité et la croissance de la production, on devrait en comptabiliser l'inflation et l'amortissement de la façon appropriée afin d'élaborer, de mettre en place et d'évaluer les politiques susceptibles de favoriser une croissance à long terme.
- 11 La description détaillée du modèle, données comprises, fera l'objet d'un autre article de l'auteur, que publiera ultérieurement Industrie Canada.
- 12 Puisque mesurer et décomposer la croissance de la PTF est ce qui nous intéresse, et puisqu'on désire déterminer le taux de rendement social du capital scientifique, il est nécessaire de faire abstraction de la dynamique qui résulte des coûts d'ajustement. Ces derniers négligent habituellement une grande partie de la croissance de la PTF, sur une longue période. En outre, bien que le taux de rendement privé à court terme du capital scientifique puisse être le double du rendement à long terme, en raison des coûts d'ajustement, le taux de rendement social le surpasse souvent considérablement.
- 13 Nous ne modélisons pas le côté de la demande de produit, mais modifions la production, si bien que l'estimation tient compte du relèvement de la production attribuable aux retombées, avec le temps. La façon de calculer la croissance de la PTF

en tient également compte puisqu'elle reflète la croissance des extrants moins celle des intrants. La formule relative au taux de rendement social ne tient néanmoins pas explicitement compte du redressement du revenu et pourrait effectivement être biaisée à la baisse. Le taux de rendement social tient compte du changement des coûts résultant des retombées. Puisque ces changements dépendent de la production, la mesure réelle du rendement inclut implicitement une modification de la production.

- 14 Les retombées qui influent sur les procédés (ou les produits) peuvent aussi augmenter les coûts si elles sont susceptibles d'en entraîner une réduction subséquente. Ainsi, en termes de valeur courante, les retombées débouchent sur une réduction des coûts. Dans la mesure où les réductions de coût subséquentes n'entrent pas dans le calcul du rendement social cependant, il se peut que l'ordre de grandeur soit plus faible que dans la réalité. Néanmoins, puisque le taux de rendement social dépend des coûts, les futures réductions seront implicitement intégrées à la progression des coûts dans le temps, donc au taux de rendement social.
- 15 Il est important de souligner que les réseaux par lesquels se font sentir les retombées n'ont pas besoin d'être identiques au flux des intrants intermédiaires comme les représentent les tableaux intrants-extrants. Par exemple, aux États-Unis, les industries achètent relativement peu d'appareils scientifiques. Pourtant, l'industrie qui produit ces appareils est une importante source de retombées scientifiques [lire Bernstein et Nadiri (1988)].
- 16 La distinction entre haute et basse technologie compte des exceptions. Les industries du pétrole et du papier notamment ont connu une performance déplorable alors que celle des textiles a profité d'une croissance relativement importante de la productivité. La faible note de l'industrie pétrolière montre bien la gravité de la crise de l'énergie, concrétisée par la hausse des prix et une réduction de la demande.
- 17 Le calcul de la croissance de la PTF repose sur l'équation (12) de l'annexe.
- 18 Cette décomposition s'appuie sur l'équation (15) de l'annexe.
- 19 Les retombées des États-Unis n'ont entraîné une réduction de la croissance de la productivité qu'une seule fois (1971 à 1975). Comme on peut le voir à la figure 1, on l'a dû au recul des investissements dans la recherche et le développement durant cette période. Les résultats de notre analyse économétrique révèlent qu'une hausse des retombées américaines a pour effet de réduire le coût variable moyen à tous les points de l'échantillon.
- 20 On trouvera ces résultats et d'autres dans Griliches (1991) et Nadiri (1993).
- 21 Avec un taux d'amortissement de 10 pour cent et un taux d'imposition de 46 pour cent pour les sociétés, l'amortissement net, après imposition, se situe autour de 4 pour cent. Compte tenu d'une valeur moyenne de 0,17 pour le taux de rendement, l'écart-type pour l'échantillon est de 0,015.
- 22 La dérivation du taux de rendement extraprivé du capital scientifique est expliquée à l'équation (17) de l'annexe.
- 23 L'écart-type de l'échantillon est de 0,04, compte tenu d'un taux de rendement extraprivé de 0,38.

REMERCIEMENTS

L'AUTEUR TIENT À REMERCIER DAN MALONEY pour son aide inestimable dans ses recherches, Mike Denny et Peter Howitt pour leurs commentaires et suggestions, ainsi que les employés de la Division des services, des sciences et de la technologie de Statistique Canada pour l'avoir aidé à obtenir les données sur le coût de la recherche et du développement.

BIBLIOGRAPHIE

- Bernstein, J.I. «Costs of Production, Intraindustry and Interindustry R & D Spillovers: Canadian Evidence.» *Canadian Journal of Economics*. 21(2), (1988): 324-347.
- Bernstein, J.I. «The Structure of Canadian Industrial R & D Spillovers and the Rates of Return to R&D.» *Journal of Industrial Economics*. 37(3), (1989): 315-328.
- Bernstein, J.I. «R&D Capital, Spillovers, and Foreign Affiliates in Canada,» dans *Foreign Investment, Technology and Economic Growth*. The Investment Canada Research Series. Edited by D. McFetridge. Calgary: University of Calgary Press, 1991, pp. 111-130.
- Bernstein, J.I. *Price Indexes for Canadian Industrial Research and Development Expenditures*. Statistics Canada, Services, Science and Technology Division, Working Paper No. 92-01, 1992.
- Bernstein, J.I. «International R&D Spillovers Between Industries in Canada and the United States, Social Rates of Return, and Productivity Growth.» *Canadian Journal of Economics*, Papers and Proceedings. (À paraître).
- Bernstein J.I. and M.I. Nadiri. «Interindustry R & D Spillovers, Rates of Return, and Production in High-Tech Industries.» *American Economic Review Papers and Proceedings*. (May 1988): 429-434.
- Denny, M., J. Bernstein, M. Fuss, S. Nakamura and L. Waverman. «Productivity in Manufacturing Industries, Canada, Japan, and the United States, 1953-1986: Was the 'Productivity Slowdown' Reversed?» *Canadian Journal of Economics*. 25(3), (1992): 584-603.
- Griliches, Z. «Productivity Puzzles and R&D: Another Nonexplanation.» *Journal of Economic Perspectives*. 2, (1988): 9-21.
- Griliches, Z. «The Search for R&D Spillovers.» *Scandinavian Journal of Economics*. Supplement. 94, (1991): 29-47.
- Griliches, Z. «Productivity, R&D, and the Data Constraint.» *American Economic Review*. 84(1), (1994): 1-23.
- Jankowski, J. «Do We Need a Price Index for Industrial R&D?» *Research Policy*. 22, (1993): 195-205.
- Jorgenson, D. «Productivity and Postwar U.S. Economic Growth.» *Journal of Economic Perspectives*. 2, (1988): 23-41.
- Nadiri, M.I. «Innovations and Technological Spillovers.» NBER Working Paper No. 4423, 1993.
- Nadiri, M.I., and I. Prucha. «Estimation of the Depreciation Rate of Physical and R&D Capital in the U.S. Total Manufacturing Sector.» NBER Working Paper No. 4591, 1993.

Commentaires

Michael Denny
Département d'économie
Université de Toronto

INTRODUCTION

DANS SON ARTICLE, LE PROFESSEUR BERNSTEIN rassemble plusieurs éléments de sa recherche importante sur les liens entre la R-D (recherche et développement) et la productivité. Il ne s'agit que d'un petit échantillon d'une recherche bien plus vaste sur les fondements de la croissance de la productivité. D'une part, nous comprenons toujours trop peu les liens directs entre la R-D et la productivité dans une industrie donnée. D'autre part, nous en savons encore moins sur les conséquences pour les autres industries, et sur les retombées, de la R-D et de la croissance de la productivité dans une industrie donnée. Dans le premier cas, nous nous intéressons au rôle que joue la R-D mesurable d'une industrie donnée dans la promotion de la croissance de la production au sein de l'industrie. La R-D effectuée spécialement par une industrie donnée constitue-t-elle une source importante de croissance de la productivité dans cette industrie? Auquel cas, quelle est vraiment son importance?

Nous savons également que la R-D réalisée dans d'autres industries et dans d'autres types d'établissements peut alimenter considérablement la croissance de la productivité d'une industrie en particulier et de toutes les industries en général. Il s'agit des retombées de l'activité de R-D et de la croissance de la productivité dans une industrie. Mais quelle est l'importance véritable de ces retombées?

L'ARTICLE EN QUESTION

DANS SON ARTICLE, M. BERNSTEIN se concentre sur les contributions de la R-D d'une industrie de pointe canadienne (le matériel de communication) et des fabricants américains à la croissance de la productivité dans le reste du secteur manufacturier canadien. Les contributions sont étudiées de trois points de vue. Le tableau 1 montre les répercussions de la R-D dans le secteur du matériel de communication et chez les fabricants américains sur les coûts et la demande de biens de production dans le secteur manufacturier canadien. Le tableau 3 donne une idée de l'importance relative de ces sources de retombées sur la croissance totale de la productivité. Ce sont des façons différentes d'exposer l'incidence des mêmes retombées. Enfin, les retombées de la seule industrie du matériel de communication sont examinées sous l'angle de la différence entre le taux de rentabilité sociale, qui comprend les retombées, et le taux de rendement interne. Cela fait partie de l'histoire de la croissance endogène, encore que d'autres parties ne soient pas présentées dans cet article.

Les méthodes économétriques employées dans l'article sont assez standard mais pas particulièrement faciles à comprendre pour le non-spécialiste. Par intuition, le technicien essaie de trier les incidences de diverses sources possibles sur les coûts d'une entreprise. Cette opération est nécessaire pour ne pas attribuer des réductions de coûts à des retombées, alors qu'en fait, elles tiennent à d'autres facteurs. Des méthodes statistiques, économétriques ou autres, seront nécessaires à la stratégie de recherche à long terme. Ce sont les seules techniques qui garantiront que des études de cas descriptives ou des explications dépendant de cheminements ne nous induiront pas en erreur. Les méthodes non statistiques sont très utiles pour formuler des hypothèses et pour faire en sorte de ne pas omettre de facteurs importants à cause d'une mauvaise évaluation. Celles-ci ont gagné en popularité ces dernières années, mais les deux types de recherche seront nécessaires à long terme.

MÉCANISMES DE TRANSMISSION DANS L'HISTOIRE DE LA CROISSANCE ENDOGÈNE

CES DIX DERNIÈRES ANNÉES, la théorie de la croissance est redevenue un sujet de recherche abondante. Des modèles plutôt ingénieux ont été mis au point afin d'expliquer l'utilisation des ressources actuelles pour favoriser la croissance future. Il ne s'agit pas seulement d'économies et d'investissements conduisant à une augmentation des capitaux propres synonyme de revenu par habitant plus élevé à l'avenir. En fait, les modèles visent à isoler des caractéristiques du processus de génération de la croissance que l'accumulation de capital physique ne suffit pas à expliquer convenablement. On a comparé la croissance de la productivité à une mesure de notre ignorance, et on peut considérer les études sur la croissance endogène comme une tentative de structuration nouvelle de cette ignorance.

La création et la transmission de nouvelles connaissances et l'acquisition de connaissances anciennes constituent des aspects importants de la croissance. L'article du professeur Bernstein est une pièce très importante de ce casse-tête.

PROBLÈMES

NOUS NE POSSÉDONS QUE des informations incomplètes sur les mécanismes qui relient la création et l'acquisition de connaissances à la croissance économique. Or, il faut mieux connaître les mécanismes avant de pouvoir formuler une politique. Les conséquences directes et indirectes des dépenses de R-D sont un des mécanismes les plus évidents.

Comme on l'a déjà lu dans plusieurs articles, les problèmes de quantification sont ardues dans tous les domaines du savoir. Il est très difficile de mesurer la R-D, et je me ferai l'écho du professeur Bernstein en insistant sur le problème et en demandant moi aussi que Statistique Canada poursuive ses travaux.

Dans l'article du professeur Bernstein et dans toute la recherche globale sur la R-D, les mesures globales des composants de cette dernière doivent être utilisées à la place de ses résultats. Il n'existe pratiquement pas de preuve des résultats, et l'utilisation de données relatives aux brevets ne se révèle guère fructueuse. La situation est plus grave parce qu'il faut corriger les données sur les dépenses et qu'il n'existe pas de séries de prix raisonnables pour les composants. Ces problèmes de données amèneront toujours à s'interroger plus ou moins sur l'utilité des résultats statistiques reposant sur des données limitées.

L'évaluation des retombées crée des problèmes plus complexes. Quelle est la quantité de savoir qui est transmise d'une industrie à une autre et à quel prix? Il est plus compliqué de répondre à cette question que de mesurer les retombées d'une R-D décalée. À ce stade, il nous faut une analyse de l'évaluation des connaissances reçues par opposition à celles produites. Cette analyse sera essentielle pour comprendre les retombées.

ESTIMATIONS ACTUELLES

LA DÉCOMPOSITION DE LA CROISSANCE de la productivité présentée au tableau 3 montre on ne peut plus clairement l'importance des retombées. Sur toute la période allant de 1966 à 1991, la croissance totale de la productivité des facteurs du secteur manufacturier canadien était égale à environ 0,5 p. 100 par an. Le dixième pratiquement de cette croissance est attribuable aux retombées du matériel de communication. Soixante-seize autres pour cent sont dus à des retombées des États-Unis. Ces estimations attribuent un rôle considérable aux retombées dans la création de la croissance. À mon sens, elles sont trop élevées. Cependant, elles posent un sérieux problème au professeur Bernstein et à d'autres pour ce qui est de confirmer que ces estimations sont justes ou qu'il est nécessaire de les réviser. Comme le fait remarquer le professeur Bernstein, elles ne diffèrent guère des estimations tirées d'autres études.

On insiste moins sur les conséquences des retombées sur les différents facteurs, y compris sur la R-D de l'industrie bénéficiaire. Là se trouve la vraie valeur des détails fournis au tableau 1. Les résultats qui y sont présentés sont complexes parce qu'il y a deux sources de retombées et que le modèle est seulement un modèle de coûts à court terme, alors que les résultats donnés sont à long terme. Dans les deux cas de retombées, la réduction du coût des intrants directs représente environ 55 pour cent de la réduction totale du coût des variables. Les incidences relatives sur la main-d'oeuvre par rapport au matériel sont similaires pour les deux sources. Dans les deux cas, les demandes relatives d'intrants variables changent peu. Cependant, les incidences sur les deux types de capitaux des deux autres sources sont radicalement différentes. Les retombées du matériel de communication abaisse la valeur marginale du capital physique et accroissent celle du capital de la R-D. L'inverse est vrai en ce qui concerne les retombées du secteur manufacturier américain. Cela est troublant, mais il serait bon de poursuivre l'analyse pour comprendre les raisons de ce phénomène.

CONSEQUENCES POUR LA POLITIQUE

IL EXISTE UNE TENSION LOGIQUE ET UTILE – parfois du mépris – entre les décideurs et les chercheurs. Ces derniers voient toujours la nécessité d'acquérir plus d'informations par le biais de nouvelles études. Les premiers savent qu'il n'y a ni temps ni argent à consacrer à cette activité dilatoire, sauf pour de bonnes raisons politiques. Les bonnes politiques doivent trouver un équilibre entre la nécessité d'agir et l'incertitude des conséquences. Toute action comporte des risques, et certaines actions se révéleront mauvaises par la suite. Néanmoins, je décrirai quelques conséquences tirées de la recherche du professeur Bernstein.

- A. De meilleures évaluations et de meilleures données sont nécessaires si nous voulons :
- comprendre les interrelations entre les activités d'un secteur, par exemple la R-D et la croissance de la productivité, et les activités d'autres secteurs; et
 - comprendre les incidences des politiques sur ces interactions.
- B. Il est nécessaire de mieux suivre les programmes publics actuels qui soutiennent la R-D, et il devrait être plus facile de consulter les résultats de ce suivi. La carence est grave à l'heure actuelle. À différentes époques, les gouvernements ont recouru à diverses politiques pour stimuler la croissance de la productivité. Ces efforts pourraient fournir des informations utiles, mais les programmes ne recueillent pas suffisamment de données. Il faut aussi que les données soient mises à la disposition d'un plus grand nombre de chercheurs. Il se peut que des personnes de l'extérieur possèdent des capacités et des moyens pour analyser des programmes que n'ont pas les personnes qui conçoivent et mettent en oeuvre les politiques gouvernementales.
- C. Les résultats de la recherche du professeur Bernstein (entre autres) donnent à penser que la R-D a des effets externes importants. Cependant, à cause de problèmes de données, il faut considérer ces résultats comme préliminaires. Il est impossible de passer rapidement à un rôle direct accru du gouvernement.



Steven Globerman
Western Washington University
College of Business and Economics
Université Simon Fraser
Département d'économique

12

L'autoroute de l'information et l'économie

INTRODUCTION

ON LIT DE PLUS EN PLUS d'articles sur les façons dont les changements technologiques dans le secteur des communications sont en train de transformer radicalement les «meilleures pratiques» de production et de distribution. En fait, certains observateurs assimilent ces changements à la révolution industrielle pour ce qui est de l'impact profond qu'ils auront sur la société et de l'essor extraordinaire qu'ils vont donner à la croissance économique.

Voici quelques citations qui illustrent ce point :

L'autoroute aura des incidences sur tous les secteurs de l'économie et toutes les régions. Elle encouragera la R-D dans les techniques de pointe, facilitera la diffusion de l'innovation et de services infoculturels, consolidera la compétitivité des entreprises canadiennes ainsi qu'assurera de façon rentable un accès à des services de qualité en matière de soins de santé, d'enseignement et de services sociaux. (Industrie Canada, 1994, p. 1)

Lorsque des compagnies seront reliées comme le sont des téléphones, nous allons créer de tout nouveaux marchés informatisés, de nouvelles façons de faire des affaires, de nouvelles tendances sociales, de nouvelles possibilités et de nouvelles formules de travail. (Denton, 1994, p. 6)

L'Office of Technology Assessment des États-Unis a souligné l'importance que pourraient avoir les nouveaux médias et services de communications pour la performance économique d'un pays :

Une infrastructure moderne des communications et de l'information, comme celle que comporte le projet d'infrastructure nationale de l'information, pourrait grandement rehausser les nouveaux instruments de gestion et de production, et améliorer la performance économique globale des États-Unis. (U.S. Office of Technology Assessment, 1994, p. 1)

Le présent document vise les grands objectifs suivants : établir de façon plus précise les conséquences économiques possibles des changements technologiques qui sont regroupés sous la rubrique «autoroute de l'information» et évaluer les conséquences probables de ces changements sur la performance économique du Canada. Un objectif connexe est de déterminer si les changements technologiques et économiques liés à l'autoroute de l'information exigent des changements au niveau de la politique publique, soit pour atténuer les sources nouvelles ou plus sérieuses des échecs du marché ou se pencher sur les conséquences négatives au niveau de la distribution.

Le document se divise en cinq parties. La première partie décrit, en des termes relativement peu techniques, les changements récents et imminents au niveau de la technologie des télécommunications qui montrent bien l'intérêt phénoménal pour l'autoroute de l'information. La deuxième partie présente quelques hypothèses importantes concernant les conséquences économiques possibles de l'autoroute de l'information; la partie suivante évalue plus en détail ces conséquences; et les deux dernières parties résument et analysent les questions de politique, puis formulent des conclusions.

DESCRIPTION DE LA TECHNOLOGIE

L'AUTOROUTE DE L'INFORMATION a été définie de bien des façons. La définition la plus simple et la plus utile est peut-être celle de Stentor : «Elle consiste en un système de réseaux électroniques interconnectés qui donne l'accès universel à des services d'information et de communications de base et avancés. Il s'agit d'un réseau constitué de nombreux réseaux appartenant à divers exploitants offrant la possibilité de connexion à une gamme de services, d'applications et de fonds de données.» (Stentor, 1993, p. 7)¹

La capacité croissante de différents médias, comme la téléphonie avec ou sans fil, la câblodistribution, les satellites et les réseaux informatiques, de partager et d'échanger des données électroniques reflète un phénomène technologique qu'on a appelé convergence. En effet, les réseaux de communications fonctionnent de plus en plus comme des réseaux informatiques pour ce qui est de la façon dont ils codent, stockent et envoient l'information. En particulier, les signaux électroniques sont transmis et commutés comme des bits numérisés plutôt que comme des ondes analogiques. Par conséquent, d'autres réseaux de communications sont capables d'offrir les mêmes services, comme substituts ou compléments, que les réseaux existants².

La numérisation, la compression et le groupage par paquets des données, et d'autres progrès facilitent la prolifération des nouveaux services dans les réseaux de communications publics et privés. Ils permettent également de transmettre des données à des vitesses plus grandes par les lignes téléphoniques. Les techniques de compression numérique accroissent en fait la capacité des médias existants de supporter plus de canaux de transmission, tandis que le multiplexage et la commutation de paquets permettent d'acheminer plus de données sur les canaux.

De nouveaux médias comme le câble à fibres optiques élargissent directement la capacité de transmission des entreprises de communications alors que les progrès constants dans les domaines des circuits intégrés et de l'informatique permettent aux commutateurs de central et aux terminaux d'abonnés de traiter des bits d'information plus rapidement et sur supports multimédias.

Des techniques qui accroissent la capacité des médias de transmission donnent lieu à de nouveaux services, comme la vidéoconférence, qui exigent une capacité de transmission relativement importante. La numérisation permet à l'équipement de commutation de tout acheminer : la voix, les données, les textes évolués, les graphiques, le son et l'image. Cette capacité facilite elle-même la prestation de nouveaux services interactifs, dont certains sont multimédias, comme la vidéo animée et les jeux informatisés à la carte et des données graphiques sur des produits.

La première application importante des réseaux de communications numérisés a été pour la transmission et l'échange de données à haute vitesse. Des réseaux d'entreprises privées ont été et continuent d'être les principales autoroutes de cette information. Cependant, la numérisation du réseau public de même que les progrès aux niveaux de la commutation et du groupage par paquets des données fournissent une capacité de transmission de données aux utilisateurs du réseau public³.

De la même façon, il est possible depuis quelque temps, grâce à des lignes de transmission à large bande qui sont louées, de transmettre des images et d'utiliser la vidéoconférence. De grandes organisations des secteurs public et privé utilisent de tels services. Grâce aux vitesses de débit accrues (par modem), à la compression numérique et au matériel et aux logiciels multimédias pour les ordinateurs personnels, il est maintenant possible, pour à peu près tous les abonnés du téléphone, de transmettre et de recevoir des images et des signaux sonores. Il est également possible de transmettre des signaux vidéo d'assez piètre qualité par le réseau téléphonique public commuté, mais l'avènement de la vidéo animée de qualité comme service du réseau téléphonique public commuté devra attendre un ou plusieurs des progrès suivants :

- percées importantes de la technologie permettant de transmettre des signaux vidéo par des fils de cuivre à paire;
- installation de la capacité de transmission à large bande (c'est-à-dire le câble à fibres optiques) dans les résidences des abonnés;
- utilisation, par les compagnies de téléphone, du câble coaxial des compagnies de câblodistribution qui va dans les foyers des abonnés, ou transformation du réseau de câblodistribution en un réseau téléphonique omniprésent; ou
- émergence d'un réseau public numérique sans fil.

Il est concevable que les réseaux de câblodistribution deviennent le premier réseau public interactif qui soit en mesure de fournir un large éventail de services, de la transmission de la voix à la vidéo animée⁴. La technologie sans fil, par exemple la câblodistribution sans fil, évolue et pourrait devenir le principal média pour transmettre toute la gamme de signaux sonores, textuels et vidéo qui empruntent l'autoroute de l'information. Il est impossible de prédire avec certitude quels réseaux vont acheminer chaque type de données, mais on peut certainement prédire que l'utilisateur «moyen» des réseaux conventionnels de téléphone et de câblodistribution va avoir accès à une gamme croissante de nouveaux services par ces réseaux, et à de nouveaux réseaux. Par ailleurs, de grandes organisations des secteurs privé et public qui sont très avancées sur le plan technique devraient assister à une baisse des prix pour les services existants. Elles profiteront également d'un accroissement de la vitesse et de la qualité de la transmission des données et d'une amélioration des services vidéo. Toutefois, ce sont probablement les petits abonnés résidentiels et commerciaux qui seront les plus grands bénéficiaires de l'émergence d'une autoroute de l'information par réseau public, étant donné qu'ils ne peuvent pas se permettre des réseaux privés capables de fournir des services de communication de pointe.

Les gens assimilent de plus en plus l'autoroute de l'information à des réseaux informatiques omniprésents comme Internet. Même si Internet est peut-être le réseau informatique international qui connaît la croissance la plus rapide, ce n'est que l'un des nombreux réseaux capables de fournir des services comme le courrier électronique, les panneaux d'affichage, les bases de données et d'autres données

TABLEAU 1

MULTIPLICATION DES BASES DE DONNÉES

Année	Nombre de bases de données	Services en ligne
1979-1980	400	59
1980-1981	600	93
1981-1982	915	170
1982-1983	1 350	213
1983-1984	1 878	272
1984-1985	2 453	362
1986	2 901	454
1989	4 062	600
1990	4 465	645
1991	6 200	4 700

Source : Huber, Kellogg et Thorne (1992, p. 563).

textuelles, ainsi que des images et des sons⁵. Le tableau 1 donne une idée du nombre de réseaux et de bases de données en ligne qui sont disponibles (en Amérique du Nord). Le nombre de grands réseaux commerciaux (CompuServe Inc., America Online, Prodigy, etc.) est relativement peu élevé. Cependant, il existe des milliers de «producteurs» d'information et de services sur ces réseaux.

Selon des estimations récentes, les trois grands réseaux commerciaux en ligne (CompuServe Inc., America Online et Prodigy) atteignent environ 4,5 millions de foyers⁶. Il n'existe pas d'estimations directes du nombre d'utilisateurs d'Internet. Des estimations indirectes, effectuées à partir du nombre d'hôtes d'Internet, situent le nombre d'utilisateurs entre 20 et 30 millions. Diverses données dont il est question dans une autre partie du présent document montrent la croissance récente extraordinaire de ce réseau.

Il existe certaines estimations concernant la nature des services qu'on demande aux réseaux informatiques. Même s'il est impossible de le prouver de façon objective, certains ont affirmé que les lignes de bavardage érotique constituent le service le plus populaire offert par les réseaux en ligne (Rowan, 1995). MacKie-Mason et Varian (1994, p. 76) ont établi une distinction entre le type de service et le volume du trafic. D'après leurs recherches, l'usage le plus fréquent d'Internet est le courrier électronique, suivi du transfert de fichiers (déplacer des données d'un ordinateur à un autre) et de l'accès à distance (entrer en communication avec un ordinateur qui fonctionne ailleurs dans le réseau Internet). Le transfert de fichiers représente environ 37 pour 100 du trafic total, le courrier électronique et les groupes de discussion, 16 pour 100, et les navigateurs Gopher et W3 (Mosaic, Netscape, etc.), 38 pour 100.

Les utilisations prévues de l'infrastructure de l'autoroute de l'information vont vraisemblablement déterminer les incidences économiques de cette infrastructure. Les profils d'utilisation actuels semblent indiquer que, dans bien des cas, on utilise les réseaux informatiques publics pour remplacer des méthodes plus dispendieuses, comme les communications vocales et les télécopies. Dans beaucoup d'autres cas, des chercheurs s'en servent pour transférer des fichiers de données et de textes. Les premières utilisations commerciales (surtout par des fabricants de matériel et de logiciels informatiques) comportaient le remplacement de données imprimées par des données électroniques, y compris des mises à jour sur les produits pour les clients, des fichiers à remplir pour les garanties, des manuels, etc.

Il ne fait aucun doute que l'utilisation à ces fins des réseaux informatiques permet des économies non négligeables; mais certains utilisateurs peuvent aussi économiser en n'étant pas facturés directement pour l'utilisation du réseau ou en payant un montant fixe pour une utilisation somme toute illimitée. En principe, des réseaux comme Internet permettent d'économiser dans la mesure où ils remplacent les communications vocales ou les télécopies, étant donné que les paquets de données exigent une moins grande capacité de transmission que la quantité équivalente d'information transmise comme signaux analogiques. Pour Internet, ces économies sont réduites, comme l'ont souligné MacKie-Mason et Varian (1994), par une tarification inefficace.

En ce qui concerne d'autres nouveaux services interactifs offerts par les compagnies de téléphone et de câblodistribution, on estime généralement que les principaux produits seront les services de divertissement (par exemple, la vidéo à la carte). Des enquêtes menées auprès d'un large éventail d'utilisateurs possibles révèlent un intérêt certain pour les applications du service vidéo à la carte dans les domaines de l'information, de l'éducation et des divertissements. Néanmoins, les compagnies de téléphone considèrent que la capacité d'offrir des programmes de divertissement à la carte nuit à la viabilité financière des investissements dans l'infrastructure de l'autoroute de l'information pour les abonnés résidentiels.

Les enquêtes constituent peut-être des indicateurs peu fiables de la demande future, mais les profils d'utilisation actuels des appels à des numéros 900 donnent des aperçus utiles sur les utilisations possibles des nouveaux services vidéo à la carte. Les données du tableau 2 semblent indiquer que les services d'information et les services commerciaux représentent peut-être de nouvelles utilisations importantes des technologies interactives à large bande. Il est certain que ceux qui font l'éloge des avantages financiers possibles de l'autoroute de l'information prévoient une forte demande de services autres que de divertissement. Cependant, on pourrait soutenir que les signaux vidéo sont beaucoup plus importants pour les services de divertissement que pour les autres services. De même, il existe probablement un plus large éventail de bons substituts de services de

TABLEAU 2

NOMBRE D'APPELS AUX NUMÉROS 900 PAR TYPE D'APPEL

Type d'appel	Nombre d'appels (millions)	Durée (millions de minutes)	% des appels
Divertissement	55	157	20,1
Information	98	278	35,6
Levée de fonds	15	42	5,4
Commandes	19	55	7,1
Sondages/enquêtes	10	27	3,5
Recherche de négociants	4	12	1,6
Recherche de clients	8	23	2,9
Concours	16	46	5,9
Rabais	6	16	2,1
Service à la clientèle	2	7	0,9
Messagerie	32	90	11,6
Divers (y compris télécopieur)	9	26	3,3
Total	274	779	100,0

Source : Mitchell et Donyo (1994, p. 31).

divertissement fournis par des numéros 900 que de services d'information fournis par des numéros 900. Par conséquent, les données du tableau 2 minimisent probablement, et peut-être même beaucoup, la demande relative de programmes de divertissement sur l'autoroute de l'information⁷.

En résumé, les différents changements technologiques décrits dans les pages qui précèdent comportent plusieurs caractéristiques de base :

- Ils permettent la transmission électronique de données, qui jusqu'ici exigeait une forme matérielle comme un bleu, une esquisse technique, un support magnétique ou même une personne. La capacité de transmettre des images (fixes et animées), des diagrammes, des signaux sonores et certains signaux visuels avec une vitesse, une précision et une exactitude acceptables constitue le principal progrès.
- Ils facilitent la transmission de plus en plus rapide et fiable de signaux électroniques, en particulier pour les données.
- Ils font baisser les coûts de transmission pour les services « traditionnels », en particulier les appels téléphoniques interurbains.

La partie qui suit analyse les conséquences économiques possibles de ces développements.

CONSÉQUENCES ÉCONOMIQUES

LA PLUPART DES GENS QUI DISCUTENT de l'autoroute de l'information ne font pas de distinction entre les effets marginaux et les effets moyens. En particulier, ils ont tendance à ignorer les façons dont les nouvelles techniques de communications vont influencer sur les produits marginaux de modèles plus anciens (et encore installés), ainsi que les investissements supplémentaires qui seront peut-être nécessaires pour profiter au maximum de la nouvelle technologie. On a néanmoins établi un certain nombre de conséquences économiques importantes de l'autoroute de l'information. En voici quelques-unes.

ÉCONOMIES D'ÉCHELLE ET DE DIVERSIFICATION

LES CONSÉQUENCES PROBABLES SUR LA TAILLE et la diversification optimales aux niveaux des usines et des entreprises ont donné lieu à de nombreuses conjectures. Cependant, certains observateurs manifestent des différences d'opinion qui reflètent en partie les différences au niveau des changements technologiques qui sont examinés. Par exemple, Antonelli (1989-1990) semblait considérer implicitement l'utilisation de réseaux privés par les entreprises de fabrication lorsqu'il formulait les conclusions suivantes :

- Les économies d'échelle dans la prestation des services en ligne sont accentuées.
- Il est de plus en plus économique de personnaliser la production à grande échelle.
- Il est de plus en plus économique de spécialiser la production au niveau de chaque usine.

Les principales conséquences prévues sont l'augmentation des économies d'échelle pour les produits au niveau de l'usine et des économies de diversification au niveau de l'entreprise.

Des observations plus récentes semblent soutenir que les innovations dans le domaine de la technologie de l'information augmentent les économies d'échelle au niveau de l'usine tout en réduisant l'importance potentielle des économies traditionnelles de la spécialisation par produit. Cette affirmation est soutenue par des assertions selon lesquelles la différenciation des produits devient un élément de plus en plus important des stratégies concurrentielles au niveau des unités fonctionnelles⁸. Orr et Hirshhorn (1994), entre autres, ont soutenu que les économies d'échelle traditionnelles au niveau des usines deviennent moins importantes : les nouvelles techniques de production rendent économiques les cycles de production courts. En outre, ils indiquent que la plus grande intégration et le meilleur contrôle des procédés de production qui ont été rendus possibles par les télécommunications à large bande facilitent le suivi et le contrôle de la qualité des produits. Ce progrès rehausse encore davantage l'importance de la différenciation des produits, c'est-à-dire de la qualité comme différenciateur et comme élément de la stratégie concurrentielle.

Il existe de nombreuses anecdotes concernant la personnalisation de masse. Le paradigme de la fabrication agile envisage de fabriquer des produits personnalisés aussi rapidement et à aussi bon marché que les articles produits en masse. La technologie des communications facilite la fabrication agile en reliant les clients, les fournisseurs et les fabricants dans un réseau informatique, de sorte que les usines produisent en fonction de commandes reçues en ligne et en temps réel. Les fabricants, pour leur part, envoient leurs commandes directement dans les ordinateurs de leurs fournisseurs de pièces et composants. Ces liens directs réduisent considérablement le décalage entre les changements de la demande et les changements de la production, et permettent de répondre à un coût moins élevé aux demandes particulières, qui ne sont peut-être pas répétitives et dont la date et le lieu sont donc moins prévisibles.

En fin de compte, le modèle de la fabrication agile prévoit le prolongement du réseau de communications jusqu'aux appareils individuels sur le plancher de l'usine. Des ordinateurs vont déterminer quel ensemble de machines va effectuer le plus efficacement le travail nécessaire⁹. En fait, les réseaux de communications par ordinateurs réduisent les décalages externes et internes de la production

personnalisée. Les décalages externes pourraient être les retards et les autres coûts qu'entraîne la modification des opérations dans une séquence verticale des valeurs, et les décalages internes sont les retards et les coûts liés à la reconfiguration des intrants dans les unités de production en réponse à la modification des opérations.

En ce qui concerne les économies d'échelle, l'affirmation la plus fréquente est que la nouvelle technologie des communications, surtout les réseaux informatiques interconnectés comme Internet, réduit la taille optimale des entreprises dans diverses industries. En particulier, les coûts des fonctions générales, comme l'administration et le marketing, deviennent plus facilement divisibles grâce à l'utilisation de la nouvelle technologie. Par exemple, les petites et moyennes entreprises peuvent avoir accès à des bases de données juridiques pour obtenir les plus récents sommaires et interprétations d'instances. Cette possibilité, soutient-on, permet un partage plus efficace des compétences juridiques que ce ne serait le cas si on utilisait les services directs de professionnels du droit, qui devraient vraisemblablement être engagés par chaque entreprise¹⁰.

Voici un autre exemple : Internet est de plus en plus utilisé pour l'échange de données informatisées, y compris l'affichage automatique des commandes des clients dans les ordinateurs des sous-traitants. Il y avait, dans le passé, des réseaux informatiques privés qui permettaient d'exécuter cette tâche. Cependant, Internet coûte moins cher aux entreprises plus petites car il s'agit d'un réseau partagé, même s'il permet des communications précises point à point. La capacité de partager des réseaux de communications informatiques de pointe contribue à la réduction des économies d'échelle au niveau de l'usine, toutes choses constantes d'ailleurs¹¹. De la même façon, Internet réduit également les coûts fixes liés au marketing et à la publicité.

Il est certain que la nouvelle technologie peut aussi accroître les avantages d'entreprises plus grandes, à certains égards. Par exemple, Blank et al. (1994), pour ne nommer qu'eux, soutiennent que de meilleures liaisons mondiales permettent aux multinationales d'accélérer les cycles de développement de produits et de mieux adapter leurs produits aux différents marchés. Dans la mesure où l'avantage sous-jacent d'une entreprise sur le plan de la technologie ou du marketing (par exemple, un brevet ou une marque de commerce) est exploitable sur les marchés étrangers, Blank et al. soutiennent effectivement que, ce faisant, les multinationales possèdent un avantage pour les nouveaux services et nouvelles techniques de communications.

Il est aussi possible que les multinationales trouvent de plus en plus facile d'étendre leurs services ailleurs à des coûts relativement peu élevés en utilisant des réseaux de communications électroniques. Le secteur bancaire est un bon exemple. Dans le domaine des affaires bancaires virtuelles, des succursales de banque deviennent des guichets automatiques et des téléphones avec écran d'ordinateur. Certaines transactions, comme le retrait ou le transfert d'argent, le versement de paiements ou l'achat d'actions, peuvent se faire en ligne, ce qui élimine les investissements «dans des immeubles» qui pouvaient être requis auparavant. Des

banques dont le nom est connu dans le monde entier, comme Barclays ou Citibank, sont peut-être mieux placées que des banques plus petites pour profiter de la nouvelle technologie, car elles n'ont vraisemblablement pas à effectuer les mêmes investissements dans des services annexes pour créer l'acceptation et la bonne volonté chez les clients. Par contre, de grandes banques multinationales ont peut-être déjà effectué de gros investissements à coût irrécupérable dans des immeubles¹².

En résumé, les documents récents tendent à soutenir que la nouvelle technologie des communications accroît les économies de diversification aux niveaux des usines et des entreprises, tout en atténuant les économies traditionnelles découlant de la taille de l'entreprise et les économies d'échelle de produit au niveau des usines. L'évaluation des changements au niveau des usines est largement motivée par l'amélioration constante des aspects financiers de l'informatique répartie. Depuis le milieu des années 1980, la puissance de calcul (mesurée en millions d'instructions par seconde) a augmenté d'environ 20 pour 100 par année dans le cas des gros ordinateurs et d'environ 50 pour 100 par année dans le cas des micro-ordinateurs (Gunn, 1992, p. 151). On s'attend à ce que la puissance de calcul des micro-ordinateurs continue d'augmenter plus rapidement que celle des gros ordinateurs, ce qui devrait continuer de promouvoir l'utilisation de réseaux locaux, qui sont essentiellement des réseaux locaux d'informatique distribuée.

L'évaluation selon laquelle les économies d'échelle traditionnelles vont diminuer au niveau de l'entreprise est fondée sur le point de vue que, en raison de la capacité toujours croissante des micro-ordinateurs, alliée à la croissance de réseaux informatiques publics comme Internet, il devient plus facile pour les entreprises plus petites d'exploiter les réseaux de données de pointe que ne peuvent le faire les entreprises plus grandes, qui ont généralement été édifiées à l'aide de lignes de transmission privées reliées à de gros ordinateurs. Ce développement va permettre à des entreprises plus petites de profiter de services administratifs et d'autres services fonctionnels de même qualité que ceux des entreprises plus grandes.

Des changements dans l'échelle et la diversification optimales aux niveaux des usines et des entreprises pourraient avoir des incidences importantes sur la concurrence au Canada et à l'étranger. Harris (1985) a établi les incidences possibles pour les méthodes de commerce et d'investissement à l'étranger :

Dans le cas des produits pour lesquels les économies d'échelle ne sont pas importantes, le transfert de technologie devrait se faire assez rapidement et le site de la production sera probablement dicté dans bien des cas par les conditions relatives aux coûts et au marché du travail. Dans d'autres cas, le site de la production sera dicté par la nécessité d'être près du client. Dans certaines industries caractérisées par la différenciation des produits, des systèmes de fabrication souples à petite échelle se révéleront probablement les meilleurs pour les marchés locaux. Pour des produits de ce genre,

l'innovation technologique peut en fait réduire le commerce des produits finals. La production sera plutôt adaptée aux marchés locaux; le commerce des biens sera remplacé par le commerce de la technologie. (Harris, 1985, p. 31)

Cet argument sous-entend que le commerce de la technologie pourrait devenir de plus en plus important par rapport au commerce de biens matériels. Une conséquence connexe est que les contributions à la croissance économique du Canada qui sont associées au commerce international vont (pour certaines industries) mettre de plus en plus l'accent sur les sources d'avantage comparatif à long terme qui sont fondées sur la technologie plutôt que sur des sources plus traditionnelles, comme les économies d'échelle de produit. Cette évaluation appuie la préoccupation du gouvernement pour l'amélioration de l'innovation et l'adoption de la nouvelle technologie par les entreprises canadiennes.

L'importance plus grande qu'on attache à la différenciation des produits, à la personnalisation et à la qualité sous-entend qu'on intensifie le rôle stratégique de liens plus étroits entre les producteurs du pays et les clients «à la fine pointe». Pour les producteurs canadiens, cela nécessitera peut-être des liens plus étroits avec les marchés américains. Le renforcement de la capacité des petites et moyennes entreprises de commercialiser leurs produits à l'étranger pourrait donc être une stratégie complémentaire pour promouvoir la capacité de ces entreprises d'innover¹³. En ce qui concerne les marchés des produits non personnalisés, les réductions des économies d'échelle laissent entendre une diminution de tous les avantages liés au fait d'avoir son siège social dans un grand pays, de même qu'une influence plus grande des déterminants traditionnels des coûts et du marché du travail pour le site de la production (Harris, 1985, p. 31).

La conséquence directe d'une réduction de la taille optimale de l'entreprise est une diminution graduelle des niveaux de concentration industrielle au pays. Cette conséquence devrait elle-même être liée à un accroissement de la concurrence. Comme il sera mentionné dans la partie suivante, les développements de l'autoroute de l'information pourraient aussi abaisser les barrières à l'entrée des petites et moyennes entreprises dans divers champs d'activité. Ce résultat devrait stimuler encore davantage la concurrence au pays.

Intégration des marchés des produits

On affirme souvent que la nouvelle technologie des communications élimine les obstacles à la circulation des biens et services entre différents territoires. La citation qui suit donne une version extrême de cette affirmation : «Avec Internet, tout le globe devient un seul marché.»¹⁴ L'idée de base est que les réseaux informatiques comme Internet vont faire baisser les coûts de recherche et d'autres coûts de transaction pour les consommateurs, à mesure surtout que des fonctions multimédias interactives permettent aux acheteurs de voir les produits et de

négocier en ligne les conditions de vente.

Dans ce contexte, Internet est perçu comme un moyen moins dispendieux et peut-être plus efficace que les catalogues pour le téléachat. Un nombre croissant de compagnies utilisent Internet comme circuit de distribution supplémentaire, même si les premières expériences indiquent que le magasinage électronique n'a pas été une réussite instantanée¹⁵. En fait, des entreprises industrielles semblent plus portées que les ménages à utiliser les réseaux informatiques pour acheter des fournitures, ce qui reflète peut-être le fait que les biens achetés par des entreprises sont plus normalisés et, par conséquent, plus susceptibles de correspondre aux biens recherchés¹⁶.

La croissance du marketing électronique devrait contribuer à l'intensification de la concurrence dans les marchés segmentés par région :

- en réduisant la pertinence des coûts du transport comme obstacle au commerce interrégional et international; et
- en faisant baisser les coûts de l'information et d'autres coûts de transaction qui sont fonction de la distance.

Les télécommunications ont toujours été considérées comme un élément important de l'intégration des marchés à l'intérieur des pays et entre eux, et ce rôle d'intégration a été identifié comme une source importante du lien entre les investissements dans l'infrastructure des communications et la croissance économique (Norton, 1992). Il est important de souligner que l'impact de l'autoroute de l'information sur l'intégration des marchés vient s'ajouter à celui de l'infrastructure existante qui, en Amérique du Nord, permet déjà de nombreuses activités de recherche et d'achat, en particulier de la part des entreprises commerciales.

Internet et d'autres réseaux publics de communications contribuent également à une réduction importante des coûts fixes et des coûts irrécupérables liés aux activités de marketing et de promotion. Par exemple, il en coûte aussi peu que 1 000 \$ US par année pour ouvrir dans Internet un «magasin électronique» auquel peuvent avoir accès 20 millions de personnes (Solomon, 1995)¹⁷. On s'attend que cette réduction des obstacles à l'entrée qui est associée au marketing et à la promotion accroisse la «contestabilité» de certains marchés, ce qui contribuera vraisemblablement à améliorer la productivité des fournisseurs de ces marchés.

Intégration des marchés du travail

L'intégration plus forte qui est prévue pour les marchés du travail coïncide avec une intégration encore plus grande des marchés des produits. L'idée importante ici est que les systèmes de communications de pointe permettent une utilisation plus efficace et économique des services de main-d'oeuvre à l'étranger. Ils facilitent notamment l'importation indirecte de services de main-d'oeuvre. La compagnie Electric Holdings Ltd. de Hong Kong est un bon exemple. Cette compagnie fabrique des micromoteurs pour les séchoirs à cheveux, les mélangeurs et certaines

pièces d'automobiles comme les verrous de porte, les essuie-glaces et les fenêtres automatiques. La compagnie, qui compte des usines dans le sud de la Chine et un centre de R-D dans un parc industriel de Hong Kong, a pu néanmoins saisir une part relativement importante du marché chez les trois grands fabricants d'automobiles des États-Unis.

La compagnie utilise beaucoup la vidéoconférence pour faciliter les rencontres des équipes de concepteurs avec des clients des États-Unis et de l'Europe. Des centres de R-D de l'Amérique du Nord et de l'Europe transmettent des concepts à Hong Kong¹⁸. La compagnie investit actuellement dans des installations de télécommunications de pointe pour relier ses centres de production du sud de la Chine à ses installations à Hong Kong. En fait, des techniques de communications de pointe facilitent le remplacement de services de conception à Hong Kong par des services plus locaux en réduisant les coûts du transport et de l'information qu'entraînent généralement les distances plus grandes.

En principe, les techniques de communications de pointe devraient promouvoir une spécialisation plus complète de la main-d'oeuvre par région en fonction de l'avantage comparatif, améliorant ainsi cette source traditionnelle de revenus supplémentaires par le biais du commerce international. Les différences traditionnelles au niveau de l'avantage comparatif en fonction de l'offre relative de main-d'oeuvre spécialisée et non spécialisée sont toujours pertinentes. Plus particulièrement, bon nombre des services de main-d'oeuvre qui sont exportés électroniquement par des pays en développement à des pays développés ont trait à des activités relativement peu spécialisées, comme le balayage, le codage et la retransmission de l'information, et la programmation simple. Inversement, il semble que des compagnies nord-américaines et européennes tirent parti de l'accès moins dispendieux à des réseaux de données et d'information vidéo pour exporter des services d'ingénierie et de conception de logiciels et d'autres services connexes à des fabricants de l'Asie¹⁹.

Il est certain que des pays qui comptent beaucoup d'emplois peu rémunérés et peu spécialisés, comme l'Inde, la Russie et la Chine, ont un grand nombre d'ingénieurs, d'informaticiens et d'autres professionnels qualifiés. L'intégration des services de main-d'oeuvre grâce aux réseaux électroniques permettra de substituer de plus en plus les services de ces professionnels qualifiés à ceux de leurs collègues mieux rémunérés (en chiffres relatifs et absolus) dans les pays développés. De plus, la concurrence internationale pour ce qu'on considère actuellement comme des activités de travailleurs spécialisés pourrait s'accroître à mesure que s'élèvent les niveaux moyens d'éducation systématique dans les pays en développement, comparativement aux niveaux dans les pays développés de l'Amérique du Nord et de l'Europe.

Les incidences d'un accroissement indirect de la mobilité des services de main-d'oeuvre pour les salons commerciaux et les termes de l'échange sont susceptibles d'être assez complexes. Il se pourrait bien que l'influence des différences de prix de facteurs de production relativement immobiles, comme les richesses naturelles et

l'infrastructure intangible, sur les décisions ayant trait au site des centres de production prene plus d'importance que les différences des coûts de la main-d'oeuvre. De plus, les différences au niveau des politiques gouvernementales concernant les taux d'imposition, la réglementation, la sécurité des droits de propriété, etc., pourraient influencer davantage que dans le passé sur les décisions ayant trait au site des centres de production²⁰. Les économies d'échelle et de diversification externes pourraient également devenir des déterminants moins importants de la compétitivité internationale de différentes régions. En particulier, la proximité de spécialistes, d'établissements de recherche, d'universités, etc., devrait se révéler moins avantageuse à mesure que l'accès électronique aux centres d'information devient moins dispendieux et plus efficace.

Il est utile de placer ce développement dans son contexte. À l'heure actuelle, les multinationales représentent le plus gros du commerce international et une bonne partie de ce commerce se fait à l'intérieur de ces compagnies. De plus, de grandes multinationales possèdent déjà des systèmes de communications relativement perfectionnés avec leurs filiales dans de nombreuses parties du monde. En outre, vu la nature interne des activités concernées, les coûts de recherche deviennent moins pertinents qu'ils ne le seraient dans le cas d'achats sans lien de dépendance de services de main-d'oeuvre. Ici encore, on doit considérer que la contribution de l'autoroute de l'information à l'intégration des marchés du travail vient s'ajouter à l'intégration favorisée par les activités de multinationales qui utilisent déjà des réseaux de communications privés et virtuels.

Accroissement de la demande relative de travailleurs spécialisés

Selon la sagesse populaire, l'autoroute de l'information va rehausser la valeur des services des travailleurs spécialisés. Orr et Hirshhorn (1994) ont souligné que la construction de l'autoroute et la fourniture de logiciels (définis assez largement pour inclure les services de contenu) pour cette autoroute vont stimuler la demande de différentes compétences dans les domaines de la création et des techniques. Les deux auteurs soutiennent également que «l'intensité des connaissances» pour de nombreux emplois va s'accroître à mesure que la responsabilité de la prise de décisions passe de la direction centralisée aux travailleurs sur la chaîne de fabrication et le terrain.

Un tel scénario comporte plusieurs incidences. Premièrement, les effets de l'autoroute de l'information sur l'accroissement de la productivité pourraient ne pas tous se concrétiser si on n'effectue pas d'investissements complémentaires dans le capital humain. Deuxièmement, les disparités de la répartition des revenus en fonction de l'éducation et d'autres réalisations pourraient s'accroître, surtout si la demande de travailleurs spécialisés par rapport à la demande de travailleurs non spécialisés est stimulée par une plus grande capacité d'exporter les services de travailleurs spécialisés et d'importer les services de travailleurs non spécialisés par

le biais des réseaux de communications mondiaux. Troisièmement, une plus grande capacité d'importer électroniquement les services de travailleurs non spécialisés devrait favoriser une plus forte concurrence à long terme sur les marchés du travail, surtout là où la demande intérieure est relativement inélastique à cause des restrictions relatives aux permis, des cartels de professionnels ou d'autres motifs. Ce développement devrait entraîner, pour l'accroissement de la productivité, des effets semblables à ceux d'une plus grande intégration des marchés des produits.

Croissance de la productivité

Les différentes conséquences économiques possibles qui sont décrites dans la présente partie laissent entendre que plusieurs influences directes et indirectes vont s'exercer sur les niveaux de productivité globaux et (peut-être) sur les taux de croissance de la productivité. Comme on pourrait dire que l'impact de la technologie des communications sur les tendances de la productivité et, en fin de compte, sur les revenus réels intéresse surtout les responsables de l'élaboration des politiques, il vaut la peine d'indiquer clairement les principaux liens possibles entre l'évolution de la productivité et celle de l'autoroute de l'information, tels qu'ils ont été analysés dans différents documents.

Communications plus efficaces

Une plus grande efficacité de la transmission et de la commutation des signaux de communications accroît directement la productivité dans la mesure où elle réduit les ressources nécessaires pour effectuer différentes communications²¹. Par exemple, la capacité de mieux partager des installations de transmission grâce à la compression de données et à la commutation de paquets réduit les ressources requises pour alimenter la capacité de transmission. Comme on l'expliquera plus en détail dans la partie suivante, ce facteur est peu susceptible de contribuer grandement à la productivité car les services de communications constituent un élément relativement peu important du processus de production.

Intégration plus grande de la production et des marchés

La réduction des coûts des opérations et de l'information va contribuer à faire diminuer la segmentation géographique des marchés. Cette conséquence va à son tour promouvoir l'efficacité en favorisant une plus grande spécialisation sur ces marchés, ainsi qu'une réduction de l'inefficacité liée à des méthodes de production peu économiques en favorisant une concurrence accrue. Pour les économies de marché modernes qui font déjà l'objet d'une forte concurrence internationale, il est douteux que ces avantages de l'intégration soient importants.

Lancement et adoption plus rapides de la nouvelle technologie

On pourrait soutenir qu'il est plus avantageux d'adopter de nouvelles techniques de production et de gestion par suite de la vitesse, de l'exactitude et de la fonctionnalité plus grandes de la nouvelle technologie des communications. Comme exemples, on peut mentionner la production et la distribution juste-à-temps, le système de fabrication flexible, la sous-traitance et la prise décentralisée des décisions. On prévoit donc l'adoption plus généralisée et une utilisation intensive de ces techniques pour améliorer la productivité dans diverses industries. Le point à retenir est le suivant : la plupart des grandes entreprises ont déjà accès aux types d'infrastructure des communications qui facilitent les réseaux informatisés de gestion de l'information. Par conséquent, les progrès de l'autoroute de l'information pourraient par eux-mêmes avoir un impact relativement faible sur l'adoption par ces entreprises de nouvelles innovations en matière de production et de gestion.

Plus grande efficacité du processus d'adoption des innovations et techniques

Alors que les conséquences précédentes portaient sur le niveau de productivité, celle-ci pourrait toucher son taux de croissance. Plus précisément, on a laissé entendre que l'autoroute de l'information va accroître de façon permanente le «rendement» des dépenses de R-D ainsi que la vitesse à laquelle de nouvelles innovations sont adoptées. Elle va également améliorer les techniques d'enseignement et de formation, ce qui devrait accélérer le rythme d'accumulation du capital humain (OCDE, 1992).

Diverses raisons possibles sont fournies pour justifier un tel optimisme. Premièrement, les réseaux publics comme Internet vont permettre une collaboration plus efficace entre les groupes de chercheurs. Deuxièmement, l'accès plus rapide, plus complet et moins dispendieux à l'information va améliorer la productivité des chercheurs individuels ou des groupes de chercheurs, ce qui se reflétera sur leurs recherches. Troisièmement, une plus grande spécialisation de la main-d'oeuvre dans le processus de recherche sera possible grâce à un partage plus efficace et plus économique de l'information entre les groupes de chercheurs. Enfin, les principaux spécialistes du domaine assureront la formation par voie électronique, ce qui aura vraisemblablement pour effet d'accroître le taux réel d'accumulation du capital humain. Ces grands liens possibles avec la croissance de la productivité constituent peut-être les incidences les plus intrigantes de l'autoroute de l'information et peut-être aussi les plus difficiles à évaluer.

ÉVALUATION DES CONSÉQUENCES ÉCONOMIQUES POSSIBLES

COMME IL A ÉTÉ MENTIONNÉ PLUS HAUT, le changement technologique dans l'industrie des télécommunications se produit déjà depuis un certain temps. De plus, les conséquences de changements précédents sont semblables à ceux qu'on associe maintenant à l'autoroute de l'information. Par exemple, des changements

technologiques dans le domaine des télécommunications ont favorisé une plus grande intégration des marchés des produits et des marchés du travail, et ont contribué à une plus forte spécialisation internationale de la production, en partie en faisant de la multinationale une forme d'organisation plus viable. En fait, plusieurs études sur l'impact de l'infrastructure des télécommunications sur la productivité attribuent ces conséquences à la plus grande intégration des marchés qui en résulte, en particulier les marchés de capitaux²⁷.

Le fait de représenter l'autoroute de l'information comme un nouveau paradigme «techno-économique» laisse vraisemblablement entendre qu'on prévoit que les retombées sociales des futurs investissements dans la nouvelle infrastructure des télécommunications seront plus importantes que les rendements antérieurs de ces investissements. De même, les artisans d'un «partenariat» entre les entreprises et les gouvernements pour développer l'autoroute de l'information considèrent probablement que les possibilités d'échec du marché sont beaucoup plus fortes dans l'avenir qu'elles ne l'ont été dans le passé. La présente partie donne une évaluation (en grande partie quantitative) de ces perspectives.

PLUS GRANDE EFFICIENCE DU SECTEUR DES COMMUNICATIONS

La part relativement faible du total des coûts d'exploitation que constituent les télécommunications laisse entendre que les principales possibilités économiques de l'autoroute de l'information se trouvent dans de nouvelles utilisations de l'infrastructure des communications plutôt que dans la réduction des coûts des services existants. Le tableau 3 indique plusieurs extrants de l'industrie des services qui sont requis (directement et indirectement) pour produire 100 \$ de produit final dans quatre secteurs économiques largement définis. L'un des extrants mentionnés pour l'industrie des services est la communication. Même si cette catégorie est plus générale que les télécommunications, elle reste pertinente étant donné que des services de télécommunications comme la télécopie et le courrier électronique peuvent se substituer à certains des services du secteur des communications (par exemple, les services postaux). Le tableau 3 indique, pour chacun des quatre grands secteurs, le moins important et le plus important intrant du secteur des communications, ainsi que le coefficient d'intrant pour les communications. Il n'est pas surprenant que les communications soient plus importantes (comme part des extrants) dans le secteur des services que dans les secteurs de l'agriculture, des mines et de la fabrication. Cependant, même dans le secteur des services, les communications constituent un intrant relativement peu important du processus de production.

Fuss (1994) a estimé que le taux de croissance annuel de la productivité globale des facteurs (PGF) pour Bell Canada s'est élevé en moyenne à près de 3 pour 100 durant les années 1980, ce qui est légèrement inférieur aux moyennes de 3,3 et 3,5 pour 100 pour les années 1960 et 1970. Même si on suppose que les coûts unitaires ont baissé d'une façon proportionnée à l'augmentation de la PGF, cela n'aura pas un impact important sur le taux de croissance de la productivité pour les

TABLEAU 3

EXTRANTS REQUIS POUR OBTENIR 100 \$ DE PRODUIT FINAL, 1986-1987

Extrant	Agriculture	Mines	Fabrication	Services
1. Commerce de gros	6,8 \$		10,1 \$	
2. Services aux entreprises		8,9 \$		16,1 \$
3. Commerce de détail	1,1 \$			
4. Services au secteur des transports		1,0 \$		
5. Transport ferroviaire			1,0 \$	
6. Éducation, bibliothèques				4,0 \$
7. Communication	1,30 \$	1,5 \$	1,9 \$	5,8 \$

Source : Bureau of Industry Economics (1992, tableaux divers).

utilisateurs des services de communications, dont la plupart ont des coûts de communications qui s'élèvent en moyenne à moins de 2 pour 100 du total des coûts.

Denny et al. (1981) ont établi l'effet de réduction des coûts des deux plus importantes innovations survenues dans le domaine des télécommunications au cours de la période 1952-1976 : l'interurbain automatique et le passage à des installations de commutation modernes. Les auteurs ont démontré que l'effet de réduction des coûts de ces innovations (pour les compagnies de téléphone) ont été modérés comparativement aux estimations de Fuss concernant la PGF. Plus particulièrement, ils ont constaté qu'une augmentation de 1 pour 100 de l'accès (au niveau de la moyenne, l'utilisation de l'interurbain automatique passe de 53 à 53,5 pour 100) réduisait de 0,03 pour 100 le total des coûts. Les services de main-d'oeuvre étaient réduits de 0,24 pour 100 et ceux des matériaux de 0,1 pour 100. Les services d'immobilisations augmentaient de 0,14 pour 100. Une augmentation de 1 pour 100 de la variable «commutation» (au niveau de la moyenne, le pourcentage de téléphones raccordés à des installations de commutation modernes passe de 19,8 à 20 pour 100) réduisait de 0,04 pour 100 le total des coûts. Les services de main-d'oeuvre étaient réduits de 0,013 pour 100, les services d'immobilisations de 0,07 pour 100 et les matériaux de 0,03 pour 100. De plus, l'effet de réduction des coûts de l'accès à l'interurbain automatique et du raccordement à des installations de commutation modernes a atteint son maximum en 1958-1962 et 1963-1966 respectivement, et a diminué par la suite.

Cela ne revient pas à nier que les améliorations de l'efficacité par les fournisseurs de services de communications puissent avoir des incidences importantes sur les dépenses absolues qui sont requises pour mener diverses activités de production et de distribution dans les secteurs privé et public. Par exemple, Cronin et al. (1994) ont calculé les économies que les progrès de la

production dans le secteur des télécommunications ont entraîné pour le secteur de l'éducation, ainsi que la consommation de services de télécommunications par le secteur de l'éducation pour chaque année entre 1963 et 1991. Les économies cumulatives se sont élevées à environ 77 milliards de dollars américains (en dollars de 1991). Ces économies absolues ont représenté moins de 1 pour 100 du total des dépenses gouvernementales au chapitre de l'éducation aux États-Unis au cours de cette période.

Dans la mesure où les taux de croissance de la PGF dans les entreprises de télécommunications accélèrent et(ou) que les dépenses de communications comme part du total des coûts augmentent sensiblement, les conséquences d'une meilleure efficacité des entreprises de télécommunications sur la productivité globale vont devenir plus importantes. D'après l'expérience du passé, il n'y a aucune raison de prédire le premier développement. Comme l'a souligné Fuss (1994), la croissance de la PGF dans le secteur canadien des télécommunications s'est accélérée vers la fin des années 1980, mais est quand même restée inférieure au taux de croissance moyen pour les années 1960 et 1970. On pourrait prévoir le deuxième développement, en supposant la croissance relative continue du secteur des services et l'augmentation des opérations internationales par rapport aux opérations nationales. Cependant, l'inélasticité des prix de la plupart des services de communications, et en particulier de la distribution locale, va atténuer ces incidences structurelles.

Faciliter l'adoption de nouvelles techniques de production et de gestion et l'intégration des marchés

Un lien plus prometteur entre l'autoroute de l'information et l'augmentation de la productivité globale a trait aux possibilités qu'offre la nouvelle infrastructure des communications pour faciliter l'adoption d'innovations en matière de production et d'organisation. Malheureusement, les preuves solides d'un tel lien se fondent presque uniquement, jusqu'à maintenant, sur quelques anecdotes et études de cas superficielles²³.

Bon nombre des changements prévus au niveau des techniques de production et de distribution sont associés à l'utilisation de réseaux informatiques à haute vitesse et omniprésents. En particulier, on considère qu'une utilisation plus généralisée et plus intensive de l'échange de données informatisées (EDI) facilite des opérations plus rapides et plus fiables dans les chaînes verticales de production et de distribution dans tous les secteurs de l'économie. Certains observateurs ont souligné que la nécessité de grossistes et d'autres intermédiaires pourrait éventuellement être éliminée tant pour les producteurs que pour les utilisateurs²⁴. Selon l'une des estimations disponibles, l'EDI ne représente pas plus, à l'heure actuelle, de 5 pour 100 de toutes les opérations commerciales quotidiennes (Katsaros, 1994). Ce volume relativement faible survient en bonne partie dans les réseaux privés. L'émergence d'Internet et d'autres réseaux de communications informatiques publics pourrait accélérer l'adoption de l'EDI et de techniques

connexes pour améliorer l'efficacité des opérations au sein des compagnies et entre les compagnies.

Croissance d'Internet

Internet semble devenir une composante importante de l'autoroute de l'information publique. Les données disponibles indiquent un taux de croissance extrêmement rapide de son utilisation. Par exemple, selon les estimations d'une source, plus de deux millions d'ordinateurs étaient reliés par Internet en mai 1994. Une estimation plus récente (février 1995) chiffrait à 8 millions le nombre d'ordinateurs pleinement reliés à Internet²⁵. En mai 1994, on estimait que plus de 20 millions de personnes avaient accès au courrier électronique et à d'autres ressources par le biais d'Internet. En février 1995, ce nombre atteignait presque 28 millions.

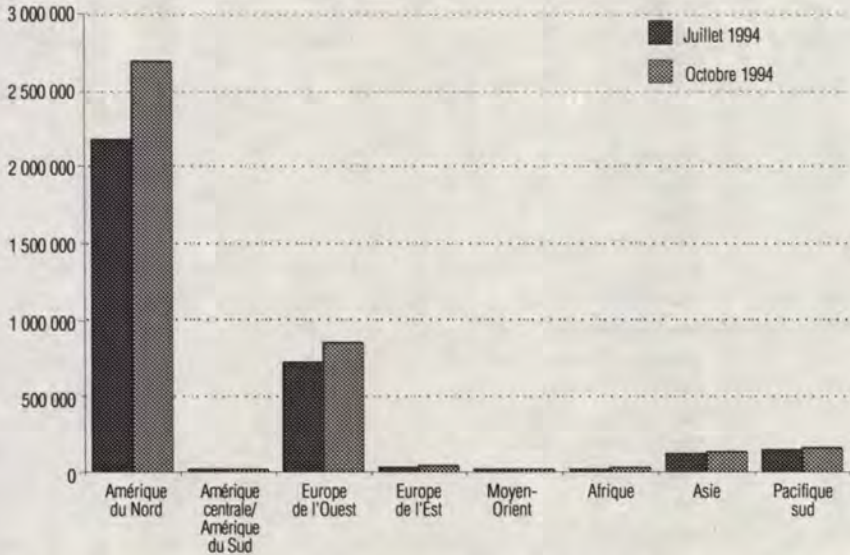
La figure 1 indique le nombre d'hôtes Internet par région en juillet 1994 et en octobre 1994. Elle montre que la plus grande partie des utilisateurs d'Internet se trouvent en Amérique du Nord et que la deuxième région en importance pour ce qui est de l'utilisation, à savoir l'Europe de l'Ouest, ne comprenait qu'environ le tiers du nombre d'hôtes Internet que compte l'Amérique du Nord²⁶. En outre, entre juillet et octobre 1994, la plus grande partie de la croissance du nombre d'hôtes Internet a eu lieu en Amérique du Nord. Il reste néanmoins que le nombre absolu d'ordinateurs hôtes reliés à Internet est peu élevé. De plus, bon nombre des ordinateurs hôtes appartiennent à des entreprises non commerciales. Aux États-Unis, par exemple, environ 37 pour 100 des ordinateurs hôtes étaient identifiés par un code comme étant commerciaux en juillet 1994²⁷. Au moins 42 pour 100 des ordinateurs hôtes étaient identifiés comme étant éducatifs et 15 pour 100 comme étant gouvernementaux ou militaires²⁸. La catégorie qui reste comprend les organismes à but non lucratif, les associations professionnelles, etc.

En résumé, pour qu'Internet devienne une nouvelle infrastructure importante des communications, qui facilite l'adoption de nouveaux processus de production et de gestion, son utilisation commerciale devra continuer de s'accroître considérablement pendant une longue période. De plus, cette croissance devra s'étendre à d'autres régions du monde à l'extérieur de l'Amérique du Nord, pour que ce réseau ait des incidences significatives sur les opérations commerciales internationales.

Faute de pouvoir identifier de façon fiable les facteurs qui déterminent l'utilisation commerciale d'Internet, on ne peut que se demander si les taux de croissance rapides des dernières années (à partir de niveaux initiaux très bas) vont se maintenir pendant une période prolongée. Il peut être utile de souligner la forte concentration géographique des domaines commerciaux en Amérique du Nord²⁹.

Le tableau 4 indique le nombre de domaines commerciaux associés à un indicatif régional donné pour les quinze indicatifs régionaux qui comptent le plus grand nombre absolu de domaines commerciaux. Les villes mentionnées visent à

FIGURE 1
NOMBRE D'HÔTES



donner une référence géographique plus facile que l'indicatif régional. Il convient de souligner que l'indicatif régional recouvre souvent une région plus grande que les villes qui sont mentionnées.

Un peu plus de 18 pour 100 des domaines Internet commerciaux se trouvent dans la région de la baie de San Francisco et de la Silicon Valley (San Jose et banlieues). Plus de 6 pour 100 sont situés dans la région de Boston et dans les secteurs juste à l'extérieur de Boston. En somme, près du quart de tous les domaines Internet commerciaux sont dans les grands centres de l'électro-informatique. Même s'il ne faut pas se surprendre que l'industrie de l'informatique soit parmi les premières à utiliser Internet, on peut conclure que la croissance de l'utilisation à l'extérieur de ce secteur pourrait être sensiblement plus lente, soit parce que les fournisseurs et les clients du secteur de l'électro-informatique connaissent bien la technologie sous-jacente, soit parce que les opérations dans le domaine de l'électro-informatique se prêtent mieux à la médiation électronique.

Près de 50 pour 100 de tous les domaines commerciaux sont situés dans les 15 régions mentionnées au tableau 4. Autre preuve de la concentration probable des utilisateurs commerciaux dans l'industrie de l'informatique (dans son sens large), la Californie représente près de 26 pour 100 de tous les domaines commerciaux. Une autre observation illustre bien ce point. Le nombre total de domaines commerciaux dans les régions à forte intensité d'informatique d'Ottawa et du Sud-Est de l'Ontario (156) est comparable au nombre total à Toronto (297)³⁰. Cette répartition est frappante étant donné la concentration d'entreprises commerciales

TABLEAU 4

DOMAINES COMMERCIAUX PAR INDICATIF RÉGIONAL – 15 JUILLET 1994

Indicatif	Ville	Domaines commerciaux	% du total
415	San Francisco (CA)	1 460	8,6
408	San Jose/Sunnyvale (CA)	1 158	6,8
303	Boulder/Denver (CO)	942	5,5
617	Boston (MA)	739	4,4
212	New York (NY)	532	3,1
703	Arlington/Fairfax (VA)	527	3,1
510	Oakland (CA)	497	2,9
619	San Diego (CA)	375	2,2
508	Worcester/Framingham (MA)	330	1,9
708	Aurora/Evanston (IL)	318	1,9
206	Seattle/Tacoma (WA)	314	1,9
612	Minneapolis/St. Paul (MN)	314	1,9
416	Toronto (ON)	297	1,8
301	Silver Spring/Frederick (MD)	285	1,7
310	Los Angeles (CA)	285	1,7

Source : Internet Info, Falls Church (VA), 1994.

à Toronto et le nombre absolu d'utilisateurs possibles à Toronto.

Comme explication, le tableau 5 donne le nombre de domaines commerciaux pour les grandes villes du Canada. Des estimations sont fournies pour les indicatifs régionaux suivants : 416 (Toronto et Centre-Sud de l'Ontario), 604 (Vancouver et reste de la Colombie-Britannique), 613 (Ottawa et Sud-Est de l'Ontario), 519 (London et Sud-Ouest de l'Ontario) et 514 (Montréal et Sud du Québec).

Le nombre total de domaines commerciaux qui est indiqué pour le Canada (628) représente environ 4 pour 100 du nombre total de domaines donnés. Cette sous-représentation apparente des domaines canadiens reflète peut-être certains biais dans le processus de collecte des données. Ou bien elle témoigne encore davantage du fait que l'électro-informatique a été l'un des premiers grands secteurs à adopter Internet. Par conséquent, comme ce secteur est peu important au Canada, le nombre de domaines commerciaux est relativement petit.

Un autre aperçu de l'usage précoce d'Internet est fourni par les données du tableau 6, qui indique le nombre d'hôtes Internet et le ratio du PNB (en dollars américains) par rapport au nombre d'hôtes Internet pour juillet 1994. Un faible ratio du PNB par rapport aux hôtes Internet indique une adoption plus intensive d'Internet. On peut donc conclure que, même si le Canada a été assez lent à adopter Internet, il a agi rapidement comparativement à beaucoup d'autres pays développés ou aux « tigres » de l'Asie (Hong Kong, Singapour, Taiwan et Corée du

TABLEAU 5

NOMBRE COMMERCIAUX PAR INDICATIF RÉGIONAL AU CANADA – 15 JUILLET 1994

Indicatif	Ville	Domaines commerciaux
416	Toronto (ON)	297
604	Vancouver (CB)	115
613	Ottawa (ON)	87
519	London (ON)	69
514	Montreal (QC)	60

Source : Internet Info, Falls Church (VA), 1994.

Sud). Il semblerait que l'adoption d'Internet dans tous les domaines soit en fonction de la sophistication technologique du système téléphonique sous-jacent. Cependant, comme le laissent entendre les statistiques suivantes, ce facteur n'est peut-être pas un solide déterminant du taux d'adoption parmi les principaux pays. Les pays indiqués dans le tableau 6 ont été classés selon leur capacité de commutation électronique par rapport au total de lignes en 1987, là où une estimation de la part était disponible³¹. Pour les 20 pays de l'échantillon, on a calculé un coefficient de corrélation de Spearman entre le rang des pays selon leur part de la capacité électronique et leur rang dans le tableau 6. Le coefficient était de -0,607, résultat statistiquement significatif. De même, le coefficient de corrélation de Spearman entre le rang de 10 pays dans le tableau 6 et l'investissement brut annuel dans les télécommunications en dollars américains par habitant en 1986 était statistiquement non significatif (0,19)³².

Il n'y a pas de doute que l'état de l'infrastructure des télécommunications d'un pays est pertinent pour l'utilisation de réseaux informatiques comme Internet. Par exemple, pour l'échantillon de 20 pays, la part moyenne de la capacité électronique était de 35,6 tandis qu'elle était de 31,5 pour tout l'échantillon de 40 pays pour lequel des estimations de la part moyenne de la capacité électronique étaient disponibles. Toutefois, ces résultats mettent en garde contre l'hypothèse voulant que des politiques gouvernementales favorisant l'investissement dans les télécommunications vont nécessairement propulser un pays à la tête des utilisateurs des services de l'autoroute de l'information. Ils empêchent également de conclure que l'adoption d'Internet va se poursuivre au même rythme qu'actuellement pendant un avenir prévisible. Nous ne savons tout simplement pas grand-chose au sujet des déterminants des modes d'adoption pertinents.

Effets commerciaux d'Internet

Bien que la croissance de l'utilisation d'Internet ait été spectaculaire, il s'agit quand même d'un phénomène commercial relativement limité. Il n'est pas du tout certain que l'adoption de réseaux informatiques publics comme Internet va être

aussi rapide dans d'autres secteurs commerciaux qu'elle semble l'avoir été dans le secteur de l'électro-informatique. En fait, il existe plusieurs obstacles possibles à l'utilisation commerciale généralisée d'Internet. L'un de ces obstacles possibles est la sécurité. Comme réseau public, Internet est plus exposé à la piraterie que les réseaux privés ou les réseaux privés virtuels. Un deuxième obstacle est l'absence (jusqu'à maintenant) d'une « devise » Internet. Les transactions doivent encore être payées à l'aide de cartes de crédit ou d'autres formes institutionnalisées de crédit qui sont en grande partie hors ligne pour des raisons de sécurité³³. Ce manque de sécurité et de confidentialité réduit le potentiel commercial d'Internet.

L'adoption rapide de réseaux informatiques publics par des utilisateurs commerciaux sera également limitée par le fait que beaucoup de grandes entreprises et d'établissements commerciaux sont déjà bien servis par des réseaux privés de télécommunications locales et longue distance. De tels réseaux sont assez

TABLEAU 6

NOMBRE D'HÔTES INTERNET ET RAPPORT PNB/HÔTE POUR CERTAINS PAYS
- JUILLET 1994

Pays	Hôtes	PNB/hôtes
Islande	3 268	1,67
Australie	127 514	2,28
Norvège	38 759	2,53
Finlande	49 598	2,62
États-Unis	2 044 716	2,79
Nouvelle-Zélande	14 830	3,12
Suède	53 294	3,80
Pays-Bas	59 729	4,18
Canada	127 516	4,54
Suisse	47 401	5,02
Royaume-Uni	155 706	5,93
Danemark	12 107	7,52
Hong Kong	9 141	7,80
Autriche	20 130	8,15
Allemagne	149 193	10,03
Singapour	4 014	10,76
Belgique	12 107	14,19
Taiwan	10 314	14,62
France	71 899	15,30
Corée du Sud	12 109	22,55
Espagne	21 147	23,05
Japon	72 409	43,38
Italie	23 616	46,16

Source : Mark Lottor, Network Wizards.

bien établis dans les secteurs de la fabrication et des services. Par exemple, Baldwin, Diverty et Sabourin (à paraître) ont examiné l'utilisation de techniques fondées sur l'informatique dans le secteur de la fabrication, y compris l'utilisation d'ordinateurs interconnectés pour faciliter les procédés de communication et d'inspection, en fournissant de l'information par les réseaux locaux ou par des ordinateurs situés dans l'usine. Leur enquête a également porté sur des réseaux informatiques longue distance et intercompagnies reliant des usines aux sous-traitants, fournisseurs et clients. Ils ont constaté que l'utilisation de réseaux locaux et longue distance représente une part importante de la production des établissements de fabrication. Plus particulièrement, bien que seulement 9,3 pour 100 des établissements utilisent des réseaux locaux et seulement 10,4 pour 100 utilisent des réseaux longue distance, les pourcentages passent à 36,7 et 35,4 pour 100 respectivement lorsque les réponses sont pondérées par expéditions.

McFetridge (1992) a fourni des preuves confirmant l'utilisation plus intensive des nouvelles techniques de communications dans le secteur des services, ainsi que l'adoption plus rapide de ces techniques par les organisations plus grosses. À l'aide de données recueillies par Statistique Canada, il indique qu'environ 40 pour 100 des établissements du secteur des services utilisent des réseaux locaux et que 29 pour 100 utilisent des réseaux longue distance. Les établissements de plus de 500 employés sont trois fois plus susceptibles d'utiliser les nouvelles techniques de communications que les établissements comptant de 20 à 100 employés.

De toute évidence, le coût minimum relativement élevé des réseaux privés n'encourage pas leur utilisation par les entreprises plus petites. Le coût indivisible plus bas qu'offre le partage de réseaux publics sous-tend les évaluations optimistes des avantages de l'autoroute de l'information sur le plan de la productivité; en d'autres termes, les obstacles à l'adoption de nouvelles techniques de communications seront réduits par l'émergence de réseaux informatiques publics. Il ne faut pas oublier que les avantages des techniques de communications ne sont peut-être pas proportionnels à la taille des entreprises. Par exemple, Baldwin, Diverty et Sabourin (à paraître) ont indiqué l'élimination de nombreux postes de cadres intermédiaires comme source importante d'économies liées aux nouvelles techniques. Ce point est vraisemblablement moins pertinent pour les entreprises plus petites qui comptent peu de niveaux hiérarchiques. La restructuration des organisations afin de permettre une plus grande souplesse au niveau des conditions de travail et des rapports hiérarchiques, un autre avantage qui a été mentionné, est probablement plus pertinente pour les organisations plus grosses.

Plusieurs autres considérations semblent indiquer que les nouveaux services de communications fournis par le biais des réseaux publics existants ont peut-être un impact beaucoup plus faible sur la productivité que celui envisagé implicitement par les scénarios optimistes concernant l'autoroute de l'information. L'une de ces considérations a trait aux investissements requis pour fournir ces services. La connexion à bande étroite avec le réseau téléphonique public que possèdent actuellement la plupart des résidences et des petites entreprises est capable de

transmettre des images vidéo assez rudimentaires. Mais on ne prévoit pas que la technologie va permettre de transmettre la vidéo animée par l'actuel fil de cuivre à paire. Par conséquent, la prestation de services véritablement multimédias à l'ensemble des abonnés du téléphone exige soit l'installation du câble à fibres optiques dans la plupart des résidences et entreprises, soit la conversion de l'infrastructure actuelle de la câblodistribution en systèmes pleinement interactifs.

Les estimations des coûts de l'installation de la fibre optique à large bande dans les foyers canadiens sont de nature fortement spéculative : toutes les estimations disponibles laissent entendre que ces coûts seront importants. Par exemple, le groupe Stentor estime qu'il devra dépenser jusqu'à 8,5 milliards de dollars canadiens pour relier les foyers à un réseau à large bande afin de doubler les 16 millions de lignes d'accès au service téléphonique qui existent actuellement au Canada³⁴. L'extrapolation de propositions américaines indique un coût qui pourrait être six fois plus élevé que l'estimation de Stentor (ACTC, 1994, p. 26). Des coûts sensiblement plus élevés impliquent des frais plus élevés pour l'accès et l'utilisation des services de l'autoroute de l'information par les abonnés, ce qui fera diminuer la quantité des services demandés et accroître les risques des investissements pour les compagnies de téléphone. Il est certain que, si le réseau téléphonique parvient à se substituer aux services de câblodistribution, le coût total que devront payer les abonnés pour les services de l'autoroute de l'information ne sera peut-être pas plus élevé que le coût combiné actuel du téléphone et de la câblodistribution. Par contre, selon les scénarios pessimistes, le recouvrement de tous les coûts de la construction d'un réseau à large bande entraîne des dépenses par la plupart des abonnés (par exemple, 100 \$ par mois) qui sont plus beaucoup plus élevées que le coût combiné actuel du téléphone et de la câblodistribution. Il reste à savoir si la demande sera suffisante pour justifier de tels investissements.

De la même façon, les réseaux par câble coaxial qui sont actuellement exploités par les compagnies de câblodistribution ne peuvent pas être facilement reconfigurés pour fournir des services téléphoniques commutés au niveau local (ACTC, 1994). Au Royaume-Uni, où des détenteurs locaux de franchises de câblodistribution sont récemment entrés sur le marché local du téléphone, ils l'ont fait avec des câbles à fibres optiques et des fils de cuivre à paire qui sont complètement distincts de leurs installations de câblodistribution, bien qu'ils soient placés dans les mêmes fossés et (ou) gaines. Par conséquent, les compagnies de câblodistribution ne seront peut-être pas en mesure d'offrir des services locaux omniprésents de distribution à large bande dans un proche avenir. De plus, on ne sait pas exactement dans quelle mesure leur capital-actions actuel peut être converti pour servir à fournir les services de l'autoroute de l'information.

Autre mise en garde : les avantages économiques qui sont liés à l'accroissement du commerce international exigent vraisemblablement l'adoption plus généralisée de nouveaux réseaux, comme Internet, dans des pays à l'extérieur de l'Amérique du Nord. Ce taux d'adoption peut être relativement faible, en raison de l'ampleur limitée de l'infrastructure des télécommunications modernes dans bien des régions du monde, des revenus relativement faibles qui vont

restreindre la propriété des micro-ordinateurs et des bas niveaux de connaissances en lecture, écriture et calcul qui pourraient limiter la demande d'applications non liées aux divertissements³⁵.

PROMOUVOIR L'INNOVATION

L'IDÉE QUE L'AUTOROUTE DE L'INFORMATION va promouvoir l'accélération de l'innovation et de la diffusion de la technologie est à la fois intrigante et hautement spéculative. Cependant, on peut être sceptique, au départ, quant à l'existence d'avantages importants à cet égard. Le principal avantage d'un réseau public interactif pour la R-D est probablement qu'il facilite la communication entre un groupe plus large de parties intéressées. À cet égard, rien n'indique que la répartition actuelle des centres de R-D ne soit pas vraiment optimale. De même, selon les preuves disponibles, il y a un nombre relativement élevé de canaux pour échanger de l'information technique.

La source la plus solide d'information technique pour les producteurs est généralement l'information fournie par les fournisseurs. Même si des réseaux publics comme Internet vont peut-être rendre plus faciles et moins dispendieuses les communications des fournisseurs avec les utilisateurs, il ne semble pas que le manque de connaissances sur la disponibilité d'une innovation constitue un obstacle sérieux à son adoption, du moins pour des innovations commerciales.

Il convient également de souligner que les scientifiques et les ingénieurs, de même que de façon plus générale les chercheurs universitaires, ont accès depuis déjà un certain temps à des réseaux informatiques, comme Bitnet. Il se peut que l'omniprésence de l'autoroute de l'information n'ajoute pas grand-chose si les «communautés d'intérêt» sont relativement petites dans les milieux de la recherche et si des groupes peuvent assez facilement trouver leurs communautés d'intérêt. Il est certain que les panneaux d'affichage communautaires qui peuplent le réseau Internet ajoutent un élément de chance au processus de diffusion des recherches : des sources non prévues peuvent posséder des renseignements critiques. Dans le monde assez fortement organisé de la science moderne, il ne semblerait pas que cet élément de chance contribue beaucoup à accélérer le rythme de l'innovation.

Il ne fait aucun doute que des réseaux comme Internet vont favoriser la diffusion à meilleur marché des connaissances scientifiques et techniques, ce qui devrait, à la limite, promouvoir l'adoption d'innovations. Ces avantages peuvent se concrétiser pour les activités tant commerciales que non commerciales. Par exemple, les renseignements sur la santé et d'ordre médical qui existent dans les réseaux informatiques peuvent rendre les personnes plus réceptives à des pratiques et procédures innovatrices en matière de santé et de médecine³⁶. De plus, des réactions plus rapides et peut-être plus généralisées de la part des clients face aux producteurs devraient promouvoir des changements bénéfiques à certains éléments des produits et des services pour les activités des secteurs privé et public. La question est de savoir si ces changements vont être suffisants pour contribuer à une

augmentation significative des taux de croissance de la productivité globale de manière à justifier les dépenses nécessaires pour l'autoroute de l'information et les logiciels.

Si les investissements dans les télécommunications de pointe créent un cercle vertueux d'innovation et de croissance économique plus rapides, lequel à son tour favorise d'autres investissements dans les télécommunications, on pourrait prédire que le rendement des investissements dans l'infrastructure des télécommunications devrait continuellement diverger entre les pays plus riches et les pays plus pauvres. Autrement dit, les pays qui commencent à des niveaux plus élevés de compétences technologiques devraient profiter de rendements plus élevés des investissements dans l'infrastructure des télécommunications.

On a effectué l'évaluation suivante de l'impact des investissements dans l'infrastructure des télécommunications sur la croissance de la productivité. Plus particulièrement, on a estimé, à l'aide de données trouvées dans Antonelli (1993b), l'équation de régression qui suit :

$$G_p = a + bI + cY + dICA + fICL + e \quad (1)$$

où G_p est la croissance moyenne de la productivité de la main-d'oeuvre au cours de la période 1979-1986; I est la part moyenne du total des investissements dans la production de 1979 à 1986; Y est le revenu réel par habitant en dollars américains de 1986; ICA est la part moyenne du total des investissements dans la production, pondérée par la part moyenne des investissements dans les télécommunications pour 16 pays dont le revenu réel par habitant en dollars américains de 1986 excède 6 000 \$; et ICL est l'équivalent de ICA pour huit pays dont le revenu réel par habitant en dollars américains de 1986 est de moins de 6 000 \$.

La précision de l'équation (1) est limitée par les données disponibles. Toutefois, elle peut nous permettre d'établir le rapport qui offre le plus grand intérêt. Si l'infrastructure des télécommunications favorise l'innovation et le changement technologique, un ensemble d'investissements plus fortement axés sur les communications devrait avoir un impact plus grand sur la productivité dans les pays à revenu élevé que dans les pays à faible revenu, étant donné que ces derniers sont probablement moins performants que les premiers au niveau de la R-D et d'autres innovations que les premiers. La variable I est relativement simple et devrait avoir un rapport positif avec GP . La variable Y devrait avoir un rapport négatif avec GP , reflétant le phénomène de convergence des revenus entre les pays à revenu élevé et les pays à faible revenu.

La conclusion la plus intéressante est la résistance à des spécifications de rechange, dans lesquelles d'autres variables indépendantes ont été incluses dans l'équation (1) et où la valeur Y a été précisée en valeurs logarithmiques naturelles. Par conséquent, seule la spécification primaire est indiquée. Une valeur T est indiquée entre parenthèses au-dessous de chaque coefficient. Le coefficient de détermination multiple a été rajusté pour plus de souplesse.

$$GP = -.039 + .101I - .0001Y + .057ICA + .027ICL \quad (2)$$

$$(2.29) \quad (-1.90) \quad (1.59) \quad (2.68)$$

Coefficient de détermination multiple rajusté = 0,722 F= 12,32.

Les coefficients pour les variables I et Y ont les signes prévus et, à des niveaux de 0,05 et 0,10, sont statistiquement significatifs. La variable ICL est statistiquement significative au niveau de 0,05, alors que la variable ICA est statistiquement non significative. Le résultat laisse entendre qu'une part plus élevée des télécommunications dans l'infrastructure de capitaux d'un pays a un rapport positif avec le taux de croissance d'un pays à faible revenu, mais pas avec celui d'un pays à revenu élevé. Ce dernier résultat est conforme à d'autres constatations selon lesquelles les investissements dans l'infrastructure des télécommunications ont un plus fort impact sur la croissance économique dans les pays à faible revenu que dans les pays à revenu élevé (Cronin et al., 1993b).

On ne doit évidemment pas tirer trop de conclusions de mesures économétriques si simplistes. Toutefois, l'équation (2) peut être considérée comme une autre mise en garde contre la tentation de conclure que l'autoroute de l'information va stimuler grandement le taux de croissance économique du Canada. En fait, en examinant divers facteurs qui conditionnent l'impact marginal de l'autoroute de l'information, on doit se montrer très sceptique face à l'hyperbole entourant les avantages économiques prévus.

QUESTIONS DE POLITIQUE

IL N'EST PAS POSSIBLE, DANS LE PRÉSENT DOCUMENT, d'examiner à fond toutes les grandes questions de politique que soulève l'autoroute de l'information. On ne peut que les indiquer et aborder brièvement les principales³⁷.

La question primordiale est peut-être de savoir si le gouvernement a un rôle plus actif à jouer pour développer et promouvoir l'autoroute de l'information. On trouve des arguments en faveur d'une intervention urgente du gouvernement dans les affirmations indiquant qu'il existe de grandes différences au niveau des rendements privés et sociaux des investissements dans l'autoroute de l'information, et d'autres arguments connexes, selon lesquels «les gagnants et les perdants sur l'autoroute de l'information sont en train de se décider aujourd'hui, avant même qu'ils se rendent compte que la révolution de l'information a commencé. Le choix de tous les gagnants et perdants va se faire d'ici quelques années.»³⁸

À l'heure actuelle, certains gouvernements au Canada fournissent des fonds pour CA*net, constituante canadienne du réseau Internet. Par le biais du programme CANARIE, le gouvernement a fourni une contribution relativement modeste de 26 millions de dollars pour améliorer CA*net et développer de nouveaux produits, applications et services faciles à utiliser. Les gouvernements

provinciaux font des contributions plus importantes à CA*net en finançant l'accès aux réseaux provinciaux pour des organisations du secteur public, comme les universités et les hôpitaux.

Un point plus précis a trait à la question de savoir si les gouvernements devraient accroître leur financement de CA*net, du côté de l'offre, de la demande ou des deux. On a soutenu que l'existence de facteurs externes importants va donner lieu à des inefficiences significatives si on laisse en bonne partie aux forces du marché le développement du réseau Internet canadien. On a indiqué différents facteurs externes. L'un de ces facteurs est l'affirmation courante selon laquelle il existe des facteurs externes de réseau pour les utilisateurs. C'est-à-dire que l'utilité de joindre un réseau est une fonction positive de la taille du réseau. Par conséquent, le prix efficace pour avoir accès est probablement moins élevé que le coût différentiel pour fournir cet accès. Un deuxième facteur externe est le suivant : les avantages au niveau de la productivité dont profitent les utilisateurs du réseau, et même les non-utilisateurs, ne seront pas pleinement impartis aux fournisseurs du réseau et aux services de réseau. Par conséquent, la prestation de l'infrastructure et des services de réseau pourrait être insuffisante par les fournisseurs du secteur privé. Un troisième facteur externe est le fait que les fournisseurs plus récents vont tirer parti des réussites et des erreurs des premiers fournisseurs. Il y a donc de nets avantages à être un fournisseur d'accès Internet de la deuxième génération plutôt que de la première génération. Par conséquent, il pourrait y avoir des retards non économiques au niveau de la prestation de l'infrastructure Internet et des services par les participants du secteur privé.

Une évaluation complète du rôle du gouvernement pour promouvoir le développement de l'autoroute de l'information devrait sopeser les possibilités d'échec du gouvernement au regard des possibilités d'échec du marché. Lorsqu'il est question de l'intervention gouvernementale dans le secteur des communications, on craint beaucoup que l'interfinancement continue longtemps après qu'il n'y a plus de raisons financières de le maintenir. Ce fut le cas du service téléphonique local de base, pour lequel un fort interfinancement par le service interurbain a été maintenu (et même augmenté), malgré le fait qu'il existe un accès pratiquement universel au réseau téléphonique de base³⁹.

Une autre grave inquiétude en ce qui concerne l'intervention gouvernementale est le fait que les subventions du côté de l'offre ou de la demande seront probablement influencées par des considérations politiques plutôt qu'économiques. Il est évident que les gouvernements voient de plus en plus l'autoroute de l'information comme une source possible de nouveaux emplois et on doit être sceptique quant à la capacité et au désir des gouvernements d'évaluer les activités à subventionner en fonction de facteurs externes de productivité. Même des bureaucrates et des technocrates motivés par des questions d'efficience vont trouver difficile de faire la distinction entre les décisions concernant la répartition des ressources marginales et des ressources inframarginales. De plus, les demandeurs de subventions vont être incités à se présenter comme étant «en

marge de» la participation si les gouvernements ne leur accordent pas des contributions financières, directement ou indirectement. La menace de Stentor de s'abstenir d'effectuer d'importants investissements dans l'infrastructure pour relier les foyers par fibres optiques si les membres de Stentor ne sont pas autorisés à détenir des licences de radiodiffusion montre bien les petits jeux auquel on peut s'attendre dans un régime où la détention de précieux droits de propriété dépend essentiellement du résultat de processus de la politique et de la réglementation.

Dans la partie précédente, on conseillait de ne pas supposer que l'utilisation de l'autoroute de l'information entraînerait d'importants avantages au niveau de la productivité de «tierces parties», du moins dans un avenir prévisible. Cette mise en garde laisse entendre que d'importantes subventions directes ou indirectes des gouvernements pourraient comporter des coûts sociaux dont la valeur actuelle excède la valeur actuelle des avantages sur le plan social. De plus, rien ne prouve que les retards à investir dans l'infrastructure de l'autoroute de l'information vont désavantager d'une façon permanente les entreprises canadiennes. En fait, ce serait plutôt le contraire. Même si des investissements rapides dans la technologie de l'information peuvent procurer à une compagnie ou un pays un avantage pendant une brève période, cet avantage est rarement durable, et il existe relativement peu d'exemples d'utilisation réussie de la technologie de l'information pour obtenir un avantage concurrentiel soutenu (Cane, 1992).

En outre, il n'existe pas de raisons convaincantes de supposer que des facteurs externes du réseau, du côté de l'offre ou de la demande des services de l'autoroute de l'information, vont causer de sérieux échecs du marché. Par exemple, il existe de nombreux cas d'intégrateurs de systèmes et de fournisseurs de services de réseau qui subventionnent directement ou indirectement l'accès aux réseaux informatiques afin de «faire grossir» le réseau. Dans d'autres cas, des services en ligne sont fournis sans frais si le fournisseur de services peut profiter indirectement d'un réseau plus grand. Un bon exemple est Industry Net, réseau informatique destiné aux fabricants. N'importe quel fabricant peut entrer dans ce réseau gratuit, qui comporte des messages publicitaires, des panneaux d'affichage, des annonces de nouveaux produits et des boîtes aux lettres électroniques qui visent un auditoire industriel. Le réseau sert notamment à chercher certains produits sur différents marchés. Le coût du service est payé par des annonceurs nationaux et régionaux qui font la publicité de leurs produits et services (Mehta, 1994).

Au lieu du remplacement des forces du marché concurrentiel, la promotion de la concurrence pour les services de réseau locaux est peut-être l'initiative la plus efficace que pourraient prendre le gouvernement canadien et les responsables de la réglementation pour favoriser une croissance efficace de l'autoroute de l'information. Ici encore, la justification détaillée de cette affirmation dépasse les limites de la présente étude. Cependant, on peut s'attendre que la concurrence au niveau des services locaux de réseau donne lieu à une foule de services et de modes de tarification qui correspondent davantage aux préférences de différents groupes d'abonnés. C'est un peu ce qui s'est produit dans le cas de la concurrence pour

TABLEAU 7

FRAIS DES LIGNES DE 64 KBITS/S ET 1,52 MÉGABITS/S LOUÉES EN JANVIER 1992, NORMALISÉS SELON L'AUSTRALIE

Pays	64 kbits	1,52 mégabits
Allemagne	710	796
Australie	100	100
Autriche	481	269
Belgique	417	170
Canada	282	184
Danemark	188	66
Espagne	1 151	n.d.
Finlande	137	n.d.
France	444	170
Grèce	310	138
Hong Kong	264	39
Irlande	150	102
Islande	155	168
Italie	358	350
Japon	258	228
Luxembourg	100	112
Norvège	173	112
Nouvelle-Zélande	242	135
Pays-Bas	369	198
Portugal	201	140
Royaume-Uni	129	74
Singapour	136	132
Suède	135	n.d.
Suisse	296	160

Source : Bureau of Industry Economics (1992, figures 4,6, 4,7).

l'interurbain. De plus, l'abandon de l'interfinancement du service local par l'interurbain devrait favoriser l'entrée sur le segment de la distribution locale de l'industrie. Il devrait également permettre une baisse des prix des lignes louées au Canada. Comme les lignes louées forment l'épine dorsale des réseaux informatiques longue distance, le coût de cet intrant est important⁴⁰.

Le tableau 7 donne les frais des lignes louées, calibrés en fonction des frais en Australie comme base des deux principaux types de lignes louées : 64 kbits/s (surtout pour les données) et 1,52 mégabit/s pour le RNIS (services interactifs à large bande). Le tableau montre que les frais au Canada sont supérieurs à la moyenne des frais dans les pays développés, ce qui reflète en bonne partie l'interfinancement susmentionné du service local par l'interurbain. En particulier,

pour les lignes louées de 64 kbits/s, les frais au Canada se classent au 15^e rang parmi les 24 pays de l'échantillon. Dans le cas des lignes louées de 1,52 mégabit/s, le Canada est au 16^e rang parmi les 21 pays de l'échantillon. Les frais au Canada pour les lignes louées sont également plus élevés que ceux des États-Unis (qui ne figurent pas dans le tableau).

La concurrence dans le secteur de la distribution locale des réseaux soulève de nombreuses questions relatives aux mesures de protection contre la concurrence et au contenu canadien. En ce qui concerne les mesures de protection contre la concurrence, un point particulièrement important est la façon de s'assurer que les entreprises dominantes en place, notamment les compagnies de téléphone, ne s'adonnent pas à des pratiques anti-concurrence, y compris le financement des services concurrentiels de l'autoroute de l'information à l'aide des profits provenant des services locaux monopolistiques et l'imposition de normes de réseau qui désavantagent les fournisseurs rivaux. L'obligation de fournir l'interconnexion à des prix non discriminatoires et d'ouvrir l'architecture et les normes des réseaux devrait atténuer les risques d'un usage abusif de la dominance du marché, de même que le recours à des plafonds dans la réglementation des tarifs du service local. Cependant, il est possible qu'une vive concurrence pour la prestation des services de l'autoroute de l'information exige que les compagnies de téléphone et de câblodistribution en place fournissent ces services par l'entremise de filiales séparées. Le gouvernement pourrait avoir un rôle utile à jouer, en particulier dans le contexte international, pour favoriser et faciliter l'élaboration de normes d'information technique.

Le contenu canadien de l'autoroute de l'information est une question qui préoccupe manifestement les responsables des politiques gouvernementales. L'avis public CRTC 1994-130 constituait la réponse à un décret demandant au CRTC d'évaluer, entre autres, la façon d'utiliser l'autoroute de l'information pour promouvoir le contenu culturel canadien. La plupart des groupes qui ont répondu à l'avis public, y compris Stentor, préconisent le maintien et même l'élargissement des politiques protectionnistes, telles que des quotas relatifs au contenu canadien, dans les médias de distribution conventionnels, comme le câble, et dans les médias plus récents, comme les réseaux informatiques. Si on fait abstraction des difficultés techniques que pose la mise en oeuvre de mesures protectionnistes sur l'autoroute de l'information, de telles initiatives peuvent réduire les avantages économiques des services de l'autoroute de l'information pour les consommateurs canadiens, en limitant le choix de services. Ce faisant, le taux d'adoption de ces services va ralentir.

Un autre point a trait à la question de savoir si l'accès différentiel à l'autoroute de l'information en fonction de la capacité de payer va exacerber les différences entre les groupes au Canada pour ce qui est des niveaux de revenu et des taux de chômage. La crainte de l'émergence de groupes favorisés et défavorisés sur le plan de la technologie soutient des appels en faveur du financement de l'accès et de l'utilisation de l'autoroute de l'information. Elle sous-tend également les

propositions en vue de fournir des programmes de formation parrainés par le gouvernement concernant l'utilisation de la nouvelle technologie des communications.

On se demande beaucoup si les différences au niveau de l'utilisation des techniques modernes fondées sur l'informatique contribuent à créer des différences au niveau de la performance économique, et dans quelle mesure. Sans évaluer le bien-fondé des différentes positions dans ce débat, il semble opportun de faire une mise en garde contre le financement de l'accès et de l'usage inframarginaux. En d'autres termes, si des subventions sont accordées, elles devraient s'adresser à des abonnés «méritants» qui, autrement, n'utiliseraient pas les services éducatifs et autres services de l'autoroute de l'information qui sont liés à la productivité. La façon la plus efficace de le faire est peut-être en élargissant l'accès aux nouveaux médias de communications, comme Internet, dans les écoles, les bibliothèques publiques, etc. Les groupes à faible revenu sont plus susceptibles d'avoir davantage accès à l'autoroute de l'information de cette façon que les groupes à revenu plus élevé, qui vont plus probablement s'abonner personnellement aux services des fournisseurs de l'autoroute de l'information.

SOMMAIRE ET CONCLUSIONS

PPRÉDIRE LES CONSÉQUENCES ÉCONOMIQUES de l'autoroute de l'information, c'est un peu comme prédire les effets d'un tremblement de terre au moment où la terre commence à trembler. Il est impossible de prévoir si l'autoroute de l'information va être un léger tremblement ou atteindre huit sur l'échelle de Richter. Il semble que le fardeau de la preuve revienne à ceux qui anticipent de profonds changements du paysage économique. Une bonne partie des preuves fournies sont de nature anecdotique ou s'inspirent de la récente croissance très rapide du nombre d'abonnés à Internet. Aucune de ces sources ne convainc que les conséquences économiques futures du changement technologique vont être très différentes de celles du passé. Il convient de souligner que, tout comme l'impact économique de la technologie de base a été important, celui de l'autoroute de l'information le sera aussi.

Il est certain que des investissements importants ont été faits dans les techniques liées à l'autoroute de l'information, y compris des services en ligne et des logiciels de réseau. Par exemple, on a estimé qu'au moins 30 millions \$ US de capital de risque ont été investis dans des projets liés à Internet au cours de la deuxième moitié seulement de 1994 (Churbuck, 1995). Les services en ligne dont la valeur est inscrite à la bourse, comme America Online, s'échangent à un ratio cours-bénéfice qui est bien supérieur aux moyennes du marché et des compagnies comme AT&T font l'acquisition de services en ligne en payant une forte prime par rapport à la valeur comptable (Churbuck, 1995). On ne doit pas supposer que tous les investissements ou même presque tous les investissements vont rapporter. Toutefois, l'optimisme financier concernant les réseaux interactifs en ligne interdit d'être indûment cynique quant aux possibilités commerciales de la nouvelle

technologie des communications. À vrai dire, l'évaluation relativement modérée qui est présentée ici pourrait se révéler incorrecte, bien que le risque d'erreur de jugement soit probablement beaucoup moins grand à court terme qu'à long terme.

Un élément clé de l'autoroute de l'information est son omniprésence potentielle pour fournir des services d'information interactifs. On ne sait pas à quel rythme se réalisera cette omniprésence. Le coût de l'accès à des services interactifs à large bande pourrait sérieusement limiter l'adoption des services de l'autoroute de l'information par bon nombre de foyers et de petites entreprises. Même si les réseaux informatiques comme Internet ne fournissent pas des services à large bande complets, ils constituent une source importante de l'activité sur l'autoroute de l'information. Et pourtant, les taux de croissance impressionnants qu'a connus Internet ces derniers temps ne devraient pas obscurcir le fait que l'adhésion est fortement sélective. Les abonnés individuels proviennent généralement de familles d'un rang socio-économique relativement élevé. Les employés des établissements d'enseignement et des ministères gouvernementaux sont d'importants abonnés des services en ligne. Les utilisateurs commerciaux sont généralement concentrés dans l'industrie de l'électro-informatique. Compte tenu de cette nature assez sélective des utilisateurs des réseaux informatiques en ligne, il est probablement trompeur d'extrapoler beaucoup plus loin dans l'avenir les récents taux de croissance⁴¹.

Les conséquences économiques possibles de l'autoroute de l'information sont également conditionnées par le fait que des réseaux privés peuvent fournir bon nombre des services qui seront probablement offerts dans des réseaux publics comme Internet. Par conséquent, les grandes entreprises ne sont pas nécessairement limitées par la technologie existante des communications pour mettre en oeuvre de nouvelles techniques de production et de gestion qui dépendent des réseaux de communications à large bande et à grande vitesse. Il n'est pas non plus évident que les réseaux publics, qui posent plus de problèmes sur le plan de la sécurité que les réseaux privés, vont devenir des canaux importants pour les transactions commerciales, pour la diffusion des résultats de projets de R-D en propriété exclusive qui ont une valeur commerciale. En résumé, bon nombre des avantages qui sont attendus de réseaux publics comme Internet sur le plan de la productivité supposent que ces réseaux seront manifestement des solutions de rechange supérieures aux médias de communication existants pour un large éventail d'activités commerciales. Cela pourrait être ou ne pas être le cas.

Il résulte de cette évaluation relativement modérée des conséquences économiques de l'autoroute de l'information que les gouvernements devraient faire preuve de prudence pour ce qui est de leurs attentes concernant ce que peut faire et ce que fera la nouvelle technologie des communications pour la croissance économique et l'augmentation des revenus réels. De plus, le point de vue selon lequel une forte intervention du gouvernement est nécessaire pour «gérer» un changement de paradigme techno-économique est peut-être erroné. La «sagesse populaire», qui veut qu'on se fie sur les forces du marché avec des mesures de protection suffisantes et qu'on oriente les subventions là où elles sont requises,

s'applique à l'autoroute de l'information. Les activités traditionnelles des gouvernements dans les domaines de l'éducation et de la formation devraient également promouvoir une utilisation plus efficace et plus efficiente de cette innovation.

NOTES

- 1 L'analyse qui est présentée ici s'inspire fortement de Globerman (à paraître). On trouvera un excellent aperçu des caractéristiques techniques et économiques d'Internet dans MacKie-Mason et Varian (1994).
- 2 Par exemple, Rogers Network Services se sert de l'infrastructure de Rogers Cable Company pour fournir des services informatiques. De tels services sont également fournis par les compagnies de téléphone.
- 3 Les communications vocales représentent encore 85 pour 100 de toutes les télécommunications. Voir Bureau of Industry Economics (1992, p. 7).
- 4 Pour une analyse des avantages offerts par les compagnies de câblodistribution comparativement aux compagnies de téléphone pour la prestation des services à large bande commutés, voir Johnson (1993). Une autre évaluation relativement simple de techniques de rechange pour la distribution locale est fournie par Yates, Lemay et Wall (1994).
- 5 Internet est en fait un réseau qui relie environ 10 000 réseaux dans une cinquantaine de pays.
- 6 Voir «Prodigy Is In That Awkward Stage», *Business Week*, 13 février 1995, p. 90.
- 7 À titre de comparaison, Decima Research a constaté que 72 pour 100 des Canadiens interrogés sont très intéressés ou assez intéressés par l'idée d'avoir accès à des films sur demande, tandis que plus de 50 pour 100 sont intéressés par l'idée d'avoir accès à certains services bancaires à domicile. Voir Rogers Communications Inc. (1995, p. 13).
- 8 Selon Porter (1985), une stratégie concurrentielle porte sur la façon dont une entreprise devrait livrer concurrence sur un marché donné. Une stratégie d'entreprise porte sur le choix des marchés sur lesquels on livre concurrence.
- 9 Cette description de la fabrication agile («agile manufacturing») est tirée de *Business Week: 21st Century Capitalism* (1994).
- 10 Pour une brève analyse de la croissance des services juridiques en ligne, voir French (1994).
- 11 Certains soutiennent que de très petites entreprises ne pourront peut-être pas profiter des nouveaux réseaux comme Internet en raison de leur manque de compétences techniques. En fait, de petits fournisseurs se sont plaints publiquement des exigences que leur imposent de grands détaillants comme Sears Roebuck pour utiliser des systèmes d'échange de données informatisés. Cette situation a donné lieu à l'émergence de petites sociétés d'experts-conseils spécialisées dans les utilisations commerciales d'Internet.
- 12 Les affaires bancaires virtuelles sont abordées dans *Business Week: 21st Century Capitalism* (1994).
- 13 Il n'entre pas dans le cadre de cette étude d'examiner les activités d'exportation des petites et moyennes entreprises. La vaste majorité de ces entreprises n'exportent pas.

- 14 Cette citation est attribuée à Bill Washburn, ancien directeur de Commercial Internet Exchange. Voir «The Internet: How it will change the way you do business», *Business Week*, 14 novembre 1994, p. 81.
- 15 On estime que la valeur des biens achetés dans Internet s'élève actuellement à environ 10 millions \$ US par année et que cette valeur augmente peut-être de 10 pour 100 par mois. Voir Solomon (1995). Certains observateurs ont commenté la croissance décevante du commerce dans Internet. Voir par exemple Churbuck (1995). Un obstacle important au marketing en ligne est la perception selon laquelle les réseaux publics ne sont pas suffisamment sûrs pour les transactions par carte de crédit, préoccupation sur laquelle se penchent les fournisseurs des services de réseau. Au moins un groupe (Commerce Net) affirme qu'il a mis au point une méthode sûre pour effectuer des transactions par carte bancaire dans Internet en 1995.
- 16 On trouvera dans Globerman (à paraître) une description de plusieurs réseaux informatiques commerciaux reliant des acheteurs et des vendeurs de produits et services.
- 17 Le nombre d'utilisateurs d'Internet qui furent dans des «magasins électroniques», c'est-à-dire des sites W3, est probablement moins élevé que le nombre total d'utilisateurs d'Internet car beaucoup de personnes n'utilisent que les services de courrier électronique.
- 18 Voir «High-Tech Jobs All Over the Map», *Business Week: 21st Century Capitalism*, 1994, p. 115.
- 19 Ibid.
- 20 Pour un aperçu des études sur les décisions concernant le site de la production par les multinationales, voir Globerman (1994).
- 21 Des indices de productivité partiels pour certains intrants pourraient baisser dans la mesure où des coûts plus faibles des communications encouragent une utilisation accrue de ces intrants. Certaines indications montrent que l'utilisation de services de communications est peut-être complémentaire de l'utilisation du capital physique. Voir Cronin et al. (1993a).
- 22 Voir, par exemple, Norton (1992) et les études qu'il cite.
- 23 Cronin (1994) est un bon exemple de ce genre de preuve. Il existe certaines données statistiques sur l'effet d'accroissement de productivité des modèles plus anciens de la technologie des communications. Voir, par exemple, Baldwin, Diverty et Sabourin (à paraître).
- 24 On trouvera dans Benjamin et Wigard (1995) une série d'attentes particulièrement enthousiastes.
- 25 Voir «How Many Caught in the Net?», *Seattle Times*, 12 février 1995.
- 26 Il faut préciser que le nombre d'hôtes n'équivaut pas au nombre d'utilisateurs. Les hôtes sont des ordinateurs qui agissent comme des «bureaux de poste locaux», et il existe probablement des utilisateurs multiples de chaque bureau de poste. Cependant, la répartition géographique des hôtes reflète probablement la répartition géographique des utilisateurs. Il convient de reconnaître que les données sur la taille d'Internet, que ce soit en nombre d'ordinateurs, d'hôtes ou d'utilisateurs, ne sont que des estimations très approximatives.

- 27 Les données sur les hôtes Internet ont été obtenues dans Internet. Elles ont été fournies par Mark Lottor de Network Wizards. L'identification de la nature de l'ordinateur hôte (commercial, éducatif, gouvernemental, etc.) est disponible presque uniquement pour les États-Unis. Les utilisateurs commerciaux constituent le segment d'Internet qui connaît la croissance la plus forte.
- 28 Bon nombre des ordinateurs hôtes non commerciaux ont peut-être fait partie d'un réseau informatique plus spécialisé (par exemple, Bitnet), qui a été interconnecté avec Internet (et fusionné avec lui). En fait, la récente croissance explosive d'Internet reflète à la fois des «acquisitions» d'utilisateurs d'autres réseaux et de nouveaux utilisateurs de réseaux publics. Ce dernier groupe tend à comprendre surtout des catégories commerciales d'utilisateurs.
- 29 Un domaine commercial est essentiellement une adresse de bureau de poste dans Internet qui est utilisée par un organisme à but non lucratif pour vendre des services d'interconnexion ou d'autres produits.
- 30 Ces données sur les domaines Internet commerciaux ont été obtenues d'Internet Info.
- 31 La part de la capacité de commutation électronique par rapport au total des lignes a été fournie par Antonelli (1993a) pour 17 des pays indiqués au tableau 6.
- 32 Les investissements bruts annuels dans les télécommunications sont indiqués dans Antonelli (1993a) pour seulement un sous-groupe des pays figurant au tableau 6.
- 33 La Wells Fargo Bank a annoncé récemment qu'elle a mis au point un système sûr pour les achats par carte de crédit dans Internet. Voir «Safe Passage in Cyberspace», *Business Week*, 20 mars 1995, p. 33.
- 34 Stentor a fait savoir que les projets pour relier les foyers par fibres optiques dépendent de l'obtention de licences de radiodiffusion par les compagnies de téléphone. Cela pourrait arriver ou ne pas arriver dans un proche avenir. Voir Stentor (1994).
- 35 Antonelli (1993a) a présenté un modèle d'adoption des télécommunications de pointe. Il conclut que les pays qui sont immobilisés par une croissance plus faible de la production et des investissements et par un important parc de techniques inférieures de modèles récents sont moins susceptibles de passer à la nouvelle technologie.
- 36 Certaines indications révèlent que des malades chroniques partagent de l'information dans Internet sur les nouvelles pharmacothérapies. On craint que de telles données n'encouragent les patients à changer leurs médicaments, avec le résultat malheureux que des essais cliniques auxquels ils participaient deviendront peut-être invalides. On s'inquiète également de la piètre qualité de l'information diffusée par des non-spécialistes dans les réseaux informatiques. Voir William Bulkeley (1995).
- 37 On trouvera une analyse plus poussée de ces questions dans Globerman (à paraître).
- 38 La citation attribuée au Saskatchewan Information Technology and Telecommunications Advisory Committee est mentionnée dans Gouvernement de la Saskatchewan (1995, p. 5).
- 39 On trouvera dans Stanbury, Janisch et Globerman (1995) une analyse récente de l'interfinancement du service local par l'interurbain.
- 40 Les fournisseurs d'accès à l'information devront payer davantage pour les lignes commutées locales qu'ils utilisent pour fournir l'accès à leurs clients. Mais les limites de capacité des lignes sont en train de devenir le principal obstacle à l'expansion d'Internet. Voir MacKie-Mason et Varian (1994).
- 41 Moins du tiers des Nord-Américains possèdent un ordinateur personnel. Le pourcentage est encore plus faible à l'extérieur de l'Amérique du Nord.

REMERCIEMENTS

L'AUTEUR REMERCIE Brian Globerman de Connectivity pour son aide à la recherche et ses précieux conseils concernant Internet. Il remercie également le participant Roger Miller pour ses commentaires utiles.

BIBLIOGRAPHIE

- Antonelli, Christiano, «Information Technology and Derived Demand For Telecommunications Services in the Manufacturing Industry», *Information Economics and Policy*, vol. 4, (1989/90), p. 45-55.
- Antonelli, Christiano, «Investment and Adoption in Advanced Telecommunications», *Journal of Economic Behaviour and Organization*, vol. 20, (1993a), p. 227-245.
- Antonelli, Christiano, «Investment, Productivity Growth and Key Technologies: Advanced Telecommunications», *The Manchester School*, vol. LXI, n° 4, (1993b), p. 386-397.
- Association canadienne de télévision par câble, «Submission to the Canadian Radio-Television and Telecommunications Commission Information Highway Public Hearing», polycopie, Toronto, 1994.
- Baldwin, John, Brent Diverty et David Sabourin, «Utilisation des technologies et transformation industrielle : perspectives empiriques», dans *Bell Canada Papers on Economic and Public Policy: Technology, Information and Public Policy*, publié sous la direction de Thomas Courchene, Kingston, John Deutsch Institute for the Study of Economic Policy (à paraître).
- Benjamin, Robert et Rolf Wigard, «Electronic Markets and Virtual Value Chains on the Information Superhighway», *Sloan Management Review*, (hiver 1995), p. 62-72.
- Blank, Stephen, Stephen Krajewski et Henry Yu, «Responding to a New Political and Economic Architecture in North America: Corporate Structure and Strategy», *The Northwest Journal of Business and Economics*, édition spéciale (1994), p. 17-30.
- Bulkeley, William M, «Untested Treatments, Cures Find Stronghold On-Line Services», *The Wall Street Journal*, 27 février 1995.
- Bureau of Industry Economics, *International Performance Indicators: Telecommunications*, Research Report 48, Canberra, Australian Government Publishing Service, 1992.
- Business Week: 21st Century Capitalism*, (1994).
- Cane, Alan, «Information Technology and Competitive Advantage: Lessons From the Developed Countries», *World Development*, vol. 20, n° 2 (1992), p. 1721-1736.
- Churbuck, David C, «Where's the Money?», *Forbes*, 30 janvier 1995.
- Congress of the United States, Office of Technology Assessment, *Electronic Enterprises: Looking to the Future*, Washington, DC, US Government Printing Office, 1994.
- Cronin, Francis, *Doing Business on the Internet*, New York, Van Nostrand and Reinhold, 1994.
- Cronin, Francis, et al., «Factor Prices, Factor Substitution and the Relative Demand for Telecommunications Across US Industries», *Information Economics and Policy*, (janvier 1993a).
- Cronin, Francis, Edwin Parker, Elisabeth Colleran et Mark Gold, «Telecommunications Infrastructure Investment and Economic Development», *Telecommunications Policy*, (août 1993b), p. 415-430.

- Cronin, Francis, et al., «Telecommunications and Cost Savings in Educational Services», *Information Economics and Policy*, (mars 1994).
- Denny, Michael, Melvyn Fuss, Charles Everson et Leonard Waverman, «Estimating the Effects of the Diffusion of Technological Innovations in Telecommunications: The Production Structure of Bell Canada», *Revue canadienne d'économique*, vol. XIV, n° 1, (1981), p. 24-43.
- Denton, Timothy, «Transactions Not Transmissions: The Electronic Marketplace and the Computer Revolution», polycopie, T.M. Denton Consultants, mars 1994.
- French, Carey, «Using On Line Legal Services», *The Globe and Mail*, (21 avril 1994), p. B7.
- Fuss, Melvyn, «Productivity Growth in Canadian Telecommunications», *Revue canadienne d'économique*, vol. XXVII, n° 2 (1994), p. 371-392.
- Globerman, Steven, «The Private and Social Interests in Outward Direct Investment», dans *Canadian-Based Multinationals*, publié sous la direction de Steven Globerman, Calgary, University of Calgary Press, 1994.
- Globerman, Steven, «The Economics of the Information Superhighway», dans *Bell Canada Papers on Economics and Public Policy: Technology, Information and Public Policy*, publié sous la direction de Thomas Courchene, Kingston, John Deutsch Institute for the Study of Economic Policy (à paraître).
- Gouvernement de la Saskatchewan, «Submission to the CRTC in Response to Public Notice 1994-130», polycopie, 1995.
- Gunn, Thomas G., *21st Century Manufacturing: Creating Winning Business Performance*, New York, HarperCollins, 1992.
- Harris, Richard, *Trade, Industrial Policy and International Competition*, Toronto, University of Toronto Press, 1985.
- Hawkins, Donald T., «Growth Trends in the Electronic Information Services Market, Part I», *ONLINE*, vol. 17, n° 5, (1993), p. 98-100.
- Huber, Peter W., Michael Kellogg et John Thorne, *The Geodesic Network II: 1993 Report on Competition in the Telephone Industry*, Washington, DC, The Geodesic Company, 1992.
- Industrie Canada, *L'autoroute canadienne de l'information*, Ottawa, Ministère des Approvisionnement et Services, 1994.
- «The Internet: How it will change the way you do business», *Business Week*, (14 novembre 1994), p. 81.
- Johnson, Leland, *Telephone Company Entry into Cable Television: Competition, Regulation and Public Policy*, Santa Monica, RAND Corporation, 1993.
- Katsaros, John, «Electronic Commerce», *Internet World*, (juillet-août 1994), p. 41-43.
- MacKie-Mason, Jeffrey et Hal Varian, «Economic FAQs About the Internet», *Journal of Economic Perspectives*, vol. 8, n° 3, (1994), p. 75-96.
- McFetridge, D.G., *Les techniques de pointe au Canada : analyse des données récentes sur leur utilisation*, Ottawa, Ministère des Approvisionnement et Services, 1992.
- Mehta, Stephanie, «Industry Net Puts Businesses in Fast Lane», *The Wall Street Week*, (11 octobre 1994), p. B2.
- Mitchell, Bridger et Tenging Donyo, *Utilization of the US Telephone Network*, Santa Monica, RAND Corporation, 1994.
- Norton, Seth, «Transaction Costs, Telecommunications and the Microeconomics of Macroeconomic Growth», *Economic Development and Cultural Change*, vol. 41, n° 1, (1992), p. 175-196.

- Office of Technology Assessment, Congress of the United States, *Electronic Enterprises: Looking to the Future*, Washington, DC, U.S. Government Printing Office, 1994.
- Organisation de coopération et de développement économiques, *Réseaux d'information et nouvelles technologies*, Paris, OCDE, 1992.
- Orr, Dale et Ron Hirshhorn, *Potentiel économique de l'autoroute de l'information*, pour Stentor politiques publiques Télécom Inc., 1994.
- Porter, Michael, *Competitive Strategy*, New York, The Free Press, 1985.
- «Prodigy Is In That Awkward Stage», *Business Week*, (13 février 1995), p. 90.
- Rogers Communications Inc., «Submission in Response to Public Notice CRTC 1994-130», polycopie, 1995.
- Rowan, Geoffrey, «Sex, lies and commercial on-line services», *The Globe and Mail*, (11 février 1995), p. B1.
- Solomon, Stephen, «Staking a Claim on the Internet», *Inc Technology*, vol. 16, n° 13, (1995), p. 87-91.
- Stanbury, W.T., Hudson Janisch et Steven Globerman, «Riding the Wave: Developments in Telecommunications in Canada», polycopie, Université de Colombie-Britannique, 1995.
- Stentor politiques publiques Télécom Inc., *La circulation de l'information : voie du renouveau économique et social du Canada*, Ottawa, Stentor politiques publiques Télécom Inc., 1993.
- Yates, Robert, Johanne Lemay et Gerry Wall, *La concurrence dans les télécommunications locales au Canada*, Verdun, Lemay-Yates Associates Inc, 1994.

Commentaires

Roger Miller, D.Sc.
 Hydro-Québec, CRSNG, CRSH
 Professeur de gestion de la technologie
 Université du Québec à Montréal

LA TECHNOLOGIE DE L'INFORMATION alimente un processus d'innovation qui semble être une force majeure dans la restructuration du travail, des entreprises, des réseaux et de l'économie. Pourtant, dans les débats sur les effets de ladite technologie, les attitudes restent tranchées. D'une part, il y a ceux qui adoptent une attitude messianique; à savoir qui estiment que la technologie de l'information a un potentiel élevé et une incidence positive sur le changement. D'autre part, il y a ceux dont l'attitude demeure pessimiste, autrement dit pour qui les investissements réalisés dans la technologie de l'information ne produisent pas les résultats escomptés.

Le pôle messianique peut être illustré par des exemples tirés de l'autoroute de l'information, du Minitel et du CALS (acquisition et soutien logistique assistés par ordinateur). Tant les techniciens qui vivent un flot constant d'innovations que les non-spécialistes qui sont conscients des incidences économiques éventuelles en vantent les mérites. Voici des illustrations.

- Les industries liées à l'autoroute de l'information sont en plein bouleversement et sont radicalement transformées par des vagues successives de nouveautés technologiques. Un nouveau paradigme, le mode de transfert asynchrone (MTA) rend le concept des réseaux spécialisés obsolète et pousse le domaine vers la communication sans frontière des réseaux. Grâce à la compatibilité des systèmes et des réseaux, les services peuvent collaborer et conjuguer leurs applications. Les frontières nationales ont de moins en moins de sens. Le trafic utilise le canal le meilleur marché, sans tenir compte des frontières nationales. La transmission par satellite pose un défi aux réseaux câblés. Les antennes paraboliques permettent au public de capter les signaux télévisés transmis par les satellites de pays voisins. Les nouveaux logiciels permettent la communication vocale en mode quasi-téléphonique sur Internet.
- Le Minitel est un bon exemple de ce qui se passe quand on allie la persistance stratégique à une bonne technologie. Avec plus de six millions et demi d'abonnés et une forte utilisation, les Français ont lancé l'autoroute de l'information avec des transactions entre utilisateurs et banques, chemins de fer, compagnies aériennes et marchandiseurs.
- La stratégie CALS vise à accélérer le passage de procédés de mise au point des produits (conception, fabrication et soutien) non intégrés et grands consommateurs de papier à un mode de fonctionnement intégré et très automatisé. Des normes sont définies pour le stockage et l'échange de données, et pour que des systèmes automatisés conservent, gèrent et distribuent ces informations à divers utilisateurs au sein d'une entreprise. Une ingénierie concurrente soutient le CALS. Il s'agit d'une démarche systématique dans la mise au point de produits, c.-à-d. d'une approche dans laquelle on tient compte de tous les éléments du cycle de vie. Ce faisant, les produits, les procédés de fabrication et le soutien sont définis simultanément. Le CALS facilite l'ingénierie concurrente en mettant à sa disposition des équipes de mise au point des produits intégrées et des données numériques correctes, complètes, accessibles et opportunes.

Les tenants du pôle pessimiste du débat posent des questions simples mais difficiles. Où sont les bénéfices? Pourquoi avoir plus d'options si le temps manque pour les utiliser? Illustrons ce pôle par trois exemples.

- L'autoroute de l'information rappelle des échecs spectaculaires au Canada. Telidon et Alex sont des investissements manqués qui montrent que, même si la technologie est bonne, il se peut que le marché intérieur n'existe pas. Pourquoi investir des millions si tout ce que l'on crée, ce sont des marchés comme les «messengeries roses»?

- Le CALS se définit essentiellement comme un ensemble de normes techniques applicables au changement organisationnel. De vrais problèmes de mise en oeuvre, comme l'élaboration de procédés et la constitution de réseaux externes, ne sont pas encore entièrement résolus. Il faudra du temps pour que les investissements considérables réalisés dans la technologie de l'information aient des effets appréciables. Après tout, il a fallu attendre près de quarante ans, soit des années 1880 aux années 1920, pour que les moteurs électriques changent les usines.
- Le consensus entre économistes est que l'incidence de la technologie de l'information sur la productivité est assez limitée. Des augmentations des capitaux propres par des investissements dans cette technologie au cours des dix dernières années n'ont pas enrayer le ralentissement de la croissance de la productivité. Les gains de productivité n'apparaissent pas même si les entreprises réduisent leurs effectifs, se restructurent et s'automatisent.

LA THÈSE DES PROGRÈS CONTENUS À CAUSE DE LA TECHNOLOGIE DE L'INFORMATION

LA THÈSE DE STEVEN GLOBERMAN est incontestablement pessimiste. D'après lui, **L**en tant que système de réseaux électroniques reliés entre eux par le biais desquels s'échangent sous forme numérique des données techniques, commerciales et multimédiatiques, l'autoroute de l'information n'est pas près de connaître une croissance exponentielle. Les effets potentiels ne se matérialisent pas parce que la diffusion est lente et limitée à des segments spécialisés. Il semblerait qu'il incombe toujours à ceux qui voient de grands changements dans le paysage économique de prouver le contraire. Or, les preuves sont dans une large mesure anecdotiques ou elles sont tirées de la croissance du rythme des adhésions à Internet. En fait, il existe peu d'éléments persuasifs indiquant que les incidences économiques futures de l'évolution technologique dans les communications seront très différentes de ce qu'elles ont été par le passé.

Les réseaux privés, la concentration des utilisateurs qui se trouvent dans l'industrie de l'électro-informatique et les coûts de l'accès à des systèmes de transmission à large bande restreindront la diffusion d'applications sur les réseaux publics. L'élément le plus important de la thèse de Steven Globerman est que les gouvernements devraient ne pas trop en attendre des techniques de l'information et de ce qu'elles feront réellement pour la croissance économique. L'intervention gouvernementale dans la gestion d'un paradigme techno-économique risque d'être mal interprétée.

REMISE EN QUESTION DU CADRE INSTITUTIONNEL

STEVEN GLOBERMAN A RAISON pour ce qui est de l'autoroute de l'information dans le contexte actuel. Cependant, les marchés des produits, des services et des applications doivent être et sont partiellement en phase de création par des entreprises dynamiques qui tirent partie de l'évolution de la technologie et de la réglementation. L'évolution technologique alimentent de nouvelles possibilités et une nouvelle vague de déréglementation de l'autoroute de l'information. Quatre techniques clés aiguillonnent le processus de changement :

- la micro-électronique, qui fournit une puissance de traitement à faible coût;
- l'ingénierie des logiciels, qui fournit un contrôle en temps réel et l'intelligence artificielle;
- la photonique, qui permet la transmission de grands volumes de données; et
- l'accès par réseaux sans fil aussi fonctionnels que les réseaux téléphoniques actuels sur fil.

L'évolution technique est très fertile, et elle mène à la fusion et à la convergence de domaines naguère autonomes comme le téléphone, la télévision par câble et la transmission sans fil. Les produits et les systèmes de production fusionnent dans les industries des communications, de l'informatique et des jeux vidéo. En outre, cette évolution entraîne des modifications des règlements et rendent possible la croissance de nouvelles entreprises. Malgré la résistance des pouvoirs chargés de la réglementation, l'évolution technologique combinée à la concurrence pousse vers une structure dictée par le marché. Il est possible à présent de fournir l'information aux utilisateurs chez eux et sous la forme la plus utile : voix, données, vidéo, images et graphiques.

Bien des gouvernements font des gros investissements pour encourager les activités sur l'autoroute de l'information. Internet est une création américaine qui couvre le pays et qui sert de pivot à des communications internationales. De nombreux revendeurs privés avec valeur ajoutée sont reliés à Internet. Ils offrent des contrats forfaitaires qui comprennent des interfaces d'utilisateurs et des banques de données renfermant des informations spécialisées. Les industries des loisirs (cinéma, édition, etc.) se positionnent pour tirer avantage de canaux interactifs offerts par le réseau. La déréglementation de l'industrie des télécommunications stimule la concurrence, ce qui entraîne une réduction des tarifs.

Dans son discours sur l'état de l'Union de janvier 1994, le président Clinton appelait à la création d'une super autoroute de l'information nationale qui relierait toutes les classes des écoles, les bibliothèques, les dispensaires et les hôpitaux d'ici à l'an 2000. À cette fin, un programme national chapeaute toutes les activités liées à la mise en place dans les dix organismes nationaux des compétences nationales

nécessaires aux différentes couches de l'infrastructure nationale. Grâce à une planification, à une recherche et à un développement coordonnés, ces organismes sont en train d'élaborer une infrastructure intégrée.

Des batailles féroces se livrent déjà pour protéger les marchés nationaux des initiatives américaines. Le Canada et l'Europe utilisent des tactiques et des stratégies pour permettre à leurs industries de participer à des marchés mondiaux dominés par de grandes entreprises américaines. On exhorte les gouvernements à préparer de nouveaux cadres réglementaires et tarifaires dans l'optique de la concurrence mondiale. Les acteurs qui ont des actifs fixes cherchent des marchés ouverts, tandis que les acteurs de moindre importance, comme les réseaux câblés, veulent plus de temps pour déployer des forces.

Le gouvernement canadien a présenté une vision large mais vague de l'autoroute de l'information. Or, le Conseil consultatif sur l'autoroute de l'information doit fonder sa stratégie et ses recommandations sur cette vision. Entre-temps, le gouvernement fédéral s'est engagé à financer la création d'un pivot national et à appuyer la définition d'une initiative du secteur privé dans la mise au point d'un réseau pilote.

ACTION PUBLIQUE SUR L'AUTOROUTE DE L'INFORMATION

EN RAISON DE LA NÉCESSITÉ d'un investissement conjoint de l'industrie et du gouvernement, l'intervention publique sur l'autoroute de l'information ne peut se limiter au cadre réglementaire traditionnel. Il y a deux façons de procéder, et une politique judicieuse devrait combiner ces deux options.

DÉRÉGLEMENTER ET LAISSER LES ENTREPRENEURS CONSTRUIRE LE MARCHÉ

LE GOUVERNEMENT FÉDÉRAL n'a pas les moyens d'investir autant que les Américains et les Européens. Au lieu de construire une infrastructure d'autoroute de l'information, il serait plus avisé d'inciter les entreprises canadiennes à mettre au point des pipelines et diverses applications. En attendant pour ouvrir le domaine, les pouvoirs chargés de la réglementation affaiblissent les entreprises qui ne peuvent pas profiter des canaux à faible coût en passant par les États-Unis. Les entreprises affaiblies ne peuvent pas réagir de façon compétitive et elles ont tendance à rechercher une protection.

Le problème pour ces pouvoirs, en ce qui concerne l'autoroute de l'information, est de savoir s'il faut déréglementer rapidement ou pas la séparation entre les compagnies de téléphone, les câblodistributeurs et les nouveaux arrivants éventuels. En rompant la séparation artificielle, les premiers l'emporteront probablement sur les seconds. Cependant, ceux-ci peuvent survivre en mettant au point des applications, de nouveaux produits et des services novateurs. Les entreprises spécialisées qui offrent des contrats d'application utilisant des serveurs tireront probablement leur épingle du jeu.

CRÉER UN PARTENARIAT ENTRE LES SECTEURS PUBLIC ET PRIVÉ

IL EST POSSIBLE À PRÉSENT de considérer l'autoroute de l'information comme des pipelines en fibre optique et des radiocommunications qui peuvent transporter de grands volumes de transactions. Au lieu de réglementer les «transporteurs», le gouvernement fédéral devrait collaborer avec les acteurs pertinents. Établir des partenariats solides avec des ministères provinciaux et fédéraux comme ceux du revenu, de la santé et des finances. Les entreprises du secteur privé peuvent aider à coordonner les actions et les investissements et à créer des utilisations et des marchés. Cette approche est coûteuse et elle exige de la persévérance. Cependant, l'inertie du gouvernement, son absence de volonté stratégique et son incapacité à travailler en coordination avec le secteur privé conduira probablement à des actions publiques timides.

Les actions publiques doivent découler d'une compréhension de la dynamique techno-économique et pas de perspectives idéologiques. Quel que soit le choix opéré, il faut se rappeler que la dynamique sous-jacente du marché se caractérise par des effets non linéaires. Des notions comme la masse d'effort critique, les boucles de rétroaction positive entre l'infrastructure et les serveurs, les externalités des réseaux ou les effets multiplicateurs doivent structurer l'action publique.

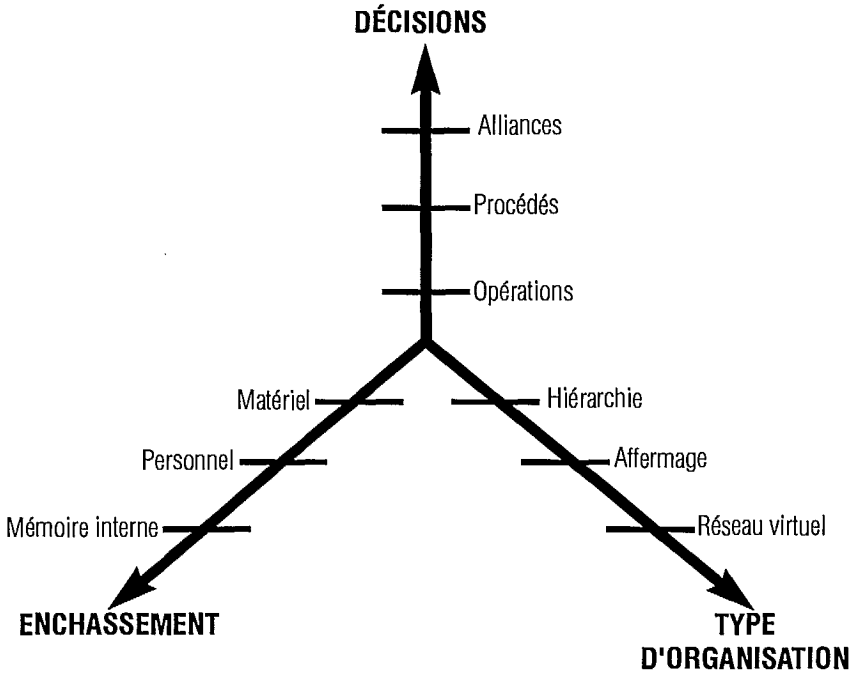
INDICATEURS DE L'INCIDENCE RÉELLE DE LA TECHNOLOGIE DE L'INFORMATION

SI L'ON REGARDE AU-DELÀ de l'autoroute de l'information, il est évident que les changements apportés par la technologie de l'information sont réels. La perspective pessimiste ne se justifie que si l'on utilise les chiffres de la productivité. La technologie de l'information a des incidences qualitatives et quantitatives que ces chiffres rendent mal. Les travailleurs et les cadres moyens qui ont perdu leur emploi savent qu'il y a des conséquences. L'écrasement des organisations et les pressions pour aller s'approvisionner à l'extérieur pour bien des produits utilisant un échange de données électroniques sont des conséquences réelles.

Le tableau 1 représente les indicateurs possibles à mesure que les entreprises intègrent plus de connaissances informatiques dans leur système de production. L'axe de décision montre que les applications de la technologie de l'information peuvent progresser de l'automatisation à des alliances en passant par des procédés organisationnels. La forme de l'axe d'organisation va de la hiérarchie traditionnelle à la délocalisation et aux réseaux virtuels. La technologie de l'information touche les ordinateurs et la mémoire personnelle et collective.

FIGURE 1

INDICATEURS POTENTIELS DES CONNAISSANCES ARTICULÉES SUR L'INFORMATION
DANS LES ORGANISATIONS



CONCLUSION

LE SOUTIEN DU GOUVERNEMENT, le choix de la technologie et la réglementation peuvent bloquer des choix inefficients et affaiblir la concurrence. Les expériences menées par de nombreuses entreprises créeront des produits, des services et des applications qui permettront de travailler sur l'autoroute de l'information. De nouveaux acteurs apparaîtront et des acteurs dépassés sur le plan technologique disparaîtront. Dans certaines régions, les câblodistributeurs équipent leurs territoires avec des fibres optiques pour concurrencer les compagnies de téléphone et offrent un nouvel accès ultra-rapide aux réseaux. Dans cet environnement turbulent, on peut prévoir les tendances générales, mais des discontinuités se produiront.



COMMENTAIRES DU RAPPORTEUR





John F. Helliwell
Département d'économie
Université de la Colombie-Britannique

13

Rapport de conférence

HARRY SWAIN, VICE-MINISTRE DE L'INDUSTRIE, A OUVERT LA CONFÉRENCE et demandé aux personnes présentes de réfléchir à deux questions.

- Existe-t-il une théorie qui permette de comprendre le rôle du savoir dans la croissance économique?
- Pouvons-nous définir les caractéristiques d'une politique publique qui tienne compte d'une croissance fondée sur les connaissances?

Puis il a demandé à Peter Nicholson, conseiller principal au ministère des Finances, de faire le compte rendu de la conférence donnée plus tôt dans la semaine par l'Institut canadien des recherches avancées et l'Institut international pour l'analyse des systèmes appliqués (ICRA-IIASA). P. Nicholson a décrit la rencontre entre l'école «évolutionniste» de l'IIASA et le groupe de la «nouvelle croissance» de l'ICRA en faisant remarquer qu'il semble exister une convergence de vues. En outre, chaque groupe est hétérogène. D'après lui, nous nous trouvons en présence d'un schéma matriciel bilatéral, à savoir : l'école évolutionniste contre le groupe de la nouvelle croissance, et le groupe qui élabore des théories de style «sensibles» contre celui qui en formule dans un style plus explicite. Les théoriciens dits sensibles décrivent ce qui se passe et cherchent des phénomènes réguliers, tandis que les théoriciens formels essaient d'éliminer les détails pour aller à l'essentiel. Dans l'école de la nouvelle croissance comme dans l'école évolutionniste, la technologie joue un rôle primordial. Le modèle évolutionniste insiste sur les liens rationnels et il est plus biologique dans son orientation. Il se concentre sur l'hétérogénéité et attache une grande importance à la combinaison hasard – sélectivité. Dans la théorie de la nouvelle croissance, on a tendance à mettre l'accent sur l'intention et on s'appuie moins sur l'histoire. L'école évolutionniste insiste sur la complexité et la simulation, tandis que l'école de la nouvelle croissance préfère des solutions analytiques. P. Nicholson voit des complémentarités mais pas de preuves solides de convergence. Selon lui, l'ordinateur contribuera à une convergence éventuelle entre les démarches analytiques et la simulation. Cependant, il s'interroge sur la complexité et sur le manque de coordination dans les modèles de simulation évolutionnistes.

Passant aux conséquences de la conférence précédente sur le plan stratégique, P. Nicholson a relevé des thèmes communs aux deux écoles. Ainsi, toutes deux favorisent la diversité, acceptent l'échec et encouragent la concurrence. Livrés à eux-mêmes, les marchés ne sont pas nécessairement optimaux, mais ils fonctionnent très bien. Cela risque d'être litigieux. Les défaillances des marchés ne sont pas forcément rattrapables. (Comme disait plus ou moins Churchill à propos de la démocratie, ce n'est pas une solution idéale, mais les autres sont pires.) Ce qui est réellement essentiel, c'est le concept institutionnel. Il semble fort dangereux d'appliquer des droits de propriété intellectuelle aux sciences fondamentales, et l'on a émis l'idée que la recherche universitaire est peut-être en train de devenir trop commerciale. P. Nicholson pense qu'il est nécessaire de mieux comprendre le processus d'innovation. Richard Nelson a fait remarquer (à la conférence de l'ICRA) que les liens entre les laboratoires nationaux et les entreprises pouvaient détruire ces premiers. Richard Lipsey a fait valoir qu'il pouvait y avoir une aide utile pour l'industrie.

En ce qui concerne le lien entre la recherche-développement (R-D) et la croissance de la productivité, la question était de savoir s'il reposait sur l'appropriabilité des résultats de la R-D ou sur l'apport d'idées nouvelles par d'autres secteurs des entreprises de R-D. La conférence de l'ICRA penchait pour la seconde solution, ce qui va dans le sens d'une politique favorisant les sciences ouvertes par rapport aux sciences privées.

PREMIÈRE SÉANCE : VERS UNE DÉFINITION OPÉRATIONNELLE DE LA CROISSANCE FONDÉE SUR LES CONNAISSANCES

DANS SON EXPOSÉ, PETER HOWITT s'est dit préoccupé par les erreurs systématiques que cause la mauvaise prise en compte du rôle des connaissances dans la croissance. La croissance économique a toujours reposé sur le savoir, à commencer dans ce pays par les augmentations considérables de la productivité agricole, qui ont entraîné un exode rural. La théorie de la productivité a beaucoup progressé en ce sens que ces tenants ont transformé des théories qui s'appliquaient aux biens à l'origine en théories visant aussi la production et le transfert de connaissances. Lorsque l'on produit des connaissances, il est difficile de savoir ce qu'il en advient ensuite, étant donné qu'elles sont inscrites dans les esprits et les mémoires, dans les habitudes et les pratiques, et qu'elles sont codifiées dans des livres et des dessins. Tout comme il est difficile de reconnaître la concrétisation des connaissances, il est difficile de mesurer ou de vérifier le processus de leur transfert. Contrairement à l'échange de marchandises, l'échange de connaissances crée de nouvelles connaissances, car les parties transmettent leur savoir tout en le conservant.

Lorsque survient un changement structurel important, il faut beaucoup investir dans le savoir, ce qui coûte cher et prive d'autres activités productives de ressources. Comme les nouvelles connaissances ne sont pas traitées comme un produit, il y aura une baisse apparente de la productivité pendant la transformation

structurelle. P. Howitt a aussi souligné qu'en période d'ajustement structurel important, il est plus difficile d'améliorer la qualité en recourant à des mesures hédoniques.

Le participant, T.K. Rymes, a mis en doute le principe selon lequel on ne tient pas suffisamment compte de l'acquisition de connaissances. Selon lui, l'acquisition de compétences, particulières à l'entreprise, se traduira par des salaires plus élevés dans l'entreprise, et l'acquisition de connaissances plus générales se transformera par la suite en salaires réels plus élevés. La décision d'acquérir une partie de la R-D à l'extérieur et d'en effectuer une autre partie intra-muros ne diffère en rien de la décision de louer ou d'acheter ailleurs dans l'économie.

Pour ce qui est des problèmes de quantification soulevés par P. Howitt, T.K. Rymes a d'abord traité celui de l'investissement dans le savoir. Il a fait remarquer qu'en se servant d'indices hédoniques des prix pour les ordinateurs, on augmente la productivité de l'industrie qui produit ces appareils et on fait baisser celle des secteurs qui les utilisent. Mesurée en termes de biens de consommation, la productivité n'est pas modifiée par l'ajustement. En outre, ne faudrait-il pas répercuter la productivité attribuée à la production d'ordinateurs sur la fabrication des puces électroniques? Il ne peut y avoir sous-évaluation de la croissance de la productivité à long terme que si l'augmentation des prix à la consommation est surévaluée parce que l'on n'a pas apporté les modifications voulues relativement à la qualité. T.K. Rymes doute que les effets nets de ces sous-évaluations soient énormes.

Quant au problème de quantification de la R-D, T.K. Rymes estime qu'il faut compenser la croissance du produit intérieur brut (PIB) créée pendant une transformation structurelle par l'obsolescence supplémentaire qu'entraîne cette même transformation. Il a souligné qu'il est possible de contrebalancer les effets réducteurs de la croissance qu'a l'inflation par ceux d'une politique monétaire rigoureuse, en consacrant plus de ressources à la conception et à l'utilisation de la technologie des transactions.

En réponse, P. Howitt a réaffirmé que l'appropriabilité, ou son absence, joue un rôle important dans la création d'un problème de quantification. Il a convenu que corriger les prix des biens d'investissement revient à transférer la productivité à d'autres industries, et qu'il importe de vérifier l'exactitude des prix finals, y compris ceux des industries de service qui utilisent des ordinateurs moins coûteux. Il a convenu également que le problème de quantification de la R-D est double pendant la période d'adaptation aux nouvelles techniques, car il faut tenir compte du capital représenté par le savoir nouvellement acquis et de l'obsolescence créée dans la somme des connaissances existantes.

Luc Soete a également insisté sur l'importance de l'obsolescence endogène. Tout en étant d'accord avec lui, P. Howitt a fait remarquer qu'il s'intéressait principalement au PIB, pas au produit intérieur net (PIN), ce qui lui donnait une excuse pour traiter de l'obsolescence dans un autre exposé.

DEUXIÈME SÉANCE : ÉVALUATION QUANTITATIVE DES INDUSTRIES À FORTE INTENSITÉ DE TRAVAILLEURS DU SAVOIR PAR OPPOSITION AUX INDUSTRIES À FAIBLE INTENSITÉ DE TRAVAILLEURS DU SAVOIR

DANS SA PRÉSENTATION DE L'EXPOSÉ PRÉPARÉ AVEC FRANCK C. LEE, HANDAN HAS a souligné les taux de croissance élevés de la production brute et de l'emploi dans les secteurs à forte intensité de savoir, suivis par ceux des secteurs à moyenne et à faible intensité de savoir. Elle a également fait remarquer que la productivité croissait plus vite dans les industries à faible intensité de connaissances.

Le participant, Donald McFetridge, a posé les questions rhétoriques suivantes : pourquoi voulons-nous classer les industries par rapport au degré de connaissances qu'elles utilisent? Entend-on définir une stratégie pour les soutenir expressément? Jouent-elles un rôle essentiel? En quoi? Puis il a émis une double hypothèse, à savoir que ces industries peuvent être sources de retombées externes positives et que leur repérage peut aider à prévoir les demandes futures en matière d'éducation et de formation.

D. McFetridge est ensuite passé aux définitions que l'on donne des industries à forte intensité de connaissances ou de savoir. Il a insisté sur la différence entre les connaissances nécessaires pour concevoir, construire et utiliser des biens d'équipement. À l'instar de P. Howitt, il a également fait remarquer que certains secteurs, bien des services commerciaux, par exemple, produisent très peu de connaissances mais ne possèdent pas de secteur de R-D. Pour ce qui est de la quantification des résultats, D. McFetridge estimait que des mesures de croissance de l'emploi peuvent être utiles pour établir des prévisions mais que les évaluations de la productivité posaient un problème, à savoir que l'on ne sait pas si l'on doit s'attendre à ce que les retombées, s'il y en a, se manifestent dans le même secteur ou dans d'autres secteurs.

Frank Lee lui a répondu ceci : s'il était possible de différencier les industries en se fondant sur leur intensité de connaissances et si des retombées externes justifiaient un soutien ciblé, les classifications des industries pourraient sans doute guider les décisions politiques. C'est précisément ce qui inquiétait D. McFetridge, je suppose.

Dans la salle, on a fait remarquer que les chasseurs et les cueilleurs étaient de vrais travailleurs du savoir, car leur subsistance dépendait de leur bon sens et de leurs compétences. Par contraste, on a laissé entendre que l'exposé de Frank C. Lee et Handan Has, notamment, semble associer intensité de savoir et technologie. Roger Miller a insisté sur la distinction importante à établir entre les connaissances tacites et les connaissances codifiées, les premières comprenant les aptitudes des chasseurs et des cueilleurs ou, comme quelqu'un l'a suggéré, le fait de savoir monter à cheval. T.K. Rymes est revenu sur le fait que F.C. Lee et H. Has classent le secteur agricole parmi les industries à faible intensité de connaissances, ce qui était surprenant, étant donné que, depuis longtemps, la croissance de la productivité y repose sur de grandes connaissances. Il a émis l'hypothèse qu'en utilisant des tableaux apporç-productions pour transférer l'intensité de savoir de la

production de semences à l'agriculture, les résultats seraient tout autres. Frank Lee lui a répondu que la distinction était fondée sur la production de connaissances et non sur l'utilisation que l'on fait de celles-ci.

D'après Surendra Gera, d'autres procédés de classification donneraient probablement des résultats similaires.

Frank Lee en a convenu à cause de la forte corrélation entre les autres indices de classement.

TROISIÈME SÉANCE : DÉVELOPPEMENT DU CAPITAL HUMAIN ET INNOVATION : ANALYSE SECTORIELLE

DANS SA PRÉSENTATION DE L'EXPOSÉ PRÉPARÉ AVEC JOANNE JOHNSON, JOHN BALDWIN a souligné que la recherche empirique de l'ICAR est très concentrée sur l'hétérogénéité des caractéristiques et de la croissance des entreprises. Cet exposé porte essentiellement sur le lien entre la formation et l'innovation. Joanne Johnson a présenté les résultats qui montrent que toutes les formes d'innovation sont liées à la formation. Les entreprises qui prêtent davantage attention à la qualité proposent aussi plus de formation. Les grandes entreprises forment plus, tandis que les entreprises où il y a une forte proportion de gestionnaires ou celles dont le siège se trouve au Québec offrent généralement moins de formation. La probabilité que les entreprises qui mettent peu l'accent sur l'innovation offrent une formation est au moins deux fois moindre, surtout dans l'industrie manufacturière. En outre, ce sont les entreprises qui mettent l'accent sur l'innovation et la formation qui enregistrent les taux de bénéfices et de croissance les plus élevés.

Le participant, Lewis Alexander, a souligné combien l'utilisation de données par établissement peut aider à clarifier le débat entre les partisans des représentants-agents et ceux de la théorie évolutionniste. Se référant à l'enquête, L. Alexander a soulevé le problème du parti pris de la sélection : les grandes entreprises étaient exclues et seules les entreprises en expansion étaient retenues. Quelles sont les conséquences probables d'un tel choix? L. Alexander a fait référence à un exposé dont l'auteur essayait de compenser le parti pris de la sélection. Cela a joué réellement sur les évaluations de la structure de production sous-jacente. À son avis, le même problème se posera dans l'étude actuelle. Il a souligné que le lien entre l'innovation et la formation concorde avec l'opinion plus générale selon laquelle il s'est opéré, pendant la période examinée, un changement technique au détriment des compétences.

Comment faut-il interpréter les résultats? Les auteurs disent avoir découvert une complémentarité. L. Alexander préférerait décrire les variables selon leur association, sans en déduire qu'il existe entre elles un lien causal. Un assez petit nombre d'entreprises prennent rapidement de l'expansion tout en prospérant. Si l'on veut rechercher la complémentarité, il faut peut-être examiner les facteurs déterminants de la réussite et se demander s'il est vrai que les entreprises qui offrent une formation et qui innovent sont plus prospères que ne le feraient conclure les effets distincts de la formation et de l'innovation.

D. Malkin, de l'Organisation de coopération et de développement économique (OCDE), a demandé comment on pouvait lier l'innovation et la formation à la croissance si l'échantillon est limité aux entreprises en expansion. John Baldwin a convenu que le choix de l'échantillon constitue un problème. Dans une certaine mesure, il découle de l'utilisation d'une enquête conçue à d'autres fins. Ce que l'on voulait faire, c'était étudier les entreprises en expansion en tant que groupe. Cependant, pour répondre à l'objection de l'OCDE, les résultats varient encore beaucoup sur le plan de la croissance, et il est donc possible d'établir un rapport entre les différences de croissance et d'autres variables de l'étude. Les auteurs de l'exposé devaient rechercher des complémentarités, et non pas voir comment les combinaisons particulières de politiques choisies déterminent le succès des entreprises. Si les effets d'interaction sont très importants, il devient très difficile de savoir si une politique devrait encourager une activité parmi les activités combinées. Joanne Johnson a fait remarquer que les résultats préliminaires obtenus avec des échantillons de données plus nombreux semblaient corroborer les conclusions rapportées dans l'exposé.

QUATRIÈME SÉANCE : PREUVE EMPIRIQUE ET DÉBAT SUR L'INTÉGRATION ET LA CROISSANCE ÉCONOMIQUES

PENDANT LA SÉANCE DE L'APRÈS-MIDI, RICHARD HARRIS a présenté sa triple couverture de la quantification, de la causalité et de la politique, dans un contexte dynamique à long terme. Il a souligné que les problèmes de croissance et de répartition sont étroitement liés et que les deux ont droit à la même attention. Analysant l'histoire des rapports entre le commerce et la croissance, il a examiné quatre étapes : les premières évaluations des gains statiques du commerce, l'hypothèse de la croissance induite par les exportations, le débat sur la convergence et des études récentes sur les conséquences de la libéralisation des échanges commerciaux. Les possibilités que soulève la foule d'études théoriques réalisées ensuite sur les liens entre le commerce et la croissance sont tellement variées que toutes les suppositions relatives aux rapports entre la politique commerciale et la croissance ne sont peut-être pas vraisemblables. R. Harris a qualifié la situation actuelle de situation dans laquelle la théorie de la croissance a dépassé la mise en oeuvre empirique. Après quoi, il a divisé la recherche empirique en quatre secteurs : les études de la croissance induite par les exportations; les régressions de la croissance internationale, en ajoutant des variables sur l'ouverture des échanges; les études sur l'expérience européenne en matière de croissance; et les tentatives de liaison entre la croissance de la productivité dans les pays de l'OCDE et des quantifications de l'ouverture.

Ensuite, il est passé à la modélisation de l'équilibre général des obstacles tarifaires, en tenant compte de l'accumulation de capital et, dans certains cas, de la mobilité internationale des capitaux. Deux autres catégories de modélisation dynamique de l'intégration comprenaient des modèles d'entrée et de sortie dans le cadre d'une concurrence imparfaite et un modèle comprenant des retombées

externes revenant à l'accumulation de fonds propres. Enfin, il a présenté les résultats de ses propres recherches en insistant sur l'importance du capital humain immobile.

Finalement, R. Harris est d'avis qu'il est tout simplement trop tôt pour tirer des conclusions définitives quant aux effets des échanges commerciaux sur la croissance, notamment dans le cas de la croissance axée sur les connaissances.

Le participant, James Brander, s'est dit gêné de devoir approuver tout l'exposé de Richard Harris. Il a insisté sur le fait que les liens entre la croissance basée sur les connaissances et les échanges commerciaux doivent traverser l'évolution des techniques applicables et du capital humain, avec l'ajout possible de la technologie qui fait partie du capital matériel. Les remarques de J. Brander portaient essentiellement sur la participation de la main-d'oeuvre et sur l'évolution de l'utilisation des ressources naturelles par habitant. Ses propres recherches, notamment, montrent que les incidences démographiques, en particulier l'évolution des taux de dépendance et de la participation de la main-d'oeuvre, expliquent pour une bonne part les différences de taux de croissance d'un pays à l'autre. Il n'a parlé d'aucun lien entre cela et le savoir, alors que la plupart des études sur la fécondité montrent que plus les niveaux d'instruction augmentent, plus les taux de fécondité ont tendance à baisser, ce qui se traduit ensuite par une augmentation des taux de croissance par habitant.

Passant à l'utilisation des ressources naturelles, J. Brander a expliqué que, dans bien des pays, la baisse des réserves de ressources naturelles par habitant constitue un obstacle important à la croissance du revenu par habitant. Enfin, il a fait référence à ses travaux théoriques récents avec Scott Taylor, d'où il ressort que l'amélioration des techniques de moissonnage peut exacerber le problème de propriété commune, accélérant l'effondrement des réserves de ressources nationales et internationales. Voilà un cas où la détention de progrès techniques par des entreprises individuelles risque de nuire sur le plan social si le cadre institutionnel n'est pas assez solide pour qu'il soit fait bon usage de la technologie.

En ce qui concerne le rôle de l'éducation dans la croissance, J. Brander a insisté sur le risque de relation de causalité mutuelle, puisque le demande en matière d'éducation augmente avec les niveaux de revenu.

Si la technologie est importante, le transfert de technologie devrait l'être aussi. Le premier point développé par J. Brander à ce sujet est qu'il n'y a pas de convergence inconditionnelle au niveau mondial, mais qu'une convergence se dessine parmi les pays de l'OCDE. Si l'on inclut l'éducation et l'ouverture, on arrive à une convergence conditionnelle, mais J. Brander a expliqué que la tendance n'est pas aussi forte ou rapide que le transfert de technologie le laisserait supposer.

Enfin, J. Brander a convenu avec R. Harris qu'il fallait rester prudent dans l'interprétation des éléments probants actuels sur les liens entre le commerce et la croissance, et même au sujet de la croissance. Il a fait remarquer qu'il y a 30 ans, on était plus optimiste pour la croissance en Afrique que pour la croissance en Asie du Sud-Est; or on se trompait du tout au tout.

Lors du débat, Lewis Alexander a trouvé la discussion stratégique bizarre. Est-ce vraiment important que les effets positifs de l'ouverture soient passagers ou durables, si de toute façon, ils sont longs à se produire?

Serge Coulombe a parlé des résultats qui montrent que les schémas de convergence entre les États américains et entre les provinces canadiennes sont assez similaires aux taux de convergence entre pays. Il a fait remarquer que la production horaire a convergé plus rapidement que le revenu par habitant.

Luc Soete s'interrogeait sur l'absence de lien entre les échanges commerciaux et la croissance, et, selon lui, il serait sans doute plus utile d'examiner la structure des échanges. Les échanges intra-européens ont beaucoup plus augmenté dans les secteurs à forte intensité de connaissances que dans les autres. D'après lui, cela pouvait rendre la tâche plus difficile aux pays plus pauvres de l'Union européenne qui ont un retard technologique à rattraper.

En réponse, et tout comme James Brander, Richard Harris a insisté sur les dotations en ressources naturelles. Quant à la distinction entre les effets passagers et les effets continus, la différence reste cruciale pour la théorie et difficile pour les travaux empiriques et politiques. D'après lui, la nouvelle génération de modèles doit tenir compte de considérations dynamiques. En réponse à la question sur l'intégration des échanges et la croissance, il a souligné qu'il est important d'établir une orientation causale; d'où son enthousiasme pour l'étude de Ben-David sur les échanges commerciaux et la croissance au lendemain de l'intégration européenne.

CINQUIÈME SÉANCE : BARRIÈRES INTERPROVINCIALES AU COMMERCE ET CONSIDÉRATIONS EN MATIÈRE DE CROISSANCE ENDOGÈNE

EN INTRODUCTION, JOHN WHALLEY a insisté sur le fait que l'étude des obstacles interprovinciaux s'inscrit totalement dans l'examen de la question plus vaste des liens entre le commerce et la croissance. Dans certaines circonstances, même les signes des effets des barrières interprovinciales ne sont pas clairs dans les modèles de croissance endogène.

Le participant, Robin Boadway, se demandait pourquoi l'on s'attendrait à ce que les obstacles interprovinciaux jouent un rôle important au Canada, étant donné que la circulation des biens et des connaissances est si fluide à l'intérieur de la fédération canadienne. R. Boadway était d'accord avec J. Whalley, pour qui il s'agit, en définitive, d'une tempête dans un verre d'eau. Et si nous élargissions l'analyse au cadre stratégique entier? Les différences de politiques peuvent-elles changer quelque chose? R. Boadway était d'avis que les différences dans les politiques provinciales pouvaient, en partie, être le reflet d'obstacles au commerce mais que les différences régionales visaient sans doute à faire correspondre des préférences et des besoins locaux, ce en quoi elles pouvaient porter fruit. Il a rappelé combien on avait mis l'accent, dans la préparation à l'Accord de Charlottetown, sur le renforcement de l'union économique. Il était surpris par le manque de soutien à cet objectif pendant la conférence constitutionnelle concernée, où l'on a préféré négocier.

R. Boadway a également fait remarquer que le passage d'impôts sur le revenu à des taxes à la consommation (que J. Whalley a cité comme exemple de situation où les modèles de croissance endogène influent beaucoup sur les prescriptions politiques) reflète surtout une évolution dans la consommation des générations présentes aux générations futures, avec pour résultat une augmentation du stock de capital et donc du revenu. Il doutait du fait que des obstacles au commerce interprovincial puissent améliorer le bien-être. R. Boadway ne comprenait pas très bien pourquoi il faudrait voir dans la non-convergence des revenus provinciaux la preuve de l'incidence des obstacles au commerce.

Quelles sont les autres politiques fédérales qui influent sur la croissance endogène? Il se peut que la décentralisation des politiques fiscales entraîne des distorsions interrégionales. Il est probable que les politiques de report des dépenses, les normes environnementales et la structure des transferts à l'intérieur des provinces influent sur l'attribution des ressources et, par voie de conséquence, beaucoup sur la croissance aussi. Le gouvernement fédéral intervient par le biais de subventions aux entreprises et au transport, de crédits d'impôt régionaux, de subventions à la R-D et ainsi de suite. Certains de ces transferts, par exemple, un régime de paiements de péréquation solide, peuvent améliorer l'efficacité, mais d'autres risquent de nuire à la croissance et d'encourager à appliquer des coûts de transport trop élevés ou à faire des achats subventionnés. Dans l'ensemble, R. Boadway estimait que même les coûts statiques de ces politiques régionales pouvaient éclipser ceux des obstacles au commerce interrégional.

Des considérations sur la croissance endogène peuvent-elles changer ces arguments ou amener à porter un autre regard sur les éléments probants? Sans doute la mobilité des travailleurs du savoir a-t-elle une plus grande incidence dans des cadres de croissance endogène où l'on met l'accent sur les effets d'agglomération régionale dans l'accumulation des connaissances.

Denis Gauthier a demandé s'il était encore vrai, comme dans l'étude réalisée par J. Whalley en 1983, que les régions restent tentées d'imposer des barrières, étant donné leurs effets de répartition? Les incitations à la redistribution possibles sont-elles plus importantes lorsque l'on tient compte de considérations relatives à la croissance endogène?

Richard Harris se demandait si, étant donné leur diversité, on devrait ignorer ou prendre plus au sérieux les réponses tirées des théories endogènes. Lui-même préférait voir dans la possibilité d'incidences importantes une bonne raison d'approfondir les recherches.

Ed Safarian a demandé s'il existait des liens évidents entre certaines industries gênées par les obstacles interprovinciaux, comme celle du camionnage, et d'autres industries, comme les industries manufacturières, même si ces dernières sont confrontées à peu de ces obstacles. Il a cité la ligne de partage des prix de la vallée de l'Outaouais utilisée au début des années 1960 pour contrôler la politique nationale du pétrole du début des années 1960 comme exemple des obstacles fédéraux au commerce interprovincial. Enfin, que dire des limites interprovinciales à l'investissement direct lorsqu'il s'agit d'acheter des sociétés provinciales.

John Whalley était d'accord avec D. Gauthier pour dire que les effets de répartition des obstacles sont effectivement importants, d'autant plus peut-être dans un cadre de croissance endogène. Par rapport aux propos de R. Harris, il a convenu qu'il est nécessaire d'approfondir la recherche, et qu'il ne faudrait pas prendre au sérieux les conclusions tirées des modèles en ce qui concerne les politiques jusqu'à ce que l'on ait établi la base empirique de leur structure et de leurs paramètres, et ce, de manière convaincante. Comme E. Safarian, il pense qu'il serait bon de tenir compte des services connexes.

SIXIÈME SÉANCE : LA PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE ET LA CROISSANCE ENDOGÈNE

DANS SA PRÉSENTATION DE L'EXPOSÉ QU'IL A PRÉPARÉ AVEC KEITH ACHESON, DONALD G. MCFETRIDGE a insisté sur le contraste entre la science ouverte et privée. Dans les deux cas, les chercheurs se livrent une course à la découverte, à cause des récompenses dont celle-ci est porteuse, et dans les deux cas, les résultats intermédiaires risquent de faire l'objet d'une activité excessive et d'être entourés de trop de secret. D'après lui, la distinction entre sciences ouvertes et privées remplace maintenant celle entre science pure et sciences appliquées.

Sur la question de l'obligation plus ou moins grande d'innover, D. McFetridge a souligné le lien avec des conférences antérieures durant lesquelles on avait exprimé une préférence pour une faible obligation d'innover. Puis il a exposé le pour et le contre des deux aspects de la question, décrit certaines propositions politiques qui visent à donner un plus grand accès aux inventeurs qui assurent le suivi, et conclu que le système en place était un assez juste milieu entre les arguments contraires, mais que nombre de cas particuliers devraient être traités séparément au sein du système général. On ne voyait pas très bien quel type de preuve empirique aiderait à clore le débat sur les systèmes plus ou moins ouverts.

Le participant, Jock Langford, avait du mal à concilier les évidences anecdotiques et l'évolution des politiques à l'étranger avec l'analyse développée dans l'exposé. D'après lui, celui-ci et la plupart des modèles se concentrent sur les brevets, tandis que l'on a tendance à ignorer les droits d'auteur. J. Langford a également fait remarquer que la mondialisation et l'inforoute sont de gros changements qui pourraient et devraient entraîner la modification des régimes de la propriété intellectuelle. Les intérêts du Canada sont très différents de ceux des États-Unis, le premier (comme la plupart des autres pays) s'étant toujours prononcé en faveur de droits de propriété intellectuelle moins importants que ceux en vigueur aux États-Unis.

D'après J. Langford, si l'on considère les entreprises canadiennes comme des innovateurs marginaux, des brevets limités semblent mieux convenir que les brevets plus étendus préférés aux États-Unis. Il a souligné l'importance du coût des transactions nécessaires pour faire appliquer les droits de propriété intellectuelle. Il voit la propriété intellectuelle par rapport à un modèle défini par Vernon Ruttan,

dans lequel les institutions, la technologie, les dotations culturelles et les dotations en ressources interviennent tous dans la production et l'application des connaissances.

Geoff Oliver d'Industrie Canada avait trois questions.

- La propriété intellectuelle tient toujours compte de l'activité de distribution et d'innovation. En quoi est-ce différent dans le cas d'une croissance endogène?
- La propriété intellectuelle vise des droits et des excédents, et elle essaie de trouver un équilibre général. Que fait-on des problèmes de lutte antitrust que pose l'augmentation des droits de propriété intellectuelle?
- Existe-t-il une différence fondamentale entre les sciences ouvertes et privées en ce qui concerne l'orientation vers la recherche fondamentale?

Répondant à ces questions, Keith Acheson a souligné que l'on a tendance, dans la réorganisation, à perdre de vue les aspects culturels des droits d'auteur. Lorsque l'on a lié propriété intellectuelle et technologie, on a oublié ces aspects culturels, mais ils n'en sont pas moins importants. La politique de la concurrence doit bel et bien tenir compte des avantages de la protection des brevets. K. Acheson a fait remarquer qu'en ce qui concerne les coûts d'observation, des dispositions sont souvent prises pour constituer des groupements d'utilisateurs afin de limiter les coûts administratifs. Les études consacrées à la croissance endogène posent notamment ce problème : la propriété intellectuelle y est traitée comme un paramètre n'ayant qu'un vague lien avec tout ce qui est aujourd'hui reconnu comme propriété intellectuelle. De plus, d'après K. Acheson, le rôle des considérations relatives à la répartition est un problème sérieux encore non résolu.

Selon D. McFetridge, les préoccupations relatives à la concurrence sont fondées, mais il faut penser au compromis entre la concurrence et l'innovation. Cependant, ce compromis reste à définir.

SEPTIÈME SÉANCE : LES INCIDENCES ÉCONOMIQUES ET SOCIALES D'UNE SOCIÉTÉ À FORTE INTENSITÉ DE CONNAISSANCES

EN PRÉSENTANT LUC SOETE, le conférencier invité, Alan Nymark, sous-ministre adjoint, Industrie Canada, a fait remarquer que, tout en restant axée sur la lutte contre le déficit et le chômage, la politique restait ouverte à une réflexion créatrice sur la meilleure façon de développer et d'utiliser les connaissances pour favoriser la croissance et les objectifs en matière de répartition.

Luc Soete voyait un nouveau climat plus propice à l'analyse du rôle de la technologie dans la croissance, sans doute à cause de l'acceptation générale des effets omniprésents de l'évolution des techniques de communication, et parce que la plus grande codification du savoir ouvre peut-être la possibilité d'une diffusion

générale plus rapide. Son exposé portait essentiellement sur les aspects sociaux de l'évolution technologique, et il a cité notamment une lettre diffusée sur l'Internet dans laquelle David Noble accusait les auteurs de la propagande faite autour de l'autoroute de l'information de ne jamais parler des accidents mortels. Il a posé quatre questions.

- Qui sont les gagnants et qui sont les perdants? Les plus grands perdants semblent être les travailleurs non qualifiés. D'après Luc Soete, l'évolution technique exigeante en qualifications semble être une des premières causes de l'effondrement de la demande de travailleurs non qualifiés, du moins aux États-Unis. Cela se manifeste par une plus grande dispersion des revenus aux États-Unis et par un chômage croissant parmi les travailleurs non qualifiés en Europe.
- Comme l'application et les effets des nouvelles techniques se font sentir partout et qu'ils diffèrent beaucoup d'un secteur à l'autre, il serait bon de concentrer la politique sur les utilisations du savoir plus que sur la création des connaissances.
- Les marchés et les droits patrimoniaux ne suffisent pas. La vigilance est de mise si l'on veut mettre en place la réglementation nécessaire et, tout aussi important, si l'on veut éliminer les règlements qui empêchent d'adopter certaines techniques.
- Quelles sont les conséquences des nouvelles connaissances pour les entreprises et les organismes? On ne sait pas encore si le bureau virtuel réduit les économies d'échelle ou si l'on peut utiliser les mêmes moyens de communication pour augmenter l'étendue des responsabilités effectives de grands organismes.

HUITIÈME SÉANCE : PERSPECTIVE STRUCTURALISTE D'UNE POLITIQUE D'INNOVATION

DANS LA PRÉSENTATION DE SON EXPOSÉ PRÉPARÉ AVEC KEN CARLOW, RICHARD G. LIPSEY a insisté sur le fait que les techniques (ou les techniques+, pour inclure les connaissances tacites) fonctionnent au sein d'un ensemble d'institutions habilitantes. Lorsque la technologie change, la structure institutionnelle sous-jacente suit le mouvement, et vice versa, de sorte que l'on n'obtient pas tous les gains des nouvelles techniques tant qu'il n'y a pas concordance entre les deux éléments de la production. Pour ce qui est de leurs généralisations empiriques, R. Lipsey a insisté sur l'infusion graduelle des changements techniques, sur l'incertitude knightienne omniprésente, sur le coût de la diffusion de l'information et sur la valeur de la flexibilité.

Ken Carlaw a cité trois des trente cas pour illustrer leur mode d'attaque. Tous trois se rapportaient à l'industrie des semiconducteurs. SEMATECH, programme géré par l'industrie, était axé au départ sur la recherche précommerciale, mais

s'était orienté, au bout de deux ans, sur la commercialisation avancée et sur le soutien à certaines entreprises. Cela montrait à quel point l'industrie agissait à trop court terme et se privait des gains potentiels de la recherche à long terme. En outre, SEMATECH comportait un volet exclusivement américain qui limitait l'éventail des membres et les possibilités de trouver des solutions appropriées. Enfin, l'aide accordée aux membres en difficulté privait le programme des ressources nécessaires pour réaliser les principaux objectifs.

La politique américaine en matière d'achat de semi-conducteurs à des fins militaires comportait plusieurs points clés liés à l'innovation. Le gouvernement américain laissait aux entreprises le temps de développer leur capacité et la possibilité d'autoriser la commercialisation de leurs produits. Enfin, les entreprises et leur client (l'armée) collaboraient étroitement sur toutes les questions de conception et de production, ce qui réduisait l'incertitude dans les premières étapes de la mise au point.

Le troisième exemple est celui du ministère du Commerce international et de l'Industrie japonais, autrement dit le MITI, et il est aussi question de semi-conducteurs. Il s'agissait en l'occurrence d'une politique de rattrapage, portant sur des contrats de licence relatifs à des produits et à des techniques déjà éprouvés à l'étranger. Le MITI choisissait des techniques correspondant à la structure habilitante et pouvait influencer sur celle-ci aussi. Dans leur exposé, R. Lipsey et K. Carlaw établissaient des parallèles avec les politiques de rattrapage de la Corée et de Taïwan, et montraient le contraste avec la méthode de «poussée massive» adoptée dans certains cas européens.

K. Carlaw a attiré l'attention sur plusieurs aspects de la stratégie de réseautage actuelle du MITI.

- La coordination entre les entreprises et le MITI passe par le choix commun de nouvelles orientations.
- Le MITI peut rassembler des idées préconcurrentielles et les diffuser.
- Le réseau est utilisé pour réunir des informations sur l'orientation que le MITI devrait suivre lui-même. Les laboratoires de recherche publics du MITI ont l'habitude de produire de la recherche non brevetable qui est mise à l'entière disposition des entreprises membres. Les fonds qui leur sont ensuite accordés sont en rapport direct avec la commercialisation. Pour passer d'une politique de rattrapage à un rôle directeur dans le secteur des semi-conducteurs, il fallait pouvoir assurer un financement de fond à la place d'un capital de lancement. Le projet relatif aux circuits intégrés à très grande échelle (VLSI) n'a pas atteint nombre de ses objectifs technologiques, mais ce n'en est pas moins une grande réussite sur le plan commercial.

Dans l'ensemble, la stratégie du MITI diminue l'incertitude pour les entreprises, en partageant la recherche préconcurrentielle et en faisant en sorte que les structures habilitantes soient pertinentes le moment venu.

En bref, R. Lipsey a parlé d'objectifs et de moyens. Les deux auteurs de l'exposé sont sceptiques par rapport aux grandes percées technologiques, car elles présentent généralement plus d'incertitude, sont moins adaptables, et offrent la perspective de subventions illimitées. La meilleure façon de combler un retard consiste à procéder par étapes, sans garder l'oeil rivé sur une nécessité de faire des bonds en avant. (Tout cela plairait à E.F. Schumacher.) Les faits ne favorisent pas la technologie de pointe par rapport à la faible technologie. Les Français ont commis cette erreur sur une grande échelle, mais il s'agit d'une erreur que l'on peut aussi aisément commettre sur une petite échelle.

Lors du débat, Gilles Paquet a insisté sur le succès apparent des réseaux. Il s'est déclaré favorable au recours aux études de cas, car elles s'avèrent souvent fructueuses. De plus, il fonctionne par induction et Richard Lipsey choisit bien d'habitude.

Martin Gordon, du ministère des Finances, a demandé des conseils au sujet du programme de productivité de l'industrie du matériel de défense. R. Lipsey a préféré ne pas se prononcer, car les cas canadiens n'ont pas encore été analysés en détail.

Richard Lewis a posé des questions sur d'autres formes de politique en matière de technologie, par exemple, sur les tentatives de définition de normes communes. K. Carlaw a mentionné les normes relatives aux logiciels dans le cas des États-Unis. R. Lipsey a expliqué que les études de cas étaient négatives sur le choix de champions nationaux.

Steven Globerman a interrogé les auteurs sur le pour et le contre des laboratoires publics par rapport aux laboratoires universitaires. R. Lipsey s'est déclaré convaincu qu'il y a des enseignements à tirer sur les meilleures façons d'encourager la recherche, mais il a ajouté qu'il est trop tôt, à son sens, pour pouvoir le faire. K. Carlaw a fait remarquer que le consortium industriel du SEMATECH ne réalisait pas de recherche précommerciale en tant que telle, alors que les laboratoires publics japonais, si.

Jock Langford a posé des questions sur le rapport entre la propriété intellectuelle et la structure habilitante. R. Lipsey a fait remarquer qu'innover de façon créative dans la structure habilitante peut se révéler plus fructueux qu'essayer d'encourager des innovations particulières.

David Griller se demandait si cela aiderait de fixer des buts à la recherche. Sont-ils particuliers aux sujets? D'après R. Lipsey, il était probable, effectivement, que les stratégies privilégiées soient particulières au domaine visé. Dans les cas où le MITI et les entreprises s'entendaient, une liste des points d'entente sur les objectifs futurs constituait un catalogue utile des opinions partagées.

Luc Soete a insisté sur la difficulté qu'il y a à quantifier les taux de rendement, étant donné que l'on peut tirer des leçons utiles mêmes des échecs.

Roger Miller a ajouté qu'une définition étroite de la réussite et de l'échec risquait de minimiser les retombées relatives au développement de l'infrastructure habilitante. Si la technologie évolue parallèlement aux structures coévolutionnistes, il est difficile d'évaluer les différentes parties. Le processus est important également. R. Lipsey en convenait, tout en continuant d'insister sur la mise au point d'un produit commercial, plus sur l'évaluation du recouvrement des frais de mise au point. Cela peut donner une idée de ce qu'auraient dû être les gains du côté de la structure habilitante et d'autres avantages pour rationaliser le soutien.

David Rose a demandé si quelque chose donnait à penser que la politique des fonds de capital-risque financés par les contribuables est utile. R. Lipsey a expliqué que l'on n'a pas encore traité les questions relatives aux politiques génériques générales, ce qui comprend la notion de soutien au capital-risque. Il a terminé en recommandant de soutenir davantage la recherche selon les mêmes modalités.

NEUVIÈME SÉANCE : SYSTÈMES LOCAUX D'INNOVATION : VERS UNE STRATÉGIE D'HABILITATION

DANS LA PRÉSENTATION DE L'EXPOSÉ PRÉPARÉ AVEC JOHN DE LA MOTHE ET GILLES PAQUET, ZOLTAN ACS a insisté sur le contraste entre la perspective omniprésente des politiques nationales dans un contexte mondial et leur approche de l'innovation en tant que phénomène surtout local. Il a relevé des études de cas dont les résultats montrent que dans le processus de mondialisation, ce sont les petites entreprises qui montrent l'exemple. La mondialisation amène à mettre l'accent sur les avantages comparés, ce qui entraîne la création de domaines spécialisés infranationaux. Les régions montantes et celles sur le déclin mettent l'État nation à rude épreuve. (Je suis sceptique à ce sujet, étant donné que les faits montrent une convergence des revenus par habitant dans les sous-régions des pays industriels où les données permettent des comparaisons.) D'après les auteurs, la balkanisation de l'économie nationale devrait amener à mettre l'accent sur des unités d'analyse plus petites que l'État nation. Z. Acs, J. de la Mothe et G. Paquet ont également souligné l'importance des réseaux, notamment au niveau local. S'appuyant sur des données américaines par ville et par État relatives aux innovations et à la technologie de pointe, ainsi qu'à la croissance démographique, Z. Acs a expliqué qu'il semble y avoir une corrélation entre l'innovation, la technologie de pointe et la croissance. Il n'a présenté aucune preuve quantitative, seulement une liste des villes et des régions. De plus, il a souligné la diversité des expériences d'une région à l'autre.

Dans le débat, John Burbidge a dit comprendre que la préférence des auteurs en matière de politiques allait aux conseils industriels métropolitains. Il a étudié la documentation relative à la concurrence entre régions et fait remarquer que, même si les résultats sont positifs dans certains cas, bien souvent, la concurrence est nuisible. Il se demandait si la mondialisation conduit à la décentralisation. Qu'en est-il de l'Union européenne et de l'Accord de libre-échange nord-américain (ALENA)? La mondialisation peut accroître les profits de marchés plus importants

et, par conséquent, de fédérations plus importantes aussi (mais il est nécessaire de lier marchés et politiques de cette façon). J. Burbidge pensait que les politiques nationales peuvent jouer un rôle, en limitant dans leur ampleur les guerres des subventions, qui sont nuisibles, et en veillant à mettre en place les systèmes d'éducation, ainsi que les réseaux de transport et de communication, dont les économies régionales ont besoin pour se développer.

Roger Miller a déclaré que les politiques et les financements nationaux jouent un rôle important même dans le développement des économies locales. Il en a donné pour exemple la Route 128, dans la région de Boston, qui est indispensable aux entreprises pour les contrats dans le secteur de la défense.

Luc Soete a convenu que l'on a besoin de plus d'éléments sur le coût de la concurrence régionale, et il a donné des exemples de parcs scientifiques qui sont des échecs, et de subventions détournées. En outre, il a préconisé d'étudier les liens et les réseaux supranationaux, la méga-science en étant un exemple évident.

En réponse, Z. Acs a demandé que l'on accorde la même attention aux politiques et aux régimes locaux et nationaux, pour ne pas que les premiers dominent complètement.

DIXIÈME SÉANCE : LES RÉPERCUSSIONS DE L'INFRASTRUCTURE DES TÉLÉCOMMUNICATIONS SUR LE DÉVELOPPEMENT ÉCONOMIQUE

LEONARD WAVERMAN A PRÉSENTÉ L'ÉTUDE QU'IL A RÉALISÉE AVEC LARS-HENDRIK RÖLLER sur les possibles retombées de l'industrie des télécommunications sur le reste de l'économie. Les auteurs s'appuyaient sur une étude de régression internationale de la pénétration du téléphone et sur le PIB par habitant dans les pays de l'OCDE. Ils donnaient des équations précises en ce qui concerne l'offre et la demande en matière d'investissement dans les télécommunications, afin d'éviter, dans leurs évaluations de retombées, les risques de contamination du lien de causalité inverse évident qui va du revenu à la demande sur le plan des télécommunications.

L. Waverman a expliqué qu'il n'y a apparemment pas d'effet de pénétration du téléphone sur le niveau du PIB dans l'estimation par les moindres carrés, mais que les effets deviennent importants dans une estimation par les moindres carrés en trois étapes. Il s'interrogeait sur cette forme fonctionnelle qui semble suggérer que plus l'on a de téléphones, plus cela rapporte, et ce, apparemment sans limites. Il a proposé que des études futures recherchent des limites à ces effets additionnels. Les deux auteurs ont conclu en disant qu'ils ont identifié un lien causal positif entre l'investissement dans le téléphone et la croissance, mais la version révisée de leur exposé qui figure dans le présent volume est plus réservée à cet égard et accorde un peu plus d'attention à d'autres études portant sur la même relation.

Le participant, David Aschauer, a relevé le parallélisme entre la recherche de L. Röller et L. Waverman et celle qu'il mène lui-même depuis quelques années. Il a fait remarquer que ses propres évaluations des retombées externes positives de la croissance de l'infrastructure lui avaient valu des réactions mitigées. Il

recommandait donc la prudence. S'il avait des reproches à faire sur l'exposé, ce serait dans cet esprit. Il est important de procéder prudemment et d'être certain des résultats avant de tirer des conclusions. D. Aschauer se félicitait de ce que les auteurs aient essayé de tenir compte de l'endogénéité. Il a relevé une forte variabilité dans l'effet apparent de la pénétration du téléphone, le tournant s'opérant à 22 p. 100. Étant donné que l'on estime le taux de pénétration moyen dans les pays en développement à 6 p. 100 seulement, on peut en déduire qu'un plus grand nombre de téléphones serait une mauvaise chose pour leur croissance jusqu'à ce que l'on atteigne un taux de pénétration de 22 p. 100. Jusqu'où ces résultats sont-ils plausibles? D. Aschauer a décomposé l'évaluation des effets sur la croissance de la pénétration du téléphone pour les États-Unis et le Canada, et il a montré que, dans le premier cas, L. Röller et L. Waverman estimaient que les téléphones étaient responsables de plus de la moitié de la croissance de la productivité pendant la période retenue aux fins de l'étude. Dans le cas du Canada, 80 p. 100 de la croissance de la productivité sont attribués aux investissements dans le téléphone, tandis que la Suède, le résultat est de 120 p. 100. D. Aschauer a eu des problèmes parce qu'il a évalué l'élasticité de l'infrastructure publique à 0,3, mais L. Röller et L. Waverman évaluent l'élasticité du téléphone à 1,43 pour la Suède.

D. Aschauer a fait remarquer que l'écart est grand entre l'évaluation des effets sur les niveaux de L. Röller et L. Waverman à l'incidence sur la croissance calculée directement. Dans ce contexte, il devrait être possible de faire la distinction entre les effets passagers et les effets permanents des téléphones sur la croissance de la productivité.

Enfin, D. Aschauer a attiré l'attention sur les difficultés rencontrées dans l'interprétation du coefficient sur les téléphones dans l'évaluation de la fonction de production. Tout d'abord, il faut déterminer si l'on a les mêmes fonctions de production dans tous les pays et voir si l'on a choisi les bons taux d'investissement dans le téléphone dans chaque pays. Si ces facteurs interviennent, on peut arriver à l'effet évalué par L. Röller et L. Waverman, même s'ils n'ont pas cherché de retombées de ce type dans leur exposé. Dans les recherches à venir, il est extrêmement important d'insister plus sur la croissance que sur les taux. Il se peut que les retombées géographiques soient importantes elles aussi.

David Griller se demandait si les données turques n'influaient pas trop sur les résultats. Il se demandait aussi si le nombre d'appels par habitant fournirait une meilleure évaluation de l'incidence des réseaux que le taux de pénétration du téléphone, étant donné que le premier augmente plus vite que le deuxième.

Lewis Alexander est revenu sur l'évaluation de l'incidence des téléphones sur la croissance. Peut-être vaudrait-il mieux s'intéresser à l'utilisation professionnelle du téléphone, si c'est la productivité que l'on étudie. Considère-t-on les téléphones comme un investissement public ou privé?

John Whalley s'interrogeait sur la nature des supposées retombées externes. Il ne faut pas confondre profits non affectés et retombées externes. Les taux de pénétration et les listes d'attente figurent-ils dans des unités rationnelles?

Tout en convenant avec D. Aschauer que les résultats surévaluent l'incidence des téléphones sur la productivité, L. Waverman a maintenu que l'utilisateur retire des avantages énormes, nettement supérieurs au prix payé. Les auteurs, qui ont travaillé par rapport à la croissance, se demandaient encore comment combiner les équations relatives à celle-ci et les équations relatives à l'investissement. L. Waverman était d'accord pour retirer la Turquie de l'échantillon afin de voir si cela modifierait les résultats.

ONZIÈME SÉANCE : L'INDUSTRIE CANADIENNE DU MATÉRIEL DE TÉLÉCOMMUNICATION : SOURCE DE RETOMBÉES POUR LA R-D ET LA PRODUCTIVITÉ DU SECTEUR DE LA FABRICATION

DANS SA PRÉSENTATION, JEFFREY BERNSTEIN a expliqué le cadre théorique utilisé pour évaluer les effets séparés des incidences directes et extérieures de la R-D. Il a souligné l'ampleur de la R-D dans l'industrie des télécommunications. Il avait inclus dans son analyse des coûts dans le secteur de la fabrication, des évaluations du capital de la R-D dans le secteur canadien des télécommunications et dans le secteur américain de la fabrication. Dans les deux cas, il s'attendait à trouver des retombées éventuelles. Il en a trouvé d'importantes issues de la R-D du secteur américain de la fabrication, ce qui corroborait les résultats obtenus par Coe et Helpman dans leur étude des pays de l'OCDE (1993). Tout en étant positifs, les effets de la R-D en télécommunications sont jugés minimes mais importants sur le plan statistique.

Ensuite, J. Bernstein est passé à la croissance de la productivité totale des facteurs (PTF) dans l'industrie du matériel de télécommunications, et il a conclu qu'elle dépassait dans l'ensemble celle de la fabrication, et ce, avec une marge importante, ce qui concorde avec des résultats antérieurs obtenus aux États-Unis et au Japon. Il a attiré l'attention sur un résultat anormal, à savoir que 76 p. 100 de la croissance de la productivité du secteur de la fabrication canadien semblaient découler de la R-D effectuée dans le secteur de la fabrication américain. Je pense que ce résultat s'explique par des variations cycliques de la productivité.

Dans ses calculs des retombées, J. Bernstein a tenu compte de très forts taux de rentabilité sociale sur la R-D. Comme il a trouvé des retombées similaires dans d'autres industries, il ne pense pas qu'il faille préconiser de subventionner l'industrie en particulier, mais on peut, en revanche, recommander de lui accorder un traitement spécial.

Le participant, Michael Denny, a qualifié l'exposé d'exemplaire pour ce qui est de l'étude de retombées possibles, car la méthode employée peut s'appliquer à une industrie. Les deux exposés, soit celui de J. Bernstein et celui de L. Röller et L. Waverman, montrent combien il est difficile d'arriver à des évaluations raisonnables des retombées. Il est difficile aussi d'estimer la valeur de la R-D suivie de retombées. Comme J. Bernstein, M. Denny a demandé que l'on évalue mieux les sommes de connaissances clés. Il s'est dit méfiant quant à l'ampleur des effets

évalués par J. Bernstein. En l'absence d'un cadre plus complet, il était prêt à accepter des résultats partiels améliorés. Sans doute faut-il qu'un «macro-économiste», a-t-il dit, soit disposé (même s'il n'en est pas capable) à aller plus loin.

Michael Wolfson a demandé si le problème tenait à la définition de «capital de R-D». Un voisin est en train de mettre au point une nouvelle puce qui pourrait valoir une fortune ou rien du tout. Quelle valeur doit-on accorder à la R-D pertinente et comment doit-on ensuite la déduire?

Steven Globerman a fait remarquer qu'une grande partie de la R-D de Bell-Northern se fait aux États-Unis. Où en tient-on compte?

Peter Hanel, de l'Université de Sherbrooke, a demandé si la forme de la fonction de coût, qui accentue la pression sur les prix, ne risquait pas de poser des difficultés dans les évaluations. Il redoutait que les retombées de la R-D américaine capte les effets des autres améliorations technologiques colinéaires. Il a recommandé de s'efforcer de préciser les canaux de retombées particuliers.

T.K. Rymes a fait remarquer les grandes différences d'évaluation entre les taux de rentabilité interne et les taux de rentabilité sociale de la R-D. Dans quelle mesure ces évaluations dépendent-elles du degré d'aggrégation? Si l'écart est si important, pourquoi n'assiste-t-on pas à une bien plus grande intégration de l'industrie afin d'assimiler ces externalités de taille?

Lewis Alexander a signalé que le BEA, le bureau américain de l'analyse économique, commençait à publier des évaluations de la somme des capitaux consacrés à la R-D. Passant à la comptabilité nationale, il a souligné qu'il était difficile d'évaluer les logiciels, et de calculer la dépréciation de la R-D et d'autres avoirs en matière de connaissances.

En réponse, Jeffrey Bernstein a fait remarquer que la R-D était un bon point de départ pour étudier la croissance basée sur les connaissances, puisque au moins les contributions à la R-D sont mesurées. En revanche, il était indécis quant au choix des fonctions de coût par opposition aux fonctions de production. Pour ce qui est de la variable de propagation, il a convenu que le choix était vaste, et qu'il doit s'opérer autant que possible en se fondant sur d'autres informations relatives à la source des retombées. Répondant à T.K. Rymes, il a reconnu l'importance de l'agrégation dans la gestion de la différence entre les taux de rentabilité interne et sociale. Pour ce qui est des politiques, J. Bernstein penchait pour le choix pro-concurrentiel, le cas échéant, donc la découverte de retombées étrangères devrait inciter à ouvrir l'accès aux idées.

DOUZIÈME SÉANCE : L'INFOROUTE ET ÉCONOMIE

DANS SA PRÉSENTATION, STEVEN GLOBERMAN a expliqué qu'il estimait devoir démystifier, du moins en partie, la documentation toujours plus abondante sur les effets de l'inforoute. Lui définit cette dernière comme un ensemble de réseaux électroniques reliés entre eux, dont les propriétaires-exploitants fournissent divers services. Il a fait remarquer que presque tout ce qui est proposé l'est déjà, dans une

certaine mesure, par l'intermédiaire de réseaux publics et privés. Ce qui a considérablement augmenté, c'est le nombre de services en direct, surtout depuis 1990. Voici quelques-uns des changements qu'entraînera probablement l'utilisation accrue de l'inforoute : une réduction de la taille efficace minimale des entreprises, une augmentation des économies de gamme, une intégration plus poussée des marchés et une plus grande facilité à séparer géographiquement les activités de production. Mais jusqu'où ira l'intégration des marchés nord-américains? Ne sont-ils pas déjà totalement intégrés? Qu'en est-il de l'incidence sur la productivité, dont le coût décroissant des télécommunications est un exemple? S. Globerman estime qu'ils ne seront probablement pas importants, étant donné la part relativement petite des télécommunications dans le secteur de la fabrication. L'information est également censée permettre aux entreprises de travailler autrement. Si la pénétration de l'Internet à l'étranger est encore minime, il est probable qu'il faudra du temps pour que l'on modifie réellement les façons de procéder. Même en Amérique du Nord, les abonnés à l'Internet sont encore relativement peu nombreux comparativement au nombre des utilisateurs d'ordinateurs. C'est peut-être dans la recherche fondamentale, où la mondialisation existe déjà, que l'incidence sur la productivité sera la plus forte. Il reste encore à faire un modèle de la diffusion de l'utilisation de l'Internet. S. Globerman préconisait de favoriser la concurrence sur le réseau de distribution local. Il faut également laisser les portes internationales ouvertes.

Le participant, Roger Miller, trouvait S. Globerman pessimiste. Si l'on porte un regard optimiste sur la situation, le jeu consiste à contrôler plus ou moins l'instauration de normes. Si l'on est plus sceptique, la question essentielle est la suivante : de combien d'options a-t-on besoin avant que le coût des choix devienne supérieur aux gains éventuels? L'échange rapide de données techniques entre entreprises est un des grands changements qui se produisent actuellement, a expliqué Miller. Il est possible d'envoyer des appels d'offres à des dizaines d'entreprises. Cela a provoqué un véritable séisme dans le secteur de l'ingénierie. Par la force des choses, en reliant intégralement ses laboratoires entre eux, le groupe Schlumberger a créé un laboratoire virtuel. Cependant, les constructeurs d'automobiles n'ont pas encore franchi le pas dans ce sens. Comment expliquer la masse des investissements consentis dans les télécommunications s'il n'y a pas de rendements élevés?

Leonard Waverman a fait remarquer que Western Union a refusé le brevet sur le téléphone. Et si S. Globerman se trompait? Il a raison d'insister sur le système ouvert, mais pourquoi ne pas montrer du doigt le Conseil de la radiodiffusion et les télécommunications canadiennes (CRTC)?

Tout en étant d'accord avec l'exposé en général, Lewis Alexander a fait remarquer que l'on vend des spectres des milliards de dollars pour quelque chose qui supplée presque à l'inforoute.

Relevant l'exemple du CRTC, David Griller a fait cette mise en garde : on utilisera des services transfrontaliers si le Conseil ne réagit pas en temps opportun. Le passage de modes pessimistes à des modes messianiques suivra lorsque la connexion deviendra plus facile.

Dale Orr a invité à l'optimisme, car lorsque la croissance économique est de 3 p. 100 par an, une petite augmentation se fait nettement sentir. De même, un petit avantage en coûts, souvent dans les communications, confèrera aux entreprises qui n'appartiennent pas au secteur des communications un gros avantage sur leurs concurrents. Voyez comme les téléphones cellulaires et les télécopieurs ont changé les relations commerciales. Depuis quelques années, la banque interactive et les appels internationaux augmentent en moyenne de 20 p. 100 par an.

James Brander a fait remarquer que parier sur l'Internet, c'est comme parier sur des chevaux de course; qu'en pense la bourse? Il nous a demandé de ne pas oublier qu'il a grandi dans l'ère atomique, à une époque où l'on pensait que la scission de l'atome résoudreait tous les problèmes énergétiques. Cela n'a pas marché, et aujourd'hui, nous nous trouvons dans l'ère dite de l'information. Il a donc recommandé de rester prudent.

Steven Globerman a convenu avec Leonard Waverman que le cadre institutionnel doit être bon, et que le CRTC est en train de devenir un groupe de pression qui fait barrage aux nouveaux venus. Dans ce contexte, on servira peut-être mieux la réforme institutionnelle en supprimant le CRTC.

Roger Miller a souligné, en outre, que l'on devrait considérer le CRTC comme un gestionnaire de réseaux, et non comme un contrôleur.

Richard Lipsey était d'accord pour dire qu'après l'exemple de l'ère atomique, il fallait rester prudent, mais il a fait remarquer que beaucoup de ces nouvelles techniques ne sont pas simplement une source de puissance, mais qu'elles offrent aussi plus de choix dans la façon de faire les choses.

TREIZIÈME SÉANCE : RÉSUMÉ ET TOUR D'HORIZON

JOHN HELLIWELL A ESSAYÉ DE POSER QUELQUES QUESTIONS GÉNÉRALES, afin de délimiter un cadre de débat.

Retrouve-t-on certains thèmes dans les exposés et les discussions? Oui, mais comment les cerner? On peut diviser la conférence en deux grands volets, distincts par leur sujet et leurs méthodologies. Les huit premiers exposés traitaient de questions générales relatives à la croissance basée sur les connaissances, tandis que les trois derniers étaient consacrés aux télécommunications en tant qu'industrie sujet d'une étude de cas.

QUATRE GRANDES QUESTIONS ET QUELQUES AUTRES PLUS SECONDAIRES

QUATRE GRANDS THÈMES OU QUESTIONS au moins ressortent des exposés et des discussions.

1. Dans quel monde vivons-nous? Vivons-nous des bouleversements aussi rapides et aussi fondamentaux que ceux survenus au cours du dernier millénaire, ou s'agit-il de la continuation du processus perpétuel d'adaptation à des milliers de changements qui se chevauchent tout en évoluant?

Le monde devient-il plus local ou plus planétaire? Ou bien est-ce les deux? Dans ce contexte, quel est le bon domaine pour analyser les comportements et l'élaboration des politiques?

Malgré des opinions divergentes, on s'est en général rangé à l'avis de R. Lipsey pour qui les changements sont et ont toujours été marginaux. Il se peut qu'il y ait des accélérations de temps en temps, mais la diffusion des techniques reste un processus fragmenté marqué par des expériences répétées, certaines réussies et d'autres non, plus qu'une progression régulière. Les questions de localisation et de mondialisation, et leurs conséquences en matière politique, sont analysées ci-dessous.

2. Quels types d'entreprise conviennent le mieux dans un monde en mutation? Des entreprises souples, nous a-t-on répondu de toutes parts. Leur taille importe sans doute moins que leur maîtrise du réseautage interne pour simuler les meilleures réalisations possibles de la part d'organisations plus petites ou plus grandes qu'elles.
3. Quels types de politique pourraient être les plus utiles ou les plus nécessaires? Des politiques souples, habilitantes, qui réduisent l'incertitude?

Ces dix dernières années, on a surtout cherché à se retirer de rôles coûteux en tant qu'acteurs directs, à laisser plus d'argent aux entreprises et aux ménages, et à fournir un cadre institutionnel solide. Mais les exposés présentés dans ce volume et les débats auxquels ils ont donné lieu donnent à penser que, si le fait de fournir des institutions habilitantes devait rester le principal objet de la politique, la somme d'imagination, d'innovation et de finesse nécessaires pour ce faire est plus grande qu'on ne le pensait auparavant. Les tâtonnements étant à l'ordre du jour, comme l'a fait remarquer Richard Lipsey, il faut certainement revoir aussi le soutien institutionnel nécessaire. K. Acheson et D. McFetridge ont souligné l'importance d'un régime des droits de la propriété intellectuelle qui s'adapte à la situation, et R. Lipsey et K. Carlaw ont loué les avantages d'institutions et d'objectifs définis conjointement par les innovateurs et ceux qui fournissent un cadre, tout en soulignant qu'il est dangereux de laisser le processus devenir trop confortable. Dans ces limites, on peut ajouter la nécessité d'une coordination à la liste des objectifs de la politique.

Deux autres types de politique semblent découler du débat précédent sur la nature du monde et des changements qu'il traverse.

- Il faut réfléchir encore au juste degré de politique nécessaire, en prêtant plus attention à la création d'institutions internationales pour régler les questions internationales et à la décentralisation pour apporter des solutions aux problèmes locaux.

- Si l'on veille plus à uniformiser les normes nécessaires, le réseautage sera plus facile dans une même ville comme d'un bout de la terre à l'autre.
4. Quels types de recherche seraient les plus utiles? Tout le monde convenait qu'il fallait plus de recherche empirique, mais de quel ou quels types? Les faits sont contradictoires. Il y a eu des commentaires positifs sur l'utilité des études de cas du genre de celles dont faisaient état R. Lipsey et K. Carlaw mais, en même temps, il était grandement évident que l'on avait une hétérogénéité des expériences et des comportements, d'où un risque accru de tirer des conclusions en se fondant sur des études de cas individuelles sans que leur nombre croisse au point de les rendre peu pratiques. Une attaque sur trois axes serait sans doute la bonne solution, avec des études de cas pour créer et vérifier des hypothèses; un groupe d'étude micro-économique et des études croisées pour éprouver des hypothèses particulières sur les relations entre le savoir et le rendement au niveau de l'entreprise; et des données globales, autant chronologiques que croisées, utilisées pour évaluer l'importance collective des influences identifiées. Quand on retrouve un schéma similaire dans les trois types de preuve, l'idée en question semble assez bonne, et quand la plupart des hypothèses contraires sont devenues peu vraisemblables, il est peut-être temps de penser à un transfert de politique.

LES TÉLÉCOMMUNICATIONS : ÉTUDE DE CAS

L. RÖLLER ET L. WAVERMAN ONT RECHERCHÉ DES RETOMBÉES EXTERNES POSSIBLES qui seraient produites par l'infrastructure des télécommunications. D'après eux, ces retombées peuvent être difficiles à isoler, car on risque de confondre deux effets : que de meilleures télécommunications peuvent entraîner une accélération de la croissance et qu'une croissance plus forte, quelle qu'en soit la cause, se traduira par une augmentation de la demande de télécommunications. Ils ont commencé par signaler que la combinaison de ces deux effets (possibles) suscite une relation positive très nette, entre les pays, entre le PIB réel par habitant et l'étendue du réseau de télécommunications, mesurée en nombre de lignes principales par 100 habitants. Cette corrélation paraît beaucoup plus forte entre les pays de l'OCDE qu'entre les pays en développement.

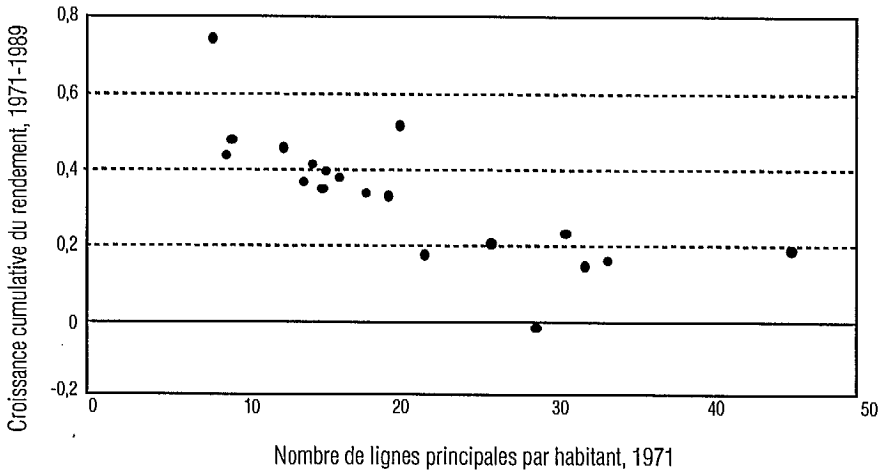
Pour essayer de démêler les relations bilatérales, L. Röller et L. Waverman ont défini un modèle dans lequel le niveau de PIB réel par habitant dépend du capital, de la main-d'oeuvre instruite, de la pénétration du téléphone et d'une tendance temporelle. Pour ce qui est de l'effet en sens inverse, ils ont expliqué la pénétration du téléphone par l'investissement dans ce dernier, qui lui-même dépend de plusieurs variables, dont le niveau de revenu par habitant. Ils n'ont trouvé aucune incidence de la pénétration des télécommunications sur le niveau de revenu lorsqu'ils ont évalué cette équation séparément, mais quand ils ont évalué leur

modèle en tant que système d'équations, ils ont trouvé ce qui semble être une incidence négative dans un premier temps, puis positive à des taux de pénétration plus élevés. Cela est troublant, étant donné que les deux effets (des télécommunications sur la croissance et du niveau de revenu sur la demande de téléphones) sont supposés positifs. Donc, si l'on veut séparer les deux effets, il faut commencer par réduire l'ampleur des retombées externes positives des télécommunications sur la croissance. Il serait sans doute plus facile de démêler ce casse-tête si les auteurs se concentraient sur les taux de croissance du revenu, plutôt que sur les niveaux, quand ils définissent l'effet d'externalité, tout en laissant l'effet de niveau passer du revenu à la demande de télécommunications.

Pour donner une idée de ce qui pourrait arriver, la figure 1 montre la relation entre la pénétration des télécommunications en 1971 (en utilisant les données de l'OCDE dans le tableau 3 de l'exposé de L. Röller et L. Waverman) et les taux de croissance proportionnels moyens de la productivité des facteurs de 1971 à 1989 dans 19 pays de l'OCDE. Cela permet apparemment d'éviter les problèmes de lien de causalité inverse, puisque la croissance ultérieure à 1971 ne peut influencer rétroactivement sur le stock de télécommunications de 1971, alors que le stock de télécommunications aidera visiblement à déterminer les taux de croissance de la productivité suivants. La figure montre une relation plus négative que positive entre la densité de téléphones et les taux de croissance de la productivité suivants dans les 19 économies de tête de l'OCDE. Les régressions montrent que cette relation est importante et d'ampleur réduite mais encore assez négative si l'on tient compte des effets de convergence. La relation est essentiellement la même si l'on prend la croissance dans les années 1970 au lieu de la croissance de 1971 à 1989, comme le confirment les nouvelles données présentées aux tableaux 6 et 7 de l'exposé révisé de L. Röller et L. Waverman. Il est évident qu'il faut plus de données et d'analyses. Pour le moment, je suis enclin à dire que les éléments probants ne montrent pas de retombées positives importantes du capital des télécommunications, du moins si l'on considère le nombre de téléphones par habitant, sur la croissance globale de l'économie.

FIGURE 1

SERVICES DE TÉLÉPHONE ET CROISSANCE – 19 PAYS DE L'OCDE, 1971-1989



Jeffrey Bernstein a étudié les effets possibles des retombées de la R-D de l'industrie canadienne du matériel de télécommunication sur le reste du secteur canadien de la fabrication, tout en tenant compte des retombées de la R-D américaine sur le même secteur manufacturier. Il a découvert de petites retombées positives de la R-D réalisée par l'industrie des communications canadiennes et des retombées bien plus importantes de la R-D du secteur de la fabrication américain. Comme la R-D de l'industrie des communications est relativement modeste par rapport à la production de l'industrie canadienne de la fabrication, les conséquences pour le taux de rentabilité sociale prévu de la R-D de l'industrie des communications sont de taille. J. Bernstein a évalué à 17 p. 100 le taux de rentabilité interne de la R-D dans l'industrie canadienne des communications et à 55 p. 100 le taux de rentabilité sociale. Il a expliqué que ses calculs montrent que l'industrie des communications n'investit pas assez dans la R-D, mais il a mis en garde contre des politiques qui viseraient une industrie en particulier. Il ne souligne pas, comme d'autres l'ont fait [ex. : Bruce (1993); McFetridge and Warda (1983)], que le régime fiscal canadien appliqué à la R-D est déjà un des plus généreux des pays industriels, donc que l'on part déjà de subventions assez importantes pour les dépenses de R-D. (Cela s'ajoute au point implicite dans l'exposé de P. Howitt, à savoir que le mélange général de la R-D avec d'autres dépenses courantes signifie que bien des dépenses de R-D sont traitées comme des dépenses courantes et non comme des dépenses d'investissement aux fins de l'impôt, ce qui les fait bénéficier d'un traitement plus favorable que d'autres dépenses d'investissement.)

Si l'on n'avait pas disposé des résultats présentés à la figure 1, on aurait pu considérer que les exposés de J. Bernstein et de L. Röller et L. Waverman se renforçaient mutuellement, puisqu'ils s'appuient sur des méthodologies et des données différentes, et aboutissent à des conclusions qualitatives similaires. Cependant, cela ne semblant pas apparaître dans les données sur la croissance de la productivité globale, après avoir tenu compte d'un éventuel lien de causalité inverse, il serait bon d'approfondir l'analyse avant de tirer des conclusions quelconques.

DÉBAT DE LA DERNIÈRE SÉANCE

LES PARTICIPANTS SONT PLUS OU MOINS CONVENUS QUE LES QUATRE QUESTIONS POSÉES ci-dessus couvrent quelques-uns des grands problèmes. Peter Howitt pensait que cela valait la peine de signaler l'hétérogénéité du comportement des entreprises et des secteurs, les questions de quantification et les détails, surtout lorsque l'on considère les politiques et leurs effets. Plusieurs interventions visaient à clarifier la notion de croissance basée sur les connaissances. Z. Acs souhaitait que l'on reconnaisse le rôle de la main-d'oeuvre et du capital dans la croissance, et d'après lui, ce qui est nouveau aujourd'hui, ce n'est pas tant l'importance du savoir dans la croissance que la croissance rapide des industries qui produisent plus de connaissances que de biens. James Brander a insisté sur la menace des effets réducteurs de la croissance (par habitant) de la croissance démographique et de la diminution des ressources. Luc Soete voulait que l'on mette davantage l'accent sur le rôle à plus long terme des connaissances dans la croissance. Quant à Richard Lipsey, il a proposé d'identifier la croissance basée sur les connaissances à la croissance des progrès techniques, comme on le fait normalement dans le cas d'une fonction de production. J. Bernstein approuvait la stratégie de recherche tridirectionnelle, mais il voulait s'assurer que J. Helliwell n'était pas en train de dire qu'il fallait retarder les tentatives de quantification de la R-D simplement parce que la tâche est difficile. J. Helliwell l'a rassuré, a accepté le reste et a mis la suggestion de L. Soete brièvement en pratique en affirmant considérer la croissance actuelle des industries de service à forte intensité de savoir comme une autre étape des longs progrès qui ont d'abord éloigné de la ferme puis, plus tard, de l'usine. Grâce à l'amélioration de la productivité dans ces secteurs, il est possible de fournir ce qui est nécessaire avec moins de main-d'oeuvre et, parfois, avec moins de main-d'oeuvre et de capital.

Dale Orr a profité du tour d'horizon assez vaste pour poser une grande question : J. Helliwell pensait-il qu'il fallait réformer de A à Z le cadre politique ou qu'il suffisait d'en améliorer certains aspects? J. Helliwell a répondu que R. Lipsey s'était montré convaincant en expliquant que l'innovation fonctionne mieux lorsque l'on procède par petites étapes et en souplesse, et qu'il fallait créer des institutions en collaboration et parallèlement, qu'une adaptation et une expérimentation fragmentées étaient probablement la meilleure façon de définir les politiques. Ce n'est que si le cadre et les institutions existants étaient irrémédiablement mauvais,

ce qui n'est pas le cas à son avis, que le mieux, sur le plan de la réforme politique, consisterait à tout reprendre à zéro. Une adaptation souple, réalisée en collaboration, servirait probablement mieux l'innovation.

Il y a également eu des contributions au débat sur les télécommunications. Leonard Waverman pensait qu'il manquait sans doute des variables importantes dans la figure 1, et il n'était qu'à demi convaincu quand on lui a dit qu'ajouter le revenu initial ne changeait pas les résultats et que l'on avait trouvé assez peu d'autres variables qui expliquent aussi bien les différences de croissance de la productivité parmi les pays de l'OCDE. (L. Röller et L. Waverman donnent plus d'informations à ce sujet dans leur exposé révisé, où ils confirment les résultats présentés à la figure 1 et laissent entendre qu'il est nécessaire d'approfondir la recherche pour concilier ces résultats négatifs et leurs propres résultats positifs.) Steven Globerman a souligné la possibilité d'un dépassement par les retardataires téléphoniques, ce qui rendrait peut-être la période allant de 1971 à 1989 trop longue à utiliser. Il devait prendre un avion et n'a donc pu entendre que l'on obtient les mêmes résultats si l'on utilise la croissance de la productivité dans les années 1970.

CONSÉQUENCES GÉNÉRALES POUR LES POLITIQUES ET LA RECHERCHE À VENIR

LA RECHERCHE QUI DÉFINIT ET DÉTERMINE LES RAPPORTS entre le savoir et la croissance économique en est encore à ses prémices, telle est une des conclusions que l'on peut tirer de l'ensemble des exposés. Le grand mérite d'Industrie Canada et de l'OCDE est d'avoir invité chercheurs et fournisseurs de données à faire face aux problèmes empiriques et à combler les lacunes que comporte la définition des ressources dont les entreprises se servent pour produire des biens et des services. On pourrait signaler aussi que bon nombre des changements étudiés à cette conférence (l'autoroute de l'information, par exemple) risquent de rendre la collecte des données institutionnelles plus difficile, puisqu'il ne sera plus aussi facile d'affecter du personnel et des capitaux à des lieux de travail précis. Si le travailleur et l'ordinateur sont reliés l'un à l'autre, et à leurs collègues humains et «mécaniques», par le biais de liaison satellite, quel lieu de production faut-il inscrire?

Pour ce qui est de la politique, la plupart des auteurs se gardent, à juste titre, de sauter de théories et de définitions préliminaires à des conclusions sur la structure de la fiscalité et sur les dépenses publiques. Peut-être préfèrent-ils implicitement un système neutre, comme entre secteurs économiques, soit par principe soit parce qu'il n'y a pas suffisamment d'éléments qui permettent de décider dans quelle mesure, voire dans quel sens, s'éloigner de la neutralité. Plus particulièrement, aucun des auteurs n'a essayé de voir si le Canada soutient équitablement la recherche ouverte et la recherche privée qui bénéficie de subventions ou de dispositions fiscales spéciales. Il ne s'agit pas d'une lacune des exposés, puisque tous portaient sur des questions précises et bien délimitées dont les réponses contribueront un jour à améliorer la base de données qui sert à traiter de sujets plus larges.

Peut-on, à partir de ces exposés, avoir une idée quelconque de l'importance relative de la croissance basée sur les connaissances? Dans un sens, toute la croissance économique repose sur le savoir, puisque, depuis des siècles, les plus fortes hausses de la production ont été le fruit de progrès du savoir-faire plutôt que de l'utilisation de l'énergie et de la matière. La croissance a-t-elle été plus rapide dans les secteurs à forte intensité de savoir? D'après F. Lee et H. Has, la croissance de la production par travailleur a en fait été plus lente dans les secteurs à forte intensité de connaissances, bien que les niveaux de productivité y restent encore supérieurs à ceux enregistrés dans les secteurs à faible concentration en savoir (mais pas ceux où celle-ci est moyenne). Les industries à forte intensité de savoir ont-elles des retombées positives sur d'autres industries? L'exposé de L. Röller et L. Waverman, ainsi que les résultats de J. Bernstein semblent suggérer que le secteur des communications pourrait avoir des répercussions positives sur le reste de l'économie, mais, d'après la figure 1, l'ampleur conjuguée de ces répercussions est incertaine. Pour rester prudent, disons que ni l'une ni l'autre des hypothèses n'est vérifiée.

Une autre question précise mérite d'être résumée ici, puisqu'elle a été abordée dans deux exposés au moins et implicitement évoquée dans plusieurs autres. Quel domaine se prête bien à l'étude des rapports entre savoir et croissance et à l'élaboration de politiques qui influent sur ces rapports? Dans un sens, la réponse est facile : on fait mieux face aux retombées, de quelque nature qu'elles soient, là où elles se produisent. Si d'importantes retombées sur le plan des connaissances débordent les frontières nationales, comme le laisse penser l'analyse de R. Harris, il faut les encourager par une ouverture réciproque et des normes habilitantes. Pour l'autoroute de l'information, ou inforoute, les normes de circulation internationales sont souvent plus importantes qu'elles ne le sont pour le trafic automobile, maritime, ferroviaire ou aérien, depuis longtemps réglementés. Si les retombées sont surtout nationales, comme la plupart des études sur la croissance et la politique industrielle tendent à le supposer, et en l'absence d'éléments probants, les politiques nationales ont sans doute un rôle plus important à jouer. S'il manque des éléments essentiels de capital public, leur fourniture sera assortie de taux de rendement élevés, et il sera plus important d'être vigilant que d'avoir une politique nationale. Si des barrières internes considérables entravent des échanges importants, il faut les supprimer, même si J. Whalley rappelle dans son exposé que les barrières actuelles ne sont ni aussi omniprésentes ni aussi coûteuses que certains le laissent entendre. Si les retombées du savoir et le réseautage sont locaux, comme Z. Acs, J. de la Mothe et G. Paquet l'affirment, il est probable que les stratégies nationales ne soient, au mieux, qu'un camouflage onéreux.

Quelle en est la preuve? Les études de cas de R. Lipsey et K. Carlaw, qui se rapportent essentiellement aux politiques nationales, abondent cependant en exemples montrant qu'il n'y a pas de réponse unique à cette question. Certaines idées circulent plus vite et davantage que d'autres, et il vaut mieux que les recherches conjecturales soient faites par des groupes séparés qui suivent leurs propres programmes, dans la mesure où ils font état des succès ou des échecs en temps opportun, pour aider d'autres chercheurs à réorienter leur recherche

tâtonnante pour trouver de meilleures façons de procéder. Coe et Helpman (1993) ont découvert des retombées internationales de la R-D qui étaient très importantes comparativement aux retombées nationales, et J. Bernstein se ferait sans doute l'écho de ce constat. Toutefois, nous ne devons pas oublier la découverte surprenante de McCallum (1995), à savoir que la circulation interprovinciale de biens est 20 fois supérieure à celle qui se produit entre provinces et États, compte tenu du volume et de la distance. Pour Z. Acs, J. de la Mothe et G. Paquet, les frontières nationales ne seraient pas considérées comme une surprise, mais que diraient-ils de l'importance apparente des flux qui se produisent à travers le pays? Peut-être les équipements sociaux et d'autres facteurs, que ces auteurs considèrent comme une source importante de retombées locales, peuvent-ils être répartis plus largement dans l'ensemble du pays, ce qui accroîtrait l'interdépendance sociale et économique beaucoup plus qu'on l'avait pensé. Quant à l'importance relative de la distance et des frontières nationales comme facteurs déterminants des relations commerciales, les résultats de McCallum donnent à penser que la frontière est égale à plus de la moitié de celle du Canada. Mais existe-t-il des relations locales encore plus importantes à l'intérieur d'un pays? À ce jour, il n'y a pas de données comparables sur le commerce dans les économies locales, mais d'après les analyses de la croissance relative de régions plus ou moins spécialisées aux États-Unis, au moins, les retombées des industries locales ne sont pas prépondérantes. Mais il faut admettre que l'on n'en sait guère à ce sujet.

Qu'en est-il du choix entre les différents modèles et hypothèses, question qui a inspiré Peter Nicholson dans son premier exposé? Comme John Baldwin l'a fait remarquer avec force, et les autres participants en ont convenu, beaucoup d'éléments prouvent une hétérogénéité de comportement, suffisamment en tout cas pour inciter à une extrême prudence dans le recours à l'hypothèse de l'entreprise représentative. En revanche, on avait un peu l'impression qu'il y avait déjà assez de modèles non éprouvés et non éprouvables, et plusieurs chercheurs ont pâli devant la difficulté de trouver une solution analytique à des modèles comportant des agents hétérogènes qui opèrent dans un environnement incertain, chacun avec ses propres ensembles de données coûteuses.

À la lumière de l'ambiguïté qui caractérise l'état actuel des connaissances sur le rôle du savoir dans la croissance économique, les conséquences sont plus lourdes pour la recherche que pour la politique actuelle. P. Howitt a plaidé pour une pensée plus claire et demandé de meilleures données, soutenues par des mises à l'épreuve plus directes de points de vue concurrents sur le rôle du savoir dans la croissance. Selon J. Whalley, dont le pari favori porte sur les modèles d'équilibre général dynamique, le manque de clarté des réponses qui se dégagent des exposés sur la croissance endogène ne fait qu'accroître la marge d'incertitude quant aux réponses que l'on devrait encore élaborer à partir d'autres sources. R. Harris s'est demandé si le large éventail des réponses résultant des modèles de croissance endogène signifiait que celles-ci devraient être entièrement ignorées, et il a ensuite répondu à sa propre question en exprimant sa préférence pour davantage de recherches.

Chacun des exposés illustre un ou plusieurs des problèmes qui se posent quand les données ne sont pas suffisamment fiables pour appuyer de nouvelles mesures politiques. Étant donné l'ambiguïté théorique et empirique du soutien à des formes particulières de stratégie industrielle, peut-être que la meilleure stratégie consisterait à exiger que toute nouvelle politique ultérieure importante réponde à des normes élevées de soutien empirique à l'hypothèse selon laquelle les coûts de ladite politique dépassent ses avantages, avec une marge adéquate, en tenant compte de l'élément d'incertitude.

BIBLIOGRAPHIE

- Bruce, N., «The Cost of Capital and Competitive Advantage», dans *Productivity, Growth and Canada's International Competitiveness*. Édité par T.J. Courchene et D.D. Purvis, Exposés de Bell Canada sur la politique économique et publique Bell Papers on Economic and Public Policy, volume 1, John Deutsch Institute, Kingston, 1993, pp. 77-118.
- Coe, D.T. et E. Helpman, «International R&D Spillovers», National Bureau of Economic Research Working Paper no 4444, Cambridge, 1993.
- McCallum, John, «National Borders Matter: Canada-U.S. Regional Trade Patterns», *American Economic Review*, juin 1995.
- McFetridge, D. et J. Warda, *Canadian R&D Tax Incentives: Their Adequacy and Impact*, Association canadienne d'études fiscales, Toronto, 1983.



Les auteurs

A.L. Keith Acheson est professeur d'économique à l'Université Carleton. En matière de recherche, il s'intéresse à l'économique de l'organisation, aux frais de transaction et aux droits de propriété. Son projet de recherche appliquée le plus récent portait sur différents aspects de l'industrie du cinéma et de la télévision (avec C.J. Maule).

Zoltan Acs occupe la chaire Harry Y. Wright au département d'économique et de finance de l'Université de Baltimore. Il est aussi professeur invité et directeur associé du College of Business and Management à l'Université du Maryland. Co-rédacteur d'un périodique international intitulé *Small Business Economics*, il s'intéresse particulièrement à l'organisation du secteur industriel et à l'économique comparative.

Lewis Alexander est économiste en chef au Département du Commerce américain. Il a occupé plusieurs postes au Conseil d'administration de la Federal Reserve et a assumé la direction du service de la Russie et des autres États de la défunte Union soviétique pour cet organisme, ce qui l'a amené à s'occuper de divers aspects, notamment la réforme économique, les dispositions monétaires, les problèmes régionaux et les politiques américaines envisageables. Il a rédigé des articles sur une foule de sujets comme les swaps emprunt-actif dans les pays en développement, le problème de l'abstentionnisme dans la restructuration du passif bancaire, l'évaluation d'un régime entièrement articulé sur l'escompte, la réforme économique en Allemagne de l'Ouest après la guerre, les répercussions de la réunification de l'Allemagne sur le système monétaire européen et la séparation des devises dans la défunte Union soviétique.

David Alan Aschauer détient la chaire Elmer W. Campbell d'économique au Bates College de Lewiston (Maine). Il a fait partie du corps professoral des hautes études économiques et commerciales de l'Université du Michigan, de la Northwestern University et de l'Université de Chicago. En 1986, il a été invité à l'Institut de recherche sur les politiques fiscales et monétaires du ministère des Finances du Japon pour y entreprendre des recherches. Avant de se joindre aux autres membres de la faculté du Bates College, il a travaillé comme économiste

principal à la Federal Reserve Bank de Chicago. Le professeur Aschauer a écrit de nombreux articles sur des questions relatives à la politique macroéconomique et fiscale ainsi qu'au transport et à l'infrastructure.

John R. Baldwin est directeur de la Division de l'analyse microéconomique à Statistique Canada. Ses travaux les plus récents portent sur les stratégies d'innovation, la recherche et le développement dans les petites et moyennes entreprises et les stratégies des entreprises canadiennes en matière de ressources humaines.

Jeffrey I. Bernstein est professeur d'économie à l'Université Carleton et présentement directeur associé au National Bureau of Economic Research de Cambridge. Ses travaux se concentrent sur l'économie des secteurs industriel et public et la microéconomie. Auteur de trois livres, il a rédigé plusieurs articles traitant de la productivité et de la croissance, de l'économie de l'information et de la compétitivité.

Robin Boadway détient la chaire Sir Edward Peacock de théorie économique à l'Université Queen's. Il occupe actuellement le poste de directeur associé à l'Institut John Deutsch d'études en politique économique. En recherche, ses intérêts vont à l'économie du secteur public et des régimes sociaux, mais plus particulièrement à la politique fiscale, au fédéralisme fiscal et à l'analyse de rentabilité. Il compte à son actif plusieurs ouvrages ainsi que des articles dans des périodiques universitaires.

James A. Brander détient la chaire Asie-Pacifique en politique publique et affaires internationales à la faculté de commerce de l'Université de la Colombie-Britannique. Il se spécialise dans l'analyse économique de la politique publique, mais plus précisément les politiques relatives au commerce international. Il a écrit un traité sur la politique publique canadienne aujourd'hui abondamment utilisé et a offert des services d'expert-conseil à plusieurs organismes des administrations fédérale et provinciale, mais aussi du secteur privé, principalement sur les questions se rapportant à la budgétisation du secteur public ou à la politique de commerce international. Pour l'instant, ses recherches portent sur l'évaluation des projets dans le secteur public et l'incidence des politiques environnementales sur les échanges internationaux.

John Burbidge est professeur d'économie à l'Université McMaster. Ses plus récentes publications parlent de la redistribution dans et entre les régions, ainsi que de la mobilité de la population et de la concurrence de l'impôt sur le capital.

Ken Carlaw est inscrit au programme de doctorat de l'Université Simon Fraser et travaille à l'Institut canadien des recherches avancées dans le cadre de son programme sur la croissance économique et les politiques. Ses travaux portent sur

les aspects théorique et appliqué de l'innovation, de la croissance économique et des politiques. Avant cela, il a poursuivi des recherches dans plusieurs ministères fédéraux et provinciaux où il a notamment mis au point un modèle de prévision informatique pour la rentabilité et le fardeau fiscal des entreprises et a procédé à une évaluation des relations de travail.

John de la Mothe, est professeur associé en économie de l'innovation, des sciences et de la technologie à la faculté d'administration de l'Université d'Ottawa et est rattaché au programme de recherche en économie et administration internationale (PRIME) de l'université. Il remplit couramment le rôle d'expert-conseil pour des organisations internationales comme l'OCDE et l'UNESCO. Chercheur à la John F. Kennedy School of Government (Université Harvard), il a aussi été invité à entreprendre des recherches au Massachusetts Institute of Technology.

Michael Denny est professeur d'économie à l'Université de Toronto. Il a offert son expertise aux gouvernements canadien et américain ainsi qu'au secteur privé et compte de nombreuses publications et rapports à son actif.

Steven Globerman est professeur d'économie à l'Université Simon Fraser. Il occupe également la chaire Ross en relations commerciales et économie du Canada et des États-Unis à la Western Washington University. Son principal domaine de spécialisation est l'organisation industrielle, mais il s'intéresse particulièrement aux industries nationalisées. On a abondamment recouru à ses connaissances sur les organisations des secteurs public et privé, et il a publié de nombreux articles sur des sujets variés se rapportant à la politique économique et à la politique publique.

Richard G. Harris, est professeur d'économie à l'Université Simon Fraser et associé dans le cadre du programme de l'Institut canadien des recherches avancées (ICRA) sur la croissance économique et les politiques. Il s'est spécialisé dans l'économie internationale, plus exactement l'économie de l'intégration. Pour l'instant, il poursuit des recherches sur le libre-échange en Amérique du Nord, l'union monétaire nordaméricaine et la mondialisation du marché du travail.

Handan Has est analyste en politique économique à la Direction générale de l'analyse de la politique microéconomique d'Industrie Canada. Sur le plan de la recherche, il s'intéresse à la productivité et à la croissance économique.

John F. Helliwell est professeur d'économie à l'Université Colombie-Britannique. Il s'intéresse essentiellement à la macroéconomie quantitative, aux études empiriques comparatives sur la croissance de l'économie nationale et internationale, aux finances internationales, à la fiscalité et à la politique

monétaire, mais aussi aux ressources naturelles, à l'énergie et à l'environnement. Il détient depuis peu la chaire W.L. Mackenzie King à titre de professeur invité en études canadiennes à l'Université Harvard.

Peter Howitt est professeur d'économie et occupe la chaire en systèmes monétaires et financiers de la Banque de Montréal à l'Université Western de l'Ontario. Il est également associé à l'Institut canadien des recherches avancées. Ses travaux de recherche portent sur la macroéconomie et la politique monétaire, ainsi que la théorie de la croissance.

Joanne Johnson est économiste à la Division de l'analyse microéconomique de Statistique Canada. Elle a participé à l'analyse des relations entre diverses stratégies, activités et mesures objectives du rendement et a monté une base de données sur les intrants cumulatifs (KLEMS) et les extrants de l'industrie facilitant l'analyse des problèmes de productivité dans le contexte d'une fonction «production» pour l'industrie. Elle a collaboré avec John Baldwin à diverses publications récentes sur le développement du capital humain et de l'innovation.

Jock Langford est analyste en politique principale à Industrie Canada où il s'occupe des politiques sur la propriété intellectuelle. M. Langford a prêté son concours aux récentes initiatives qui ont débouché sur l'élaboration de récentes politiques législatives, notamment le projet de loi C-91. Il a aussi participé aux négociations sur les traités du GATT et de l'ALENA. Il s'intéresse à divers problèmes directement associés aux droits de propriété intellectuelle comme l'innovation, le commerce, la concurrence, la réglementation et les investissements. Il supervise actuellement la recherche économique sur les brevets en biotechnologie et plus précisément les formes de vie supérieure.

Frank C. Lee travaille à la Direction générale de l'analyse de la politique microéconomique d'Industrie Canada où ses efforts tendent vers la croissance articulée sur le savoir. Avant de rejoindre Industrie Canada, il faisait partie de la Direction de la politique fiscale et de l'analyse économique du ministère des Finances. Sur le plan de la recherche, il s'intéresse à la croissance économique et à la productivité, à la restructuration ainsi qu'à la répartition du revenu et à la pauvreté.

Richard G. Lipsey est professeur d'économie à l'Université Simon Fraser et directeur fondateur du programme de l'Institut canadien des recherches avancées sur la croissance économique et les politiques. L'un des plus éminents économistes du Canada, il a travaillé plus de trente ans à reformuler la théorie néoclassique. Ses recherches actuelles portent sur la croissance économique, la théorie économique et la politique publique, la politique commerciale du Canada, mais aussi l'économie de l'espace et la théorie de l'oligopole. Le professeur Lipsey fait figure de pionnier à l'égard de certaines théories, notamment celle du «second

choix» qui a lancé la recherche en politique et en économique hors des sentiers battus. En plus de s'être taillé une réputation internationale comme chercheur, il est très bien connu auprès des étudiants des universités pour son traité d'introduction à l'économie, traduit en 14 langues.

Donald G. McFetridge est professeur au département d'économique, de l'Université Carleton. Il a également enseigné à l'Université Western de l'Ontario, à l'Université McGill et à l'Université Quing Hua de Beijing. Il a reçu une bourse de chercheur invité de l'Université Harvard. Le professeur McFetridge ne compte plus ses articles et ses ouvrages sur divers aspects de l'économique industrielle et de la politique économique. Il a aussi offert ses services d'expert-conseil à maintes sociétés, organisations publiques et internationales, gouvernements étrangers, ministères provinciaux et fédéraux et commissions royales.

Roger Miller détient la chaire d'Hydro-Québec/CRSNG/CRSS en gestion de la technologie à l'Université du Québec à Montréal. Chercheur au Center for International Affairs de l'Université Harvard et chercheur attaché au programme international sur les véhicules automobiles du MIT, il a enseigné à l'INSEAD de Fontainebleau (France), à la Sloan School of Management (MIT) et à l'Université de Bogota, en Colombie. Il se spécialise dans l'intégration de la technologie à la stratégie des entreprises.

Gilles Paquet est professeur d'économique à l'Université d'Ottawa, chercheur principal au Centre canadien de gestion et participe au programme de recherche de l'Université d'Ottawa en administration internationale et économique (PRIME). Il a publié divers articles sur des sujets comme l'histoire économique du Canada, le développement régional et industriel au Canada, l'esprit d'entreprise et la gestion publique.

Michael Pedersen est analyste à Statistique Canada. Il travaille présentement à l'Enquête longitudinale nationale sur les enfants.

Lars-Hendrik Röller est directeur de recherche sur la compétitivité et la restructuration de l'industrie à la Wissenschaftszentrum de Berlin. Il détient également la chaire d'économique industrielle à l'Université Humboldt de la même ville et est chercheur au Center of Economic Policy Research de Londres. Il s'intéresse principalement à la structure du marché, à la compétitivité et à la politique de concurrence.

Thomas K. Rymes est professeur d'économique à l'Université Carleton. Ses plus récents travaux portaient sur l'argent et le système bancaire. Ses futurs articles et publications parleront du coût de l'inflation nulle et de la théorie monétaire de la valeur dans le monde bancaire contemporain.

Luc Soète est directeur de l'Institut de recherche économique sur l'innovation et la technologie de Maastricht et professeur d'économie internationale à la faculté d'économique de l'Université du Limbourg. Il a travaillé à l'unité de recherche en politique scientifique de l'Université du Sussex et au département d'économique de l'Université de Stanford. Ses préférences vont aux études théoriques et empiriques de l'incidence du virage technologique sur l'emploi, le commerce international et l'investissement, mais il s'intéresse aussi aux problèmes de mesure associés aux politiques. Il assure la coordination de l'examen thématique du G-7 sur la technologie, la productivité et l'emploi pour l'OCDE.

Leonard Waverman est professeur au département d'économique de l'Université de Toronto et directeur du Centre for International Studies de la même université. Il se spécialise dans les échanges internationaux, l'organisation de l'industrie et les mécanismes antimonopoles, ainsi que dans l'économique de l'énergie et des télécommunications. Il a signé de nombreux ouvrages et on recourt constamment à ses conseils au Canada, aux États-Unis et en Europe. Il était récemment professeur invité à l'INSEAD, à Fontainebleau (France). Il est également chercheur associé au Centre de recherche en économie et statistique de l'École nationale de statistique et d'administration économique de Paris. Ses ouvrages les plus récents portent sur l'examen des coûts et de la productivité de l'industrie automobile américaine, canadienne, japonaise et allemande (avec M. Fuss), sur l'incidence du libre-échange entre les États-Unis, le Canada et le Mexique, sur le prix et la réglementation des services par satellite en Europe et sur le régime international de fixation des prix dans le secteur des télécommunications.

John Whalley est professeur d'économique à l'Université de Warwick. Il a actuellement laissé son poste de directeur du Centre for the Study of International Economic Relations du département d'économique de l'Université Western de l'Ontario pour prendre un congé sabbatique. Sa carrière l'a entraîné dans divers domaines de l'économique. Il a notamment participé à l'élaboration des procédures aujourd'hui couramment utilisées d'analyse appliquée de l'équilibre général dans les exercices d'étalonnage et d'équilibre hypothétique. Ses principaux intérêts à l'égard des politiques se sont élargis aux problèmes connexes au développement et à l'environnement. Il a coordonné les travaux de recherche sur le commerce international pour la Commission Macdonald et a participé aux travaux de défrichage qui ont abouti à la taxe sur la valeur ajoutée canadienne. Plus récemment, il a fait partie du groupe spécial chargé de régler un litige entre le Canada et les États-Unis dans le cadre de l'Accord de libre échange.



LES DOCUMENTS DE RECHERCHE D'INDUSTRIE CANADA ont pour objet de faciliter l'analyse des principaux enjeux microéconomiques auxquels fait face l'économie canadienne. Ils visent aussi à alimenter le débat qui entoure la politique gouvernementale en la matière et, en fin de compte, à favoriser la formulation d'une politique gouvernementale constructive dans un environnement économique en perpétuelle évolution.

Concevoir des politiques efficaces en mesure d'accroître le nombre d'emplois et de relever le niveau de vie suppose une solide connaissance et une bonne compréhension des déterminants de la croissance économique. Bien que les économistes et les auteurs de politique divergent d'opinion sur certains aspects du mécanisme à l'origine de la croissance de l'économie, tous s'entendent au sujet du rôle fondamental joué par le processus d'innovation résultant de l'accroissement des connaissances. À une époque où les industries canadiennes sont contraintes de se restructurer considérablement pour relever les défis posés par la concurrence sur un marché en voie de mondialisation, une des clés du succès du Canada réside dans le développement d'une économie sous le signe de l'innovation et de l'exploitation du savoir.

Le présent ouvrage étudie les facettes principales d'une croissance articulée sur le savoir :

- les sources de savoir (principes et méthodes de quantification permettant de suivre une croissance économique misant sur le savoir);
- les problèmes de politique (preuves empiriques d'une croissance de l'économie articulée sur le savoir, barrières interprovinciales, propriété intellectuelle, meilleures pratiques à l'échelon international et regroupements industriels);
- les questions liées au secteur des télécommunications (comparaison de l'infrastructure du secteur dans différents pays, matériel de télécommunication canadien, autoroute de l'information).

Cet ouvrage a été réalisé sous la direction générale du professeur d'économie Peter Howitt.

M. Howitt détient la chaire d'études monétaires et financières de la Banque de Montréal à l'Université Western de l'Ontario, de London (Canada). Il a publié de nombreux articles de recherche sur la politique monétaire, la macroéconomie et la croissance de l'économie.

LES DOCUMENTS DE RECHERCHE D'INDUSTRIE CANADA

- INVESTISSEMENT ÉTRANGER, TECHNOLOGIE ET CROISSANCE ÉCONOMIQUE
- LA MONDIALISATION DES SOCIÉTÉS PAR LE JEU DES FUSIONS ET ACQUISITIONS
- LES MULTINATIONALES EN AMÉRIQUE DU NORD
- LES MULTINATIONALES CANADIENNES
- LA PRISE DE DÉCISION DANS LES ENTREPRISES AU CANADA
- LA CROISSANCE FONDÉE SUR LE SAVOIR ET SON INCIDENCE SUR LES POLITIQUES MICROÉCONOMIQUES

LES DOCUMENTS DE RECHERCHE D'INDUSTRIE CANADA

Les documents de recherche d'Industrie Canada ont pour objet de faciliter l'analyse des principaux enjeux microéconomiques auxquels fait face l'économie canadienne. Ils visent aussi à alimenter le débat qui entoure la politique gouvernementale en la matière et, en fin de compte, à favoriser la formulation d'une politique gouvernementale constructive dans un environnement économique en perpétuelle évolution.

LA CROISSANCE FONDÉE SUR LE SAVOIR ET SON INCIDENCE SUR LES POLITIQUES MICROÉCONOMIQUES

Concevoir des politiques efficaces en mesure d'accroître le nombre d'emplois et d'élever le niveau de vie suppose une connaissance et une compréhension des déterminants de la croissance économique. Bien que les économistes et les auteurs de politique divergent d'opinion sur certains aspects du mécanisme à l'origine de la croissance de l'économie, tous s'entendent au sujet du rôle fondamental joué par le processus d'innovation résultant de l'accroissement des connaissances. À une époque où les industries canadiennes sont contraintes de se restructurer considérablement pour relever les défis posés par la concurrence sur un marché en voie de mondialisation, une des clés du succès du Canada réside dans le développement d'une économie fondée sur l'innovation et l'exploitation du savoir.

Le présent ouvrage étudie les facettes principales d'une croissance fondée sur le savoir :

- les sources de savoir (principes et méthodes de quantification permettant d'évaluer une croissance économique fondée sur le savoir);
- les problèmes de politique (preuves empiriques de la croissance économique fondée sur le savoir, barrières interprovinciales, propriété intellectuelle, meilleures pratiques à l'échelon international et regroupements industriels);
- les questions liées au secteur des télécommunications (comparaison de l'infrastructure du secteur dans différents pays, matériel de télécommunication canadien, autoroute de l'information).

DIRECTEUR GÉNÉRAL DE LA PUBLICATION

M. Peter Howitt détient la chaire d'études monétaires et financières de la Banque de Montréal à l'Université Western Ontario, de London (Canada). Il a publié de nombreux articles de recherche sur la politique monétaire, la macroéconomie et la croissance de l'économie.

UNIVERSITY OF CALGARY PRESS

ISBN 1-895176-79-4

ISSN 1188-0996

ISBN 1-895176-79-4



9 781895 176797