



STI

REVUE
N° 22

SCIENCE TECHNOLOGIE INDUSTRIE

Numéro spécial :

« Politique de l'innovation
et de la technologie :
nouveaux fondements
et nouvelles approches »

Communications présentées
à une Conférence organisée
conjointement par l'OCDE
et le gouvernement autrichien,
qui s'est tenue à Vienne,
les 30-31 mai 1997

N° 22

STI REVUE

Numéro spécial :
Politique de l'innovation
et de la technologie :
nouveaux fondements
et nouvelles approches

ORGANISATION DE COOPÉRATION ET DE DÉVELOPPEMENT ÉCONOMIQUES

ORGANISATION DE COOPÉRATION ET DE DÉVELOPPEMENT ÉCONOMIQUES

En vertu de l'article 1^{er} de la Convention signée le 14 décembre 1960, à Paris, et entrée en vigueur le 30 septembre 1961, l'Organisation de Coopération et de Développement Économiques (OCDE) a pour objectif de promouvoir des politiques visant :

- à réaliser la plus forte expansion de l'économie et de l'emploi et une progression du niveau de vie dans les pays Membres, tout en maintenant la stabilité financière, et à contribuer ainsi au développement de l'économie mondiale;
- à contribuer à une saine expansion économique dans les pays Membres, ainsi que les pays non membres, en voie de développement économique;
- à contribuer à l'expansion du commerce mondial sur une base multilatérale et non discriminatoire conformément aux obligations internationales.

Les pays Membres originaires de l'OCDE sont : l'Allemagne, l'Autriche, la Belgique, le Canada, le Danemark, l'Espagne, les États-Unis, la France, la Grèce, l'Irlande, l'Islande, l'Italie, le Luxembourg, la Norvège, les Pays-Bas, le Portugal, le Royaume-Uni, la Suède, la Suisse et la Turquie. Les pays suivants sont ultérieurement devenus Membres par adhésion aux dates indiquées ci-après : le Japon (28 avril 1964), la Finlande (28 janvier 1969), l'Australie (7 juin 1971), la Nouvelle-Zélande (29 mai 1973), le Mexique (18 mai 1994), la République tchèque (21 décembre 1995), la Hongrie (7 mai 1996), la Pologne (22 novembre 1996) et la Corée (12 décembre 1996). La Commission des Communautés européennes participe aux travaux de l'OCDE (article 13 de la Convention de l'OCDE).

Also available in English under the title:

STI REVIEW

Special Issue on "New Rationale and Approaches in Technology and Innovation Policy"
No. 22

© OCDE 1998

Les permissions de reproduction partielle à usage non commercial ou destinée à une formation doivent être adressées au Centre français d'exploitation du droit de copie (CFC), 20, rue des Grands-Augustins, 75006 Paris, France, Tél. (33-1) 44 07 47 70, Fax (33-1) 46 34 67 19, pour tous les pays à l'exception des États-Unis. Aux États-Unis, l'autorisation doit être obtenue du Copyright Clearance Center, Service Client, (508)750-8400, 222 Rosewood Drive, Danvers, MA 01923 USA, or CCC Online: <http://www.copyright.com/>. Toute autre demande d'autorisation de reproduction ou de traduction totale ou partielle de cette publication doit être adressée aux Éditions de l'OCDE, 2, rue André-Pascal, 75775 Paris Cedex 16, France.

AVANT-PROPOS

Préparée par la Direction de la science, de la technologie et de l'industrie de l'OCDE, la *STI Revue* est publiée deux fois par an. Elle présente des études pouvant intéresser les responsables politiques et les analystes concernés par les développements scientifiques, technologiques et industriels, et met l'accent sur les comparaisons entre pays, les analyses quantitatives des tendances nouvelles et les questions de politique récentes ou à venir. Conformément à l'optique des travaux de l'OCDE, la *STI Revue* examine les changements structurels et institutionnels qui se produisent tant au niveau global que régional, national et local. Certains numéros portent sur des thèmes spécifiques, comme les enquêtes sur le comportement innovateur des firmes ou les problèmes d'emploi liés à la technologie.

Le numéro 22 de la *STI Revue* est consacré aux nouvelles façons d'aborder la politique de la technologie et de l'innovation. Les articles présentés se fondent sur les contributions présentées à la conférence intitulée « Politique de l'innovation et de la technologie : nouveaux fondements et nouvelles approches. Pratiques exemplaires », qui s'est tenue à Vienne les 30 et 31 mai 1997. Cette conférence s'est déroulée dans le cadre de la deuxième phase du projet de l'OCDE « Technologie, productivité et création d'emploi », qui avait pour objet de recenser les pratiques exemplaires dans le domaine de la politique en matière de technologie et d'innovation. Placée sous l'égide des ministères autrichiens de la Science et des transports et des Affaires économiques, la conférence était organisée conjointement par l'OCDE et par le programme autrichien TIP – qui est un programme de recherche et de conseils sur la politique technologique mis en oeuvre par l'Institut autrichien de la recherche économique (WIFO) et par les centres autrichiens de recherche Seibersdorf (ARCS).

Les orientations de la politique en matière de technologie et d'innovation sont examinées d'un point de vue à la fois analytique et politique. Les contributions analytiques traitent des limites de la méthode axée sur les « défaillances du marché » et proposent de justifier l'action gouvernementale selon des critères plus larges englobant les « défaillances de caractère systémique ». Dans leurs contributions, les responsables de l'élaboration des politiques décrivent leur expérience dans l'application de ces nouveaux critères et examinent les conséquences qui en résultent pour la gestion de l'action gouvernementale et les institutions.

Les opinions exprimées dans cette publication ne reflètent pas nécessairement celles de l'Organisation ou de ses pays Membres. La *STI Revue* est publiée sous la responsabilité du Secrétaire général de l'OCDE.

TABLE DES MATIÈRES

Introduction – politique de l’innovation et de la technologie : nouveaux fondements et nouvelles approches	7
Gestion d’une approche systémique de la politique technologique et d’innovation	9
Les politiques technologiques dans les modèles néoclassiques et structuralistes-évolutionnistes	33
Les deux piliers des politiques technologiques : équilibre et évolution	85
Défaillance du marché ou magie du marché? Le changement structurel dans le système national d’innovation aux États-Unis	115
Les politiques visant à encourager la restructuration des entreprises des systèmes nationaux d’innovation : susciter l’apprentissage cumulatif et infléchir les systèmes	159
Évaluation des besoins en infrastructure d’un secteur des services équipé en technologie de pointe : nouvelle approche de la planification de la politique de la technologie	199
Les blocs de compétences et la politique industrielle dans l’économie fondée sur le savoir	241
L’évolution des stratégies de R-D des entreprises transnationales : un défi pour les politiques nationales de l’innovation et de la technologie	281
Nouvelles orientations de la politique technologique – l’exemple de la Finlande	319
Une politique de l’innovation et de la technologie pour l’économie fondée sur le savoir : changement de point de vue au Canada	327
Vers une politique systémique à l’échelle européenne : cinq grands défis pour l’avenir	353

INTRODUCTION – POLITIQUE DE L'INNOVATION ET DE LA TECHNOLOGIE : NOUVEAUX FONDEMENTS ET NOUVELLES APPROCHES

Ce numéro spécial de la *STI Revue* a pour origine la Conférence tenue à Vienne, les 30 et 31 mai 1997, sur le thème « Politique de l'innovation et de la technologie : nouveaux fondements et nouvelles approches », et organisée conjointement par la Direction de la science, de la technologie et de l'industrie de l'OCDE et le gouvernement autrichien. La Conférence de Vienne était organisée dans le contexte du projet OCDE « Technologie, productivité et création d'emplois ». Cette réunion a rassemblé à la fois des responsables de politique publique et des chercheurs, qui ont débattu de l'évolution des justifications de la politique technologique et d'innovation, et des implications concrètes pour l'élaboration des politiques dans une économie mondialisée fondée sur le savoir.

Bien que la technologie ait toujours été la clé d'une utilisation productive des ressources, les entreprises et les pouvoirs publics sont aujourd'hui confrontés aux nouveaux défis que pose la maîtrise des opportunités et des risques associés au progrès technologique. Compte tenu du caractère cumulatif et de la complexité croissante de la technologie, sa traduction en termes d'innovation dépend de plus en plus de la combinaison et de la coordination d'un grand nombre de moyens et de fonctions.

L'orientation et les conséquences du changement technologique sont donc influencées par toute une série de conditions, et notamment les propriétés des marchés des produits et des facteurs et la mesure dans laquelle le changement technique s'accompagne de changements organisationnels et d'une meilleure utilisation des ressources humaines. Les forces du marché, les institutions, les réglementations et d'autres politiques des pouvoirs publics conditionnent le changement technique. Malgré d'importantes spécificités nationales, il est possible de tirer des expériences des pays des leçons généralisables (*Andersson*).

Les points de vue sur les objectifs que doit se fixer la politique technologique et la manière dont elle devrait les atteindre ont sensiblement évolué depuis quelque temps, pour trois raisons principales :

- **Une meilleure compréhension des processus d'innovation et de diffusion technologique** grâce aux progrès de la théorie économique. On a traditionnellement justifié la politique technologique par la défaillance du marché. Les pouvoirs publics interviennent pour fournir les biens publics

ainsi que pour limiter les effets négatifs dus aux externalités, aux structures de marché inefficaces et aux barrières à l'entrée, ou encore aux imperfections du marché de l'information, etc. On admet depuis longtemps la nécessité de reconnaître qu'il existe des limites à la possibilité pour les gouvernements d'intervenir de manière efficace. Des recherches récentes (*Metcalfe et Georghiou; Lipsey et Carlaw*) démontrent toutefois l'importance qu'il y a de se pencher sur une troisième type de justification de l'intervention de l'État : remédier aux défaillances systémiques liées, par exemple, à l'absence de cohérence entre les institutions et les incitations. Ceci appelle de nouvelles approches pour soutenir l'innovation dans le secteur de l'entreprise (*Mowery et Ziedonis; Teubal; Eliasson*) et pour le développement des infrastructures (*Link et Scott*).

- **Un nouveau cadre d'action pour les pouvoirs publics.** L'environnement économique dans lequel se déploie l'action tant des pouvoirs publics que des entreprises est fondamentalement transformé, avant tout, par la mondialisation. Certains moyens traditionnels d'action des pouvoirs publics s'en trouvent moins applicables ou moins efficaces, d'autres au contraire prennent une importance croissante, notamment ceux qui influent sur la capacité d'un pays d'être un lieu attractif pour des activités à forte intensité de connaissances (*Reger*). Les conditions macro-économiques ont également changé, avec notamment des politiques plus rigoureuses, et les demandes sociétales se modifient dans un contexte d'intégration régionale exigeant des initiatives conjointes ou coordonnées au niveau international (*Caracostas*).
- **Enseignements tirés des succès et des échecs dans la mise en œuvre des politiques.** Alors que les pouvoirs publics devraient, au niveau du fondement de leur action, être guidés par des principes communs, il est clair que ces principes ne peuvent pas toujours se traduire par des priorités ou des instruments similaires lorsqu'il s'agit des mesures concrètes, qui dépendent des caractéristiques institutionnelles propres à chaque pays (*Ormala; Sulzenko*).

Jean Guinet
Wolfgang Polt

GESTION D'UNE APPROCHE SYSTÉMIQUE DE LA POLITIQUE TECHNOLOGIQUE ET D'INNOVATION

TABLE DES MATIÈRES

I. Introduction	10
II. Défis et réaction des pouvoirs publics	12
III. Vers une approche systémique?	17
IV. La dimension internationale	20
V. Principes de mise en œuvre rationnelle	26
VI. Conclusion	28
Notes	30
Bibliographie	31

Cet article a été rédigé par M. Thomas Andersson, directeur adjoint de la Direction de la science, de la technologie et de l'industrie de l'OCDE, et Professeur associé, rattaché à l'École d'économie de Stockholm, Suède (e-mail : Thomas.Andersson@oecd.org).

I. INTRODUCTION

Bien que la technologie ait toujours été la clé d'une utilisation productive des ressources, les entreprises et les pouvoirs publics sont aujourd'hui confrontés aux nouveaux défis que pose la maîtrise des opportunités et des risques associés au progrès technologique. Compte tenu du caractère cumulatif et de la complexité croissante de la technologie, l'efficacité d'une innovation dépend de plus en plus d'une combinaison et d'une coordination appropriées de tout un ensemble de moyens et de fonctions. Dans le même temps, il devient sans cesse plus difficile de maîtriser la combinaison des décisions d'investissement à long terme et l'adaptation à des conditions en pleine évolution.

L'orientation et les conséquences du changement technologique sont donc influencées par toute une série de conditions, et notamment les propriétés des marchés des produits et des facteurs et la mesure dans laquelle le changement technique s'accompagne d'un changement d'organisation et d'un développement des ressources humaines. Les forces du marché, les institutions, les réglementations et d'autres politiques des pouvoirs publics influencent les conditions préalables au changement technique. Le développement de la codification de l'information, des échanges internationaux et de la mobilité des facteurs de production débouche sur des possibilités accrues d'enseignements réciproques et d'interdépendance entre les progrès technologiques réalisés dans différents pays.

Dans un tel contexte, les pouvoirs publics doivent davantage percevoir et mieux comprendre comment une large gamme d'institutions et de politiques influent sur le changement technologique. Une politique pertinente et efficace en matière de technologie et d'innovation doit reposer sur une justification solide. Bien que la recherche d'un remède à une défaillance du marché constitue la pierre angulaire de toute mesure de politique économique, il faut aussi à l'évidence examiner très attentivement les défaillances des pouvoirs publics. On ne doit pas considérer a priori que les pouvoirs publics peuvent faire mieux que les marchés, même lorsque ceux-ci connaissent une défaillance. Au-delà, le fondement de la politique technologique et sa mise en œuvre dépendent de questions systémiques.

Les observations, tant théoriques qu'empiriques, mettent en évidence le caractère inadéquat d'une approche fragmentaire de la politique technologique. Comme nous le verrons plus loin, une approche fondée sur les systèmes est de plus en plus nécessaire pour maximiser les avantages du progrès technologique¹. Toutefois, cette approche est également associée à certains coûts. L'une des

questions fondamentales, à cet égard, concerne les exigences d'une approche systémique en termes de compréhension des conditions spécifiques à un pays. Dans quelle mesure l'adoption de cette approche réduit-elle la possibilité d'en retirer des enseignements d'ordre général, au point que les pouvoirs publics devraient disposer d'une plus grande capacité de recueillir des informations particulières et d'y réagir, et que le succès d'une politique dépendrait de cette capacité? S'il apparaissait une forte dépendance de ce type, elle serait accompagnée d'un risque de voir se réduire les possibilités de contrôle sur l'action des pouvoirs publics, et d'un éventuel retour à une situation de défaillance coûteuse des pouvoirs publics, rendant plus difficiles l'apprentissage d'une politique vertueuse et une coordination entre pays.

Une autre question, connexe et délicate, est de savoir s'il existe des différences entre pays quant aux choix que peuvent faire les pouvoirs publics pour renforcer la compétitivité dans les activités à forte intensité de savoir. L'influente théorie dite de la « nouvelle croissance » (Romer, 1987) s'est considérablement intéressée aux conditions qui déterminent le progrès technique ou en font un facteur endogène. Ainsi, les activités à forte intensité de savoir tendant à se caractériser par des rendements d'échelle croissants, les efforts technologiques pourraient n'offrir des résultats que si l'on y consacre une masse critique de ressources. De plus, la spécialisation entre pays dans le domaine de la production pourrait aussi avoir pour moteur des différences dans leur capacité d'attirer les facteurs et les moyens de production en rapport avec le savoir. Krugman (1991a et 1991b) a fait valoir que la segmentation des marchés des produits offre aux grandes économies un avantage comparatif dans la production grâce aux économies d'échelle. D'autre part, les économies relativement petites se spécialiseraient au contraire dans une production plus standardisée basée sur des rendements d'échelle constants. Des considérations assez proches s'appliquent aux perspectives de poursuite du développement dans les nouveaux pays industriels comme la Corée et le Mexique et dans les économies en transition des anciens pays socialistes d'Europe orientale.

S'il s'avère que, selon les pays, les risques et les opportunités auxquels ils sont confrontés en matière de développement technologique sont fondamentalement différents, cela pourrait souligner l'importance d'une approche systémique qui permettrait d'identifier et d'aborder, pour un pays donné, les problèmes étroitement liés. D'autre part, on ne peut pas retenir comme postulat que tous les pays seront en mesure de s'assurer des avantages suffisants pour compenser les coûts potentiels d'une telle approche. C'est ainsi que les pouvoirs publics pourraient disposer, dans les grandes économies, de ressources plus abondantes à investir dans une capacité d'analyse. Si un pays est naturellement désavantagé sur le plan de la stimulation des activités de création de savoir, par exemple à cause de sa taille réduite, il pourrait ne pas avoir intérêt à se lancer dans une approche systémique trop exigeante de la politique technologique.

L'OCDE (1998) a récemment entrepris une première évaluation systématique des performances des politiques liées à la technologie en se plaçant dans une perspective systémique. S'appuyant sur les résultats de cette étude, la section suivante passe en revue les défis actuels et les mesures prises en conséquence par les pouvoirs publics. La section III consiste en une réflexion sur les problèmes liés à l'adoption d'une approche systémique de la politique technologique et d'innovation. D'autres aspects de ces questions, découlant de leur dimension internationale, sont examinés dans la section IV. La section V aborde les principes pertinents à la mise en œuvre rationnelle d'une approche systémique. La dernière section présente les conclusions.

II. DÉFIS ET RÉACTION DES POUVOIRS PUBLICS

Dans un contexte caractérisé, dans les pays de l'OCDE, par une forte augmentation du chômage et un ralentissement de la croissance de la productivité depuis les années 70, l'OCDE a entrepris en 1994 d'étudier de manière systématique les liens entre la technologie, la productivité et l'emploi. Le message de l'OCDE (1996), qui s'appuie sur de nombreuses données spécifiques à de nouvelles entreprises et à de nouveaux secteurs, est encourageant : les secteurs et les entreprises qui créent des emplois sont généralement ceux qui sont en mesure d'exploiter avec succès les nouvelles technologies, d'augmenter la productivité et de renforcer la compétitivité. Les problèmes surgissent parce que les effets positifs peuvent tarder à se concrétiser et que les gagnants et les perdants ne sont pas forcément les mêmes, ce qui entraîne des tensions sociales et une opposition à l'ajustement. Les travailleurs les moins instruits ou les moins qualifiés sont, relativement, plus durement touchés par le changement technologique, comme en témoignent les disparités croissantes de revenus et/ou les taux de chômage plus élevés des travailleurs non qualifiés. Toutefois, si le progrès technique peut être accompagné, à un niveau approprié, d'investissements consacrés au développement des compétences du personnel, de changements organisationnels et de réformes structurelles sur les marchés des produits et du travail, une croissance économique plus forte aura pour effet la création de nouveaux et de meilleurs emplois.

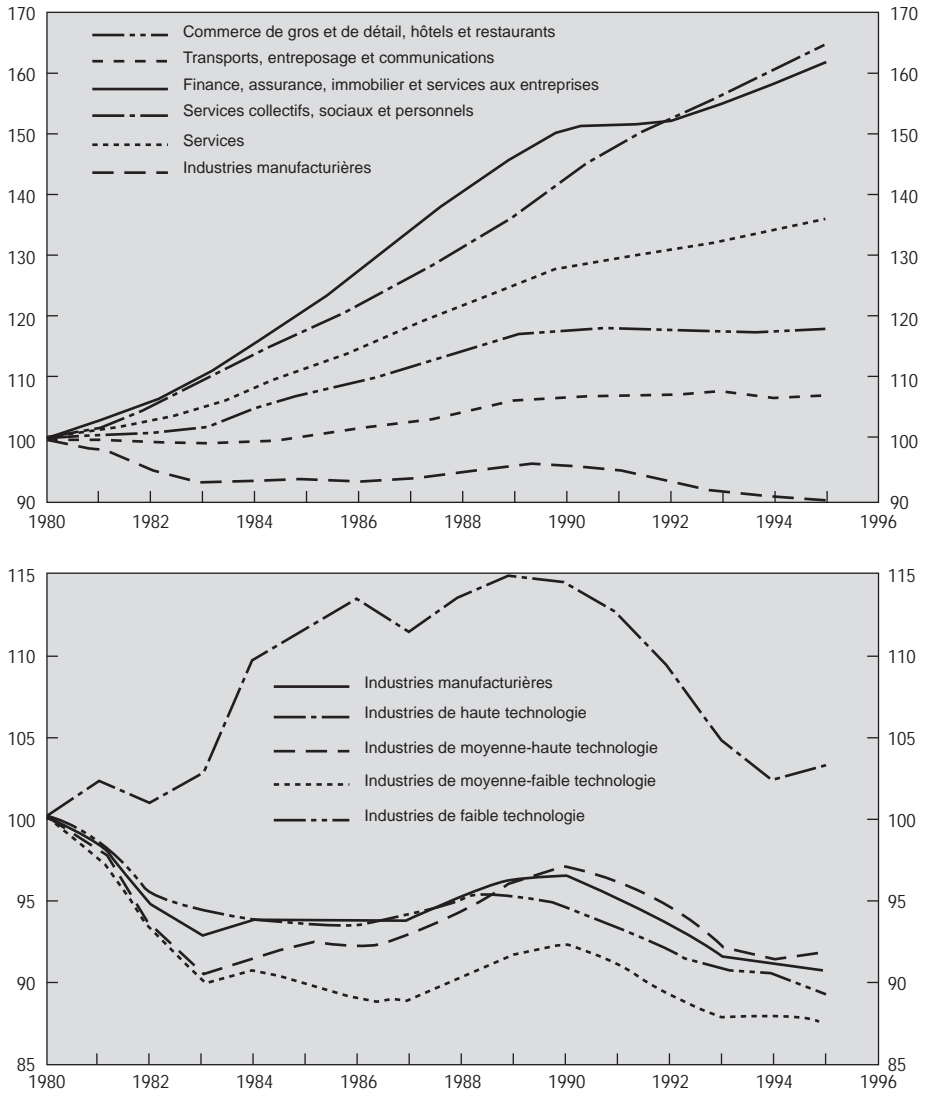
Partant de ce constat, le Conseil de l'OCDE a demandé, à sa réunion ministérielle de 1996, que soit dressé un inventaire des pratiques exemplaires en ce qui concerne les politiques d'innovation et de diffusion de la technologie, et qu'en soient tirés les enseignements. L'examen entrepris en conséquence (OCDE, 1998)² constitue une caractérisation assez nouvelle des défis pour

l'action des pouvoirs publics dans ce domaine. Le processus d'innovation et de diffusion de la technologie est de plus en plus complexe, et son succès dépend, de manière décisive, de la mesure dans laquelle il peut y avoir des effets et des enseignements réciproques et permanents entre les types, très nombreux et différents, de savoir et d'acteurs. On peut citer, parmi ces interactions, la coopération entre les entreprises, la constitution de réseaux et la formation de pôles d'industries. On peut considérer qu'il existe dans chaque pays un « système national d'innovation », avec des interactions présentant des caractéristiques et des structures spécifiques, par exemple entre le secteur des entreprises et le système scientifique. A mesure que les entreprises se concentrent sur leurs points forts et apprennent à combiner des facteurs de production complémentaires et à conclure des contrats à cet effet, on voit aussi se multiplier les liaisons horizontales entre les entreprises, à l'échelle des pays et entre les pays. Les systèmes nationaux d'innovation sont par conséquent de plus en plus interdépendants, encore que les caractéristiques nationales demeurent d'une grande importance pour les performances.

A la suite de la longue dépression du début des années 90, les informations provenant de la plus grande partie de la zone de l'OCDE démontrent qu'une forte augmentation de la productivité ne se traduit pas nécessairement par une création d'emplois. Cela est particulièrement vrai au niveau d'un groupe de pays ou de secteurs : les pays européens ont connu une croissance technologique particulièrement rapide et des résultats médiocres en matière d'emploi. Certains pays, comme la Finlande et la Pologne, qui ont également subi de rudes chocs extérieurs, sont atypiques de ce point de vue. Dans les pays d'Amérique du Nord, en Australie, en Nouvelle-Zélande et au Royaume-Uni, l'augmentation de la productivité a été plus faible, mais les performances sur le plan de l'emploi ont été meilleures. Les pays de l'Asie du Sud ont obtenu des résultats significativement meilleurs, en termes de productivité comme de création d'emplois, mais ces pays se trouvaient, en un certain sens, dans une phase de « rattrapage technologique », et ont récemment connu des difficultés.

Contrairement à une croyance répandue, les activités à forte intensité de technologie n'ont pas, par elles-mêmes, contribué à l'expansion des possibilités d'emploi au cours de la décennie écoulée (figure 1). L'importance du rôle que jouent ces activités dans le contexte de l'emploi découle de leur fonction au sein des systèmes nationaux d'innovation. A l'échelle de l'ensemble de l'économie, les effets du changement technologique dépendent de façon décisive du mode d'interaction entre l'innovation et la diffusion, et de la manière dont la technologie est absorbée et exploitée dans l'ensemble de l'économie. Pour que le progrès technologique, toujours plus rapide, soit accompagné d'un plus grand nombre d'emplois, il faut que les travailleurs augmentent et réorientent leurs compétences et soient prêts à abandonner les secteurs et les entreprises en voie de rétrécissement pour se porter vers ceux qui offrent de nouvelles opportunités. Les entre-

Figure 1. **Évolution de l'emploi dans différents secteurs de la zone de l'OCDE**
1980 = 100



Source : OCDE, 1998.

prises, d'autre part, doivent être capables de s'étendre vers de nouveaux secteurs, de nouveaux produits et de nouveaux marchés, être disposées à le faire, à employer de nouveaux travailleurs et à leur consacrer des investissements.

Dans le même temps, le soutien des pouvoirs publics aux activités de recherche et de développement (R-D) diminue. Une analyse empirique récente montre que ce recul a contribué au tassement, observé depuis les années 80, des efforts du secteur privé dans le domaine de la R-D (OCDE, 1998). Parallèlement, on relève des signes d'une évolution dans l'orientation des efforts novateurs, qui tendent à privilégier la R-D appliquée à court terme plutôt que la recherche exploratoire à long terme. D'autre part, les efforts d'innovation sont aujourd'hui plus efficaces, et les réseaux se multiplient, entre les entreprises, et entre les entreprises et les instituts de recherche, etc., constituant des mécanismes compensatoires pour le développement et l'exploitation de la technologie. Ni le déclin, ni le changement d'orientation de la R-D n'ont eu, à ce jour, d'incidences négatives significatives sur la productivité, mais les tendances actuelles soulèvent d'importantes questions à long terme quant à la viabilité des systèmes d'innovation.

Dans la zone de l'OCDE, les tendances actuelles concernant les politiques technologique et d'innovation reflètent les changements dans la manière dont sont perçues la justification et l'efficacité des mesures prises par les pouvoirs publics, ainsi que l'évolution des priorités parallèlement à celle de la situation macroéconomique. Les pressions sur les finances publiques se font plus fortes, les ressources deviennent plus mobiles sur le plan international, etc. Comme le montre le résumé des évaluations par pays (tableau 1), on peut considérer comme réussies les approches adoptées par de nombreux pays de l'OCDE quant aux politiques en rapport avec la technologie. Mais il existe aussi, dans tous les pays, des points faibles et des marges d'amélioration. Le tableau présente une synthèse des résultats contenus dans les divers chapitres du rapport de l'OCDE (1998). Les secteurs couverts vont du noyau « traditionnel » des politiques technologiques, comme la gestion de la base scientifique et les incitations financières à la R-D industrielle, à des domaines plus nouveaux comme les moyens de faciliter la croissance d'une demande nouvelle, les politiques favorisant les entreprises très performantes et la mesure des éléments d'actif incorporels, et la conception d'un cadre institutionnel en vue de la formulation et de la mise en œuvre cohérentes des politiques.

S'agissant des profils par pays, on peut distinguer trois groupes. Les pays du premier groupe (par exemple l'Australie, le Canada, les États-Unis, la Finlande, le Royaume-Uni) affichent peu de faiblesses marquées. Toutefois, sauf dans le cas de la Finlande, la formation professionnelle et l'enseignement technique constituent un point faible. En Finlande, comme en Suède, il importe de faire en sorte que l'infrastructure de diffusion serve mieux les interactions entre petites et

Tableau 1. **Résumé des pratiques exemplaires et des recommandations relatives aux différents domaines de la politique de l'innovation et de la diffusion technologique¹**

	Chapitre 4 ²	Chapitre 5	Chapitre 6	Chapitre 7	Chapitre 8	Chapitre 9	Chapitre 10		Chapitre 11
	Cadre institutionnel régissant la formulation et la mise en œuvre des politiques	Évaluation	Gestion de la base scientifique	Incitations financières en faveur des efforts de R-D industrielle	Politiques et initiatives de diffusion de la technologie	Politiques en faveur des nouvelles entreprises à vocation technologique	Faciliter le développement d'une demande nouvelle		Entreprises très performantes et investissements immatériels
							Internet	Environnement	
Australie	*/♦	•	*/♦	•	*/♦	♦	*/♦	♦	o
Autriche	o	o	♦	♦	*/♦	o	♦	♦	♦
Belgique	o	♦	♦	o	♦	o	♦	o	♦
Canada	*/♦	•	*/♦	*/o	*/♦	*/♦	•	•	*/o
République tchèque		o	o		o	o		o	
Danemark	♦	♦	•	♦	*/♦	♦	♦	♦	•
Finlande	•	♦	•	*/♦	♦	•	•	•	*/♦
France	♦	♦	o	*/o	*/♦	*/o	♦	♦	♦
Allemagne	♦	♦	♦	♦	*/♦	*/♦	♦	♦	*/o
Grèce	o	o	o		*/o	o	o	o	o
Hongrie		o	o		o	o		o	
Islande			•				♦	♦	♦
Irlande	♦	o	•	♦	♦	♦	o	o	*/♦
Italie	o	o	o	o	♦	♦	o	o	o
Japon	o	♦	*/o	o	*/♦	o	*/♦	•	*/o
Corée	♦	o	o	♦	*/o	o	♦	o	♦
Luxembourg							♦	♦	
Mexique	o	o	o	*/o	o	o	♦	♦	o
Pays-Bas	*/♦	♦	•	♦	*/♦	♦	•	•	•
Nouvelle-Zélande		♦	♦				*/♦	*/♦	♦
Norvège	♦	♦	♦	♦	•	♦	•	•	•
Pologne	o	o	o	o	♦	o	♦	♦	o
Portugal	o	o	♦				o	o	o
Espagne	o	o	*/o	o	*/o	o	o	o	o
Suède	♦	♦	*/♦		♦	o	*/♦	♦	♦
Suisse	♦	♦	♦	*/♦	*/o	o	♦	♦	♦
Turquie	o	o	o	♦	♦		o	o	o
Royaume-Uni	♦	•	*/♦	♦	•	♦	•	♦	*/o
États-Unis	o	*/♦	*/♦	*/♦	*/♦	•	•	*/o	*/o
CE	*/o	*/♦		*/♦	*/o	♦	•	•	•

Légende : • = cas de pratiques exemplaires; ♦ = recommandation mineure; o = défaillances majeures exigeant une adaptation de la politique.

1. Ce tableau doit être interprété avec prudence et ne peut être considéré comme un classement de pays. On distingue cinq situations : i) cas de pratiques exemplaires; ii) politique partiellement exemplaire, avec des recommandations mineures; iii) politique donnant lieu à des recommandations mineures; iv) politique partiellement exemplaire, avec des faiblesses majeures; v) faiblesses majeures. Un espace blanc indique que les informations disponibles n'étaient pas suffisantes pour que l'on puisse tirer des conclusions.

2. Les résultats indiqués dans cette colonne s'appuient aussi sur des éléments d'appréciation tirés d'autres chapitres.

Source : OCDE (1998).

grandes entreprises. Au Canada, les aides financières en faveur de la R-D industrielle devraient être rationalisées. Il y aurait également lieu d'améliorer la coordination générale des politiques en matière d'innovation et de diffusion de la technologie dans la plupart de ces pays, y compris aux États-Unis.

En revanche, un certain nombre de pays de l'OCDE sont confrontés à la nécessité d'engager un programme de réformes ambitieuses. C'est le cas notamment des nouveaux pays Membres (Corée, Hongrie, Mexique, Pologne, République tchèque), où la structure institutionnelle des politiques d'innovation et de diffusion de la technologie est encore incomplète; de pays européens dont l'expérience dans ce domaine est moindre (Espagne, Grèce, Irlande, Portugal, Turquie); mais aussi de pays plus avancés, comme l'Autriche et l'Italie, qui se heurtent à des problèmes durables de coordination des politiques compromettant l'efficacité des actions entreprises dans tous les domaines de la politique technologique. Tous les autres pays Membres, dont le Japon et la plupart des pays européens de l'OCDE, sont dans une situation intermédiaire, et présentent chacun un profil différent quant à la répartition de leurs forces et de leurs faiblesses. Les faiblesses, par exemple en France, en Allemagne et en Suède, correspondent en partie aux rigidités du secteur de la recherche publique et aux difficultés qui en découlent pour ajuster les politiques de financement et de réglementation aux besoins du nouveau modèle entrepreneurial de production et d'utilisation des connaissances.

III. VERS UNE APPROCHE SYSTÉMIQUE ?

Étant donné que le progrès technologique dépend de la capacité, dont peuvent faire preuve les entreprises et les individus, d'investir, d'innover et de réagir rapidement à l'évolution des conditions pour dégager des bénéfices qui ne se concrétiseront parfois qu'à long terme, un cadre approprié d'action des pouvoirs publics doit avoir pour bases la cohérence et la crédibilité. A cet égard, le défi auquel sont confrontés les pouvoirs publics va au-delà de la politique technologique, et même de la politique d'innovation au sens étroit. Il inclut la nécessité de surmonter l'inertie des institutions et de résoudre les problèmes de cohésion sociale soulevés par le coût de la transition et la redistribution des revenus et des emplois, qui se fait surtout au détriment des travailleurs peu qualifiés ou de ceux dont les qualifications sont obsolètes. Pour atteindre cet objectif et atténuer les problèmes de transition, les politiques technologiques doivent s'inscrire dans une stratégie de plus grande envergure, élaborée en consultation avec les partenaires sociaux.

On rencontre en fait, dans les pays de l'OCDE, relativement peu de « pratiques exemplaires » telles qu'elles sont présentées dans le tableau 1, dans les domaines où une approche systémique tend à être une composante inhérente au succès d'une politique, à savoir le cadre institutionnel pour la formulation, la mise en œuvre et l'évaluation de la politique, ainsi que la promotion des nouvelles entreprises à vocation technologique et les politiques favorisant la croissance pour répondre à une nouvelle demande³. Dans d'autres domaines, comme la diffusion de la technologie ou la gestion de la base scientifique, où les pratiques exemplaires sont courantes, il arrive souvent qu'elles ne se traduisent pas par des performances satisfaisantes parce que leur impact est en partie conditionné par d'autres politiques. Ainsi, les efforts déployés pour que la base scientifique joue un plus grand rôle dans la croissance économique sont axés sur l'absorption des contributions scientifiques par les entreprises, et en particulier par les nouvelles petites entreprises à vocation technologique et dans les nouveaux secteurs de croissance. Le renouveau industriel résultant de la création d'entreprises et du développement de nouveaux marchés renforcera, à son tour, les effets des programmes de promotion de la diffusion de la technologie.

Dans l'ensemble, les évaluations dont on dispose quant aux politiques menées par les différents pays montrent qu'ils accordent trop d'importance aux mesures destinées à soutenir le développement de nouvelles technologies dans l'étroit segment de « haute technologie » de l'économie. Les pratiques des pays Membres en matière d'évaluation présentent des insuffisances, notamment le fait qu'elles mettent l'accent sur le rapport coût-efficacité plutôt que sur les impacts économiques, et qu'elles ne tiennent pas suffisamment compte des impacts systémiques. Le renforcement de l'approche systémique apparaît donc comme un défi majeur pour les décideurs des pays de l'OCDE. Toutefois, par rapport au traitement de chacun des secteurs pris séparément, l'étude des impacts étroitement liés d'institutions et de structures d'incitation disparates implique un programme plus ambitieux, exigeant un plus grand travail d'analyse et peut-être une conception et une mise en œuvre plus coûteuses des politiques. L'application d'une approche systémique est, en fait, associée à certains risques ou écueils. Nous examinerons ci-après trois de ces écueils : ne pas tenir compte des limitations des pouvoirs publics ; passer à côté des priorités ; et ne pas savoir faire la distinction entre les enseignements généraux et ceux qui sont spécifiques à un contexte ou à un pays.

Il existe, premièrement, un lien étroit entre la détermination de la justification d'une politique et ce que l'on peut raisonnablement attendre des pouvoirs publics en termes de capacité de recueillir les informations, de les traiter et d'agir en conséquence. Il ne fait pas de doute que, s'agissant de l'emploi de ces moyens, les capacités des pouvoirs publics soient limitées, et les coûts d'opportunité élevés. Les limitations peuvent se rattacher à des causes diverses, et par exemple la compétence des fonctionnaires (c'est souvent le cas pour ce qui est de

l'expérience directe et de la compréhension du secteur privé), le temps dont ils disposent, et l'influence des droits acquis.

Il importe, deuxièmement, compte tenu des limitations des moyens des pouvoirs publics, de déterminer les priorités. On ne devrait pas demander aux pouvoirs publics de prendre toutes les mesures théoriquement rentables ou de les prendre toutes à la fois. L'extension du champ d'action des pouvoirs publics a pour effet de solliciter à l'extrême leur capacité administrative et de réduire leur capacité de mettre en œuvre correctement les diverses mesures. Dans une approche systémique, il est particulièrement important d'établir une liste hiérarchisée des questions dont la solution est considérée comme très importante et très urgente, ainsi que des questions que l'intervention des pouvoirs publics serait susceptible de résoudre de la manière la plus efficace, car une telle démarche pourrait déboucher sur un éventail de suggestions de modifications des politiques.

Troisièmement, l'approche systémique soulève des questions en rapport avec la généralisation des principes d'action des pouvoirs publics et des enseignements à en tirer. On ne doit pas négliger les conditions spécifiques à chaque pays, du moins pour ce qui concerne les aspects suivants :

- Les objectifs des politiques sont influencés par les problèmes particuliers auxquels doit faire face chaque pays. Il existe bien certaines caractéristiques communes dans l'ensemble des pays de l'OCDE, mais également des différences considérables dans les *performances* sur les plans de la croissance, de la productivité, de la création d'emplois, de la création de nouvelles entreprises, de la restructuration industrielle, etc.
- La détermination des moyens d'intervention les plus pertinents et les plus efficaces est influencée par les caractéristiques propres à chaque pays en termes de *mécanismes* sous-tendant l'innovation, de diffusion de la technologie, et de processus étroitement liés comme le changement organisationnel et l'amélioration des qualifications de la main-d'œuvre.
- Les caractéristiques propres à chaque pays influencent les *enseignements* qu'il peut tirer de l'expérience d'autres pays.

L'importance des caractéristiques propres à chaque pays se manifeste encore plus, dans les politiques en rapport avec la technologie, qu'il ne pourrait paraître à première vue. De toute évidence, il est presque toujours souhaitable de parvenir à augmenter la croissance, la productivité de la main-d'œuvre ou le nombre d'emplois. Toutefois, comme on l'a déjà noté, les pays doivent faire face à des ensembles spécifiques de forces et de faiblesses. A la fin des années 90, par exemple, les États-Unis et le Royaume-Uni connaissent des problèmes critiques pour l'absorption rapide des découvertes scientifiques dans les industries à vocation scientifique. D'autres pays, comme le Japon et la Corée, ont une bonne

capacité d'adaptation aux technologies existantes, mais de sérieux problèmes sur le plan de la recherche fondamentale. Dans des pays comme l'Australie, le Canada, le Danemark, la Finlande et la Norvège, les problèmes se rapportent à l'augmentation du contenu de connaissances des grappes d'industries grandes consommatrices de ressources. En Allemagne, aux Pays-Bas, en Suède et en Suisse, les défis résultent de l'internationalisation rapide de la R-D dans les grandes entreprises. Ce dernier point sera examiné plus avant dans la section suivante.

Les différences entre pays sont bien réelles. Toutefois, la désignation fragmentaire des défaillances du marché ou des pouvoirs publics comme justification des politiques signifie que les décideurs s'imposent comme limite de ne pouvoir interpréter les situations que sur la base de principes généraux. En revanche, le recours à une approche systémique suppose que l'on s'efforce de comprendre et de mesurer les interactions entre un éventail de questions et de mécanismes qui, par définition, seront plus ou moins spécifiques au contexte. Très souvent, comme on l'a montré plus haut, une telle approche permettra aux pouvoirs publics d'intervenir plus à propos et de manière plus efficace. Dans le même temps, on ne doit pas retenir comme postulat qu'une approche systémique est toujours aussi souhaitable, quels que soient les défis à relever. De surcroît, tous les pays ne sont pas également prêts à la gérer ou capables de le faire. Si l'on en juge par le tableau 1, la Finlande, le Canada, les Pays-Bas et, à certains égards, la Commission européenne semblent les plus avancés pour ce qui concerne le cadre institutionnel. Les États-Unis et le Royaume-Uni semblent les mieux à même d'éviter les écueils grâce à leur approche relativement approfondie de l'évaluation. Enfin, on répétera que, alors que l'expérience acquise en adoptant les principes des défaillances du marché et des pouvoirs publics est facilement transférable d'un pays à un autre, il est plus difficile, dans le cas d'un cadre systémique, de tirer des enseignements de l'expérience d'autres pays.

IV. LA DIMENSION INTERNATIONALE

La dimension internationale ajoute de nouvelles perspectives à une approche systémique. La mondialisation des échanges, des investissements et des flux de connaissance réduit le champ des politiques « nationales » en matière de technologie et d'innovation. Les producteurs ont de plus en plus souvent des clients dans plusieurs pays; les facteurs de production s'exportent à l'étranger, et il peut y avoir des retombées prenant la forme d'externalités, tant positives (par exemple quand les gains procurés par un investissement dans la création de

connaissances ou par une croissance plus forte se font sentir au-delà des frontières nationales) que négatives (quand par exemple les coûts des dommages causés à l'environnement sont en partie supportés par d'autres pays). Pour toutes ces raisons, les politiques purement nationales peuvent être inefficaces ou avoir des effets indésirables.

Dans la mesure où la mondialisation crée des laissés pour compte, on peut penser que le processus politique va conduire à des demandes de mesures domestiques de riposte (par exemple contre la délocalisation des emplois ou de la R-D). On devra toutefois veiller à ce que les stratégies résultantes n'aient pas pour conséquence un jeu à somme négative qui diminue le stock de connaissances disponibles au plan international (ou exploitables au plan national). Il appartient aux responsables de mettre en place des conditions qui permettent une complémentarité entre une internationalisation accrue des flux de connaissances et les capacités nationales d'innovation.

On relève dans la littérature des opinions divergentes quant aux conditions de création d'une telle complémentarité. Selon Porter (1990), par exemple, un pays devrait concevoir une politique pouvant contribuer à poursuivre l'exploitation et la modernisation d'atouts spécifiques déjà créés au sein de « grappes industrielles », en tirant parti des forces principales des systèmes nationaux d'innovation. Reich (1991) a souligné l'importance d'une population active qui soit capable d'exploiter des ressources mobiles, et d'attirer ainsi des moyens de production internationaux plus ou moins sans attaches. D'autres voies du même ordre sont possibles : création d'entreprises de sous-traitance souples, d'instituts technologiques adaptables ou de systèmes de salaires/rémunération capables d'attirer ce type de ressources.

En pratique, il n'est ni possible ni souhaitable de prescrire une stratégie unique et générale pour conserver ou attirer des capacités de production novatrices. Les avantages comparatifs sont naturellement différents d'un pays à l'autre ; de même, ils ne possèdent pas tous autant de moyens ou de conditions susceptibles d'attirer les entreprises mobiles. Du point de vue de l'action des pouvoirs publics, un élément est peut-être plus préoccupant, à savoir celui de la mesure dans laquelle les pays diffèrent dans leur capacité de produire de manière durable sur la base d'une concurrence des prix et d'une augmentation des rendements d'échelle. Exception faite des activités novatrices à forte intensité de savoir déjà en cours dans un pays, la taille de l'économie, son caractère ouvert et son niveau de développement, et même son patrimoine culturel peuvent influencer sa capacité de préférer diverses activités économiques.

Ainsi, la taille du pays est un facteur important, en partie parce que le développement d'une nouvelle technologie est généralement associé à des économies d'échelle dues, par exemple, à une asymétrie de l'information et des coûts qui permettent de contrôler la qualité ou la diffusion de la technologie

(Ethier, 1986; Horstmann et Markusen, 1987). Dans un monde composé de marchés nationaux segmentés, les entreprises implantées dans des pays relativement grands peuvent bénéficier d'avantages dans la création de technologie. Un grand marché intérieur permet aux sociétés de se développer plus facilement, et offre une place à un plus grand nombre d'entreprises qui peuvent produire et tirer parti d'économies externes se renforçant mutuellement, ces économies étant associées à l'amélioration des compétences de la main-d'œuvre, aux institutions d'enseignement, à la capacité des institutions financières d'évaluer la technologie, à la qualité des services publics, etc. Un grand pays peut par conséquent jouir d'un avantage comparatif dans la stimulation d'activités où interviennent des économies d'échelle et de gamme, tandis que les petits pays se spécialisent dans une production basée sur des rendements d'échelle constants. Selon Krugman (1991a; 1991b) la libéralisation favorise en outre la création de savoir dans les pays relativement grands, parce que l'avantage compétitif inhérent à la taille du marché leur assure une plus grande part de marché sur les marchés intégrés.

De nombreux éléments empiriques démontrent cette différence associée à la taille du pays. Traditionnellement, les dépenses de R-D ont été concentrées dans les grands pays industriels. C'est ainsi qu'en 1985, 91 pour cent des activités de R-D de la zone de l'OCDE avaient pour cadre les sept grands pays de l'OCDE (G7), dont le PIB représentait 84 pour cent du total. D'autre part, plusieurs pays de taille relativement petite, comme la Suède, la Suisse, les Pays-Bas et la Finlande, comptent parmi ceux ayant la plus forte intensité de R-D du monde. Pour ces pays en particulier, toutefois, la mondialisation de la base de production par le biais d'investissements directs à l'étranger est l'un des facteurs clés expliquant leur forte intensité de R-D (Andersson, 1998).

On admet communément que la R-D prend la forme d'un bien public dans le cadre d'une entreprise, ce qui signifie que ses résultats peuvent être exploités n'importe où au sein de l'organisation, indépendamment du lieu où cette activité est conduite, et de son éloignement. A condition que les transferts de technologie ne soient pas assortis de coûts excessifs, et en présence d'économies d'échelle au niveau de l'installation ou de difficultés de coordination de la R-D menée en des points dispersés sur le plan géographique, la R-D se concentrera en un lieu unique ou en un nombre restreint de sites. Le pays d'origine est généralement en bonne position, comme en témoignent les statistiques relatives aux brevets. Cette observation concerne tout spécialement les grands pays comme l'Allemagne, les États-Unis, la France, l'Italie et le Japon. Des liaisons durables ont été très souvent établies entre les éléments d'actif des entreprises multinationales (MNC) et les caractéristiques des institutions de leur pays d'origine; elles s'appliquent aux systèmes d'enseignement, aux pratiques relatives aux marchés publics, aux réseaux informels entre les entreprises, etc. Il faudra probablement, pour que la R-D menée à l'étranger soit efficace, consacrer des coûts fixes à l'apprentissage

de la maîtrise de conditions différentes, coûts qui deviennent irrécupérables dans cet environnement spécifique.

La R-D menée dans les petits pays ne résulte pas simplement de l'internationalisation. On retient comme hypothèse que l'existence même des MNC dépend d'éléments d'actifs spécifiques à l'entreprise, parmi lesquels la R-D, qui ne peuvent pas facilement faire l'objet d'échanges dans des conditions normales (Dunning, 1977 ; Caves, 1982). On peut s'attendre à une relation simultanée ; des dépenses élevées de R-D favorisent le développement des MNC lequel, à son tour, soutient la R-D. Rares sont les petits pays où les entreprises se sont lancées dans un développement et une internationalisation de la connaissance se renforçant mutuellement.

Même lorsque de tels processus ont été mis en place, on ne peut pas tenir pour certain que les MNC concentreront leurs activités de R-D au sein de l'économie de leur pays d'origine. Un transfert total de technologie n'est ni possible ni souhaitable, même au sein des réseaux d'une MNC. Si on les compare à un échange dans des conditions normales, il est probable que les transferts internes de technologies présenteront une différence de degré plutôt que de nature. Des études empiriques ont constaté que lorsque le transfert de technologie s'effectue au sein d'une entreprise plutôt qu'entre des sociétés distinctes, le délai est plus court (Mansfield et Romeo, 1980 ; McFetridge, 1987). La conclusion de Davidson et McFetridge (1985) est que l'échange de technologie a d'autant plus de probabilités d'être internalisé qu'il est plus proche de l'activité principale du groupe auquel appartient la société.

Il existe aujourd'hui une nette tendance à la mondialisation des marchés des biens et des facteurs, qui sera suivie d'une mondialisation des activités créatrices de savoir (Reger, 1998). On a observé une rapide internationalisation de l'activité dans le domaine des brevets, notamment pour les entreprises des petits pays (Belgique, Pays-Bas, Suisse) et au Royaume-Uni, où sont installées un certain nombre de sociétés ayant des activités dispersées dans le monde entier. S'agissant de la R-D menée à l'étranger, on a des raisons de penser que l'évolution conduit à s'éloigner des besoins du marché local et à établir des centres de compétence effectuant la R-D pour l'ensemble de la société. Dans les MNC américaines du secteur manufacturier, la part de la R-D menée à l'étranger est passée de 6 pour cent en 1970 à environ 10 pour cent en 1989. Pour ce qui concerne les MNC allemandes, le personnel employé dans la R-D à l'étranger a augmenté plus rapidement que l'emploi total à l'étranger (CNUCED, 1992). Ici aussi, toutefois, ce sont les MNC basées dans les petites économies qui ont enregistré la croissance la plus rapide en matière de R-D menée à l'étranger : les MNC suédoises et finlandaises ont affiché des augmentations allant d'environ 15 pour cent au milieu des années 80 à 25 et 29 pour cent respectivement au début des années 90. Parallèlement, les deux pays ont affiché de mauvaises

performances industrielles sur le plan intérieur, et la Suède en particulier a enregistré de mauvais résultats dans le domaine de la production à forte intensité de savoir. Du point de vue du pays d'origine, l'internationalisation de la R-D réduit la concentration de R-D menée par les entreprises nationales à l'intérieur du pays, ce qui s'accompagne d'un risque de démantèlement de la capacité d'innovation du pays d'origine.

Observées du point de vue du pays hôte, les entreprises nationales ont, dans la plupart des pays de l'OCDE (par exemple l'Allemagne, le Canada, la France, les Pays-Bas, le Royaume-Uni et la Suède), une plus forte intensité de R-D que celles qui sont affiliées à une entreprise étrangère. Dans quelques pays, toutefois, l'intensité de R-D est à peu près équilibrée (États-Unis, Finlande, Japon), tandis qu'elle est plus forte dans les entreprises affiliées à une entreprise étrangère en Australie et en Irlande. La R-D étrangère est attirée aux États-Unis par la qualité des institutions de recherche, tandis que la localisation de la R-D en Irlande est davantage motivée par le besoin de moderniser et d'adapter les produits et les processus. Aux États-Unis, la R-D provenant de l'étranger commence à étendre les interactions du savoir, déjà intensives, mais constitue également une source de sortie de connaissance. En Irlande, la R-D provenant de l'étranger constitue un moteur de premier plan dans le processus de rattrapage technologique.

La visible importance des MNC dans le domaine de la création et de la production de savoir dans les petites économies qui ont acquis une forte position dans ce domaine, ainsi que la tendance particulièrement marquée des MNC à internationaliser la R-D à un rythme rapide, suscite des interrogations quant à la mesure dans laquelle la création de savoir est en train de se concentrer dans les grandes économies. Alors que l'internationalisation de la production peut permettre aux petits pays de se trouver sur un pied d'égalité avec les grandes économies, la poursuite de l'internationalisation de la base de connaissance est-elle en train de miner les capacités concurrentielles des petits pays en matière de création et de production de savoir ?

Une telle conclusion est loin d'être certaine, pour plusieurs raisons. On ne peut pas tenir pour acquis que les petits pays seront confrontés à des difficultés croissantes dans la concurrence pour la création de savoir, même si l'évolution vers une intensité relativement plus forte de ces activités dans les grandes économies devait se poursuivre. La R-D menée à l'étranger renforce la capacité des entreprises d'accroître leurs ventes à l'étranger, d'élargir l'ensemble de leurs ressources et de leurs investissements, et d'absorber plus efficacement la technologie étrangère. L'analyse de données spécifiques à des entreprises, en Suède et en Finlande, a montré qu'une augmentation de la R-D menée à l'étranger peut s'expliquer par la nécessité de surmonter le coût du transfert de la technologie depuis le pays d'origine, mais le tableau apparaît plus complexe lorsqu'il s'agit de déterminer si cette tendance s'accroît à mesure que la sophistication technique

augmente ou si la R-D menée à l'étranger se substitue aux travaux de recherche menés dans le pays d'origine ou les complète, ce qui n'apporte aucun soutien à l'idée d'un désavantage inhérent des petits pays en matière de création de savoir (Andersson, 1998 ; Åkerblom, 1994).

Par ailleurs, la diffusion de la technologie intégrée aux biens d'équipement et aux biens intermédiaires a vu son importance augmenter vis-à-vis de la R-D directe, tout comme, dans de nombreux pays, les flux en provenance de l'étranger, encore que dans des grands pays comme l'Allemagne, les États-Unis et le Japon, les flux intérieurs de R-D intégrée l'emportent encore sur les flux provenant de l'extérieur (OCDE, 1996). Alors que la fourniture de technologie est concentrée dans quelques secteurs de haute technologie, l'utilisation de la technologie intégrée est largement répandue, et elle augmente considérablement le « contenu technologique » de secteurs traditionnellement considérés comme de « faible » ou de « moyenne » technologie. Dans de nombreux pays, les enquêtes sur l'innovation ont montré que les trois voies les plus importantes, en matière de transferts de technologie, étaient l'équipement, les relations client-fournisseur, et le recrutement de personnel qualifié. Les États-Unis, en particulier, constituent la source de substantielles retombées internationales de la R-D, amplifiées par des IED provenant d'autres pays. Dans une étude concernant 22 pays et portant sur la période 1971-90, Lichtenberg et Van Pottelsberghe de la Potterie (1996) ont en fait constaté que les investissements directs à l'étranger contribuaient davantage aux transferts de technologie (par le biais des approvisionnements) que les investissements étrangers directs.

Alors que c'est en premier lieu le marché qui joue le rôle de médiateur dans les mécanismes de diffusion de la technologie, l'approche systémique fait porter l'attention sur un certain nombre de mesures que peuvent prendre les pouvoirs publics pour faciliter l'instauration de conditions plus favorables : renforcer la capacité d'absorption des entreprises nationales, et en particulier les PME, en leur fournissant par exemple des moyens et un soutien pour la formation professionnelle ; attirer les IED et la technologie en favorisant les gains résultant d'une synergie avec l'industrie et les institutions de recherche nationales ; adopter des incitations compatibles avec le marché pour améliorer les conditions de la recherche et accroître la mobilité des chercheurs, y compris en attirant des chercheurs étrangers ; adopter des pratiques en matière de marchés publics et des programmes relatifs à la qualité des pouvoirs publics susceptibles d'influer sur le développement de services de conseil – l'un des mécanismes du transfert de technologie.

Les pouvoirs publics ont, de même, une importante responsabilité conjointe, celle de faciliter les transferts internationaux de savoir, et peuvent par exemple développer à cet effet une reconnaissance mutuelle des niveaux des connaissances acquises dans l'enseignement, promouvoir la coopération technologique

internationale, servir de catalyseurs à la collaboration internationale souhaitable en matière de technologie par le biais des marchés publics, etc. A cet égard, la justification de la politique technologique et d'innovation dans un pays peut être étroitement liée aux politiques menées dans d'autres pays. Une plus grande ouverture à la coopération technologique internationale dans un pays peut encourager l'ouverture ailleurs, s'accompagnant de gains réciproques accrus. Le cinquième Programme-cadre de la Commission européenne constitue un exemple d'importante initiative dans ce domaine.

V. PRINCIPES DE MISE EN ŒUVRE RATIONNELLE

Sur cette base, tous les pays de l'OCDE sont confrontés à d'importantes questions de fond en rapport avec la technologie, et les considérations systémiques y apparaissent partout comme pertinentes. Il est important d'aborder les problèmes et les difficultés inhérents à une telle approche, dont la caractéristique fondamentale réside toutefois dans l'incorporation de moyens permettant de déterminer dans quelle mesure l'effet de levier de l'action des pouvoirs publics peut être renforcé par la mise en œuvre de mesures se renforçant mutuellement, qu'elles relèvent d'un domaine d'action particulier ou de domaines disparates. Il ne s'agit pas ici, comme cela aurait été le cas dans une approche basée sur la défaillance du marché, de faire en sorte que les pouvoirs publics agissent davantage, qu'ils deviennent plus interventionnistes ou qu'ils assument une plus grande responsabilité dans l'économie. En fait, pour que les pouvoirs publics soient capables de recenser les liaisons réciproques essentielles et d'y réagir, ils doivent perfectionner leur capacité de déterminer non seulement ce qu'ils doivent faire, quand et comment ils doivent le faire, mais aussi ce qu'ils ne doivent pas faire.

Une approche systémique doit reposer sur une coordination globale des politiques, accompagnée d'un démantèlement des empires contre-productifs que se bâtissent les responsables de différents domaines au sein des pouvoirs publics. Cet aspect est lié à celui de l'élaboration des méthodes et des pratiques d'évaluation : de nombreuses mesures des pouvoirs publics devraient être conditionnées par l'application de méthodes d'évaluation acceptables. Comme l'adoption d'une approche systémique met en évidence ce besoin, elle peut contribuer à faire prendre davantage conscience de la valeur fondamentale des précautions contre les défaillances des pouvoirs publics, dont un exemple serait le fait que des institutions privilégient leurs propres intérêts particuliers. Il devrait en résulter une exigence de transparence plus clairement exprimée, un soutien à des « audits », et l'établissement d'une valeur de référence internationale concernant

la manière dont l'organisation et la formulation des politiques se rattachent au comportement et aux performances économiques, renforçant un processus critique d'auto-examen au sein des pouvoirs publics.

Mise en œuvre de manière adéquate, une approche systémique devrait se traduire par une demande plus explicite de recommandations aussi universelles et transparentes que possible. Le respect et l'application de certains principes généraux présentent des avantages évidents ; on peut citer, parmi ces principes, la prise en compte des incidences des politiques sur les structures d'incitation, l'application du concept d'additionnalité, la prise en compte des effets sur l'ensemble de l'économie, etc. (voir également OCDE, 1997). Les perspectives d'une coordination productive des politiques entre divers pays seront, par exemple, facilitées par la transparence et par une terminologie et une logique communes dans les approches suivies. D'autre part, des conclusions générales portées trop loin ne s'appliqueraient qu'à un modèle stylisé inexistant. Les principes de base concernant la justification des politiques doivent être traduits en une série de priorités et d'instruments en vue de mesures concrètes. Une approche systémique exige donc que l'on établisse un équilibre entre ce qui est d'application spécifique et ce qui est d'application générale, que l'on distingue les niveaux et les types de principes ou de connaissances qui pourraient s'appliquer à peu près à toutes les économies, indépendamment des cadres institutionnels, de ceux qui s'appliquent uniquement dans un contexte spécifique.

Une approche systémique exige la mise en œuvre de mécanismes adéquats de coordination entre les ministères et d'autres autorités publiques clés. Des systèmes appropriés d'incitation sont nécessaires à l'organisation d'une telle coordination, qui doit être activement soutenue aux plus hauts échelons des pouvoirs publics. On peut utiliser de manière créative des pressions financières, qui serviraient d'aiguillon à un changement dans la gestion des affaires publiques, et encourager l'adoption de mécanismes d'évaluation conçus pour induire des comportements novateurs. En outre, les parties concernées devraient être associées à la formulation des politiques, sans pour autant permettre à celles qui sont proportionnellement trop bien organisées de dominer le processus. Le Danemark, les États-Unis, la Finlande, les Pays-Bas et le Royaume-Uni sont à l'avant-garde dans ce domaine. De nouvelles formes d'interaction avec le secteur privé ont contribué à dynamiser les systèmes de recherche et à établir de meilleures liaisons entre ces systèmes et les buts économiques et sociaux, en Allemagne, aux États-Unis et aux Pays-Bas, par exemple, ainsi que dans le cadre du nouveau Plan d'action pour l'innovation de l'Union européenne.

Comment donc peut-on réaliser de meilleures performances ? Dans une certaine mesure, la capacité de progrès peut dépendre de la volonté politique de faire passer des décisions difficiles, de prendre en charge les coûts de transition associés et de faire la preuve de résultats positifs. Dans certains pays, une

situation de crise a contribué à mobiliser le soutien à une réforme de grande ampleur (Finlande, Japon). L'une des stratégies possibles consiste à commencer par les mesures qui semblent les plus faciles à réaliser, unanimement acceptées et dont les effets seront sans doute les plus évidents. Lorsque ces mesures sont en place depuis un certain temps et que leurs effets ont été évalués, il est possible de procéder aux ajustements nécessaires et de s'attaquer à des décisions plus délicates. Les politiques de la science et de la technologie en Finlande, en Islande, au Japon et aux Pays-Bas ont su évoluer en ce sens. Même là où des politiques de type « *big bang* » ont été introduites, la politique technologique a en général évolué progressivement sur plusieurs décennies (par exemple en Nouvelle-Zélande).

Quelle que soit la voie choisie, il convient de comprendre parfaitement les potentialités et les risques d'une approche systémique. Tous les pays pourraient retirer des avantages d'une adoption plus généralisée au plan international d'ensemble de politiques qui ne seraient pas limitées à des politiques technologiques ponctuelles, mais qui contribueraient à localiser avec précision les goulots d'étranglement et les contradictions clés faisant obstacle à un dynamisme accru dans la zone de l'OCDE. Le risque de faire fausse route et le coût que cela entraînerait peuvent être réduits grâce à une participation active de forums bien établis dans le domaine des échanges organisés d'information et d'expérience entre les pays, tels que l'OCDE. Il est ainsi possible d'échanger des connaissances, du moins sur les mesures dont il a été établi qu'elles étaient utiles ou inutiles dans des contextes spécifiques. De tels forums peuvent aussi contribuer à mettre en garde contre le choix de mesures ou d'institutions ne correspondant pas aux besoins ainsi qu'à faciliter des interventions conjointes des pouvoirs publics (sur une base régionale, par exemple, comme au sein de l'Union européenne).

VI. CONCLUSION

En résumé, il peut très bien y avoir à la fois défaillance du marché, défaillance des pouvoirs publics et défaillance systémique, et les responsables doivent prêter attention à toutes. Chacune présente des limitations et des écueils, et la non-prise en compte de l'une d'elles est susceptible de diminuer l'efficacité de la politique à l'égard de l'innovation et de la diffusion de la technologie. La défaillance du marché reste le fondement de la politique technologique dans de nombreux domaines, tandis qu'il est essentiel de prendre en compte les défaillances des pouvoirs publics pour limiter les risques d'intervention coûteuse. Dans le

même temps, les facteurs qui façonnent le progrès technologique nécessitent de plus en plus des stratégies qui répondent aux risques de défaillance systémique et assurent la cohérence entre les institutions et les structures d'incitation destinées à favoriser l'innovation. Plutôt que de se concentrer sur les améliorations ponctuelles, les pouvoirs publics doivent optimiser les contributions apportées par l'innovation et la diffusion technologique à l'ensemble de l'économie.

Une stratégie efficace devra comporter des dispositions permettant de faire face aux risques potentiels d'une approche systémique : surestimer la capacité des pouvoirs publics, perdre de vue les priorités, ou ne pas respecter l'équilibre entre les mesures spécifiques et celles plus généralement applicables. L'adoption d'une approche systémique peut toutefois augmenter la demande de transparence, de pratiques d'évaluation détaillées et de structures d'incitation dans le cadre du processus de décision, assurant une cohérence et une crédibilité accrues. Les forums établis pour les échanges d'information, et l'évaluation méthodique des performances antérieures, peuvent aider les pays à mettre en œuvre de manière efficace la perspective systémique, particulièrement nécessaire à l'élaboration des politiques.

NOTES

1. Le fondement de cette approche trouve ses racines dans les concepts de systèmes nationaux d'innovation et dans les conditions générales appropriées. Voir également OCDE (1998).
2. L'étude a également abordé des domaines évoqués par le G7 lors du sommet sur l'emploi, à Lille : conditions relatives aux entreprises très performantes, investissements immatériels et, dans une moindre mesure, interaction entre la politique macroéconomique et la politique structurelle. Ce travail a été entrepris sous l'égide d'un « Groupe conjoint d'experts », composé de membres des trois principaux comités relevant de la Direction de la science, de la technologie et de l'industrie. Les travaux sur l'évaluation des actifs immatériels ont été entrepris conjointement avec la Direction de l'éducation, de l'emploi, du travail et des affaires sociales, cependant que la coopération avec le Département de l'économie contribuait aux travaux sur l'interaction entre la politique macroéconomique et la politique structurelle.
3. Voir OCDE (1998) pour la méthodologie et les définitions des « pratiques exemplaires ».

BIBLIOGRAPHIE

- ANDERSSON, T. (1998), « Internationalization of Research and Development and Implications for a Small Economy », à paraître, *Economics of Innovation and New Technology*.
- ÅKERBLUM, M. (1994), « Internationalization of R-D in Finnish Multinational Firms », document de travail, Statistics Finland.
- CAVES, R.E. (1982), *Multinational Enterprise and Economic Analysis*, Cambridge University Press, Cambridge.
- CNUCED (1992), *World Investment Report 1992. Transnational Corporations and Engines of Growth*, New York.
- DAVIDSON, W.H. et D.G. McFETRIDGE (1985), « Key Characteristics in the Choice of International Technology Transfer », *Journal of International Business Studies*, 15, pp. 5-21.
- DUNNING, J.H. (1977), « Trade, Location of Economic Activity and the MNE: A Search for an Eclectic Approach », dans B. Ohlin, P.O. Hesselborn et P.M. Wijkman (éd.), *The International Allocation of Economic Activity: Proceedings of a Nobel Symposium held in Stockholm*, Macmillan, Londres, pp. 395-418.
- ETHIER, W. (1986), « The Multinational Firm », *Quarterly Journal of Economics*, vol. 101.
- HORSTMAN, I. et J. MARKUSEN (1987), Licensing vs. Direct Investment: A Model of Internationalization by the MNE, *Canadian Journal of Economics*, pp. 464-81.
- KRUGMAN, P. (1991a), « Increasing Returns and Economic Geography », *Journal of Political Economy*, 99, pp. 483-500.
- KRUGMAN, P. (1991b), *Geography and Trade*, MIT Press, Cambridge, MA.
- LICTENBERGH, F. et B. van POTTELSBERGHE de la POTTERIE (1996), « International R-D Spillovers : A Re-examination », documents de travail NBER n° 5668, Cambridge, MA.
- McFETRIDGE, D.G. (1987), « The Timing, Mode and Terms of Technology Transfer: Some Recent Findings », dans A.E. Safarian et G.Y. Bertin (éd.), *Multinationals, Governments and International Technology Transfer*, Croom Helm, Londres.
- OCDE (1996), *Technologie, productivité et création d'emplois : Rapport analytique*, Paris.
- OCDE (1997), « Technologie, productivité et création d'emplois – Vers des politiques exemplaires », memorandum non publié, Paris.

- OCDE (1998), *Technologie, productivité et création d'emplois – politiques exemplaires*, Paris.
- PORTER, M.E. (1990), *The Competitive Advantage of Nations*, Free Press, New York.
- REGER, G. (1998), « L'évolution des stratégies de R-D des entreprises transnationales : un défi pour les politiques nationales de l'innovation et de la technologie », *Revue STI* (voir ce numéro), OCDE, Paris.
- REICH, R.B. (1991), *The Work of Nations : Preparing Ourselves for 21st Century Capitalism*, Knopf, New York.
- ROMER, P.M. (1987), « Growth Based on Increasing Returns Due to Specialization », *American Economic Review*, 77, pp. 55-62.
- VENABLES, A. (1987), « Trade and Trade Policy with Differentiated Products: A Chamberlinian-Ricardian Model », *Economic Journal*, 97, pp. 700-717.

LES POLITIQUES TECHNOLOGIQUES DANS LES MODÈLES NÉOCLASSIQUES ET STRUCTURALISTES-ÉVOLUTIONNISTES

TABLE DES MATIÈRES

Résumé	34
I. Deux visions de l'économie	34
II. Types de politiques	46
III. La politique vue à travers l'optique néoclassique	48
IV. La vision structuraliste-évolutionniste de la politique	51
V. Relations entre ces deux conceptions	60
VI. Évaluation des politiques	69
Notes	79
Bibliographie	82

Cet article a été rédigé par Richard G. Lipsey de l'Université Simon Fraser, Vancouver, Canada (e-mail : rlipsey@sfu.ca), et Kenneth Carlaw de l'Université Simon Fraser, Department of Economics, Burnaby, B.C., Canada (e-mail : carlaw@sfu.ca). L'article se fonde en grande partie sur trois autres articles par les mêmes auteurs (Lipsey et Carlaw, 1996; Lipsey et Carlaw, à paraître en 1998; et Lipsey, Bekar et Carlaw, à paraître en 1998).

RÉSUMÉ

Dans ce rapport, nous comparons et nous opposons les implications en termes de politique des visions néoclassiques et structuralistes-évolutionnistes du monde. Nous soutenons que, si elles ne sont pas toujours diamétralement opposées, ces deux visions conduisent néanmoins à des conflits majeurs au niveau des politiques conseillées, conflits qui ne peuvent être résolus qu'en choisissant entre les deux. Nous présentons quelques-unes des politiques importantes que suggère la vision structuraliste-évolutionniste. Nous illustrons ensuite les différences bien réelles et importantes entre les deux approches par une brève description des évaluations différentes d'un programme canadien, the *Industrial Research Assistance Program* (IRAP), qui ont été faites par d'éminents économistes des deux camps. Dans une étude que nous réalisons actuellement pour Industry Canada, nous créditons ce programme d'un succès manifeste selon les critères structuralistes. A notre avis, ce programme constitue assurément l'une des politiques technologiques les plus réussies qu'ait connues le Canada. Pourtant, les partisans de la vision néoclassique le critiquent et voudraient l'abolir. Entre les deux, il ne s'agit nullement d'une différence minime d'accent, mais plutôt d'une différence majeure de nature. Enfin, nous suggérons quelques critères pouvant être utilisés pour évaluer les politiques ciblées et les politiques « fourre-tout » lorsqu'on ne dispose pas d'informations directes sur leurs résultats.

I. DEUX VISIONS DE L'ÉCONOMIE

Les deux visions de l'économie sont la vision néoclassique et la vision structuraliste-évolutionniste. Comme on le constate notamment dans certains documents de l'OCDE, d'aucuns sont très tentés de ne voir dans ces deux visions que deux façons légèrement différentes d'observer la même réalité, dont chacune se focalise sur des aspects différents. Il n'en est rien. Ce sont deux visions alternatives et ceux qui voudraient recourir à la théorie pour éclairer leurs décisions politiques doivent bien souvent choisir entre les deux¹. Dans cette section, nous entrerons sans doute un peu plus dans le détail que ce que le lecteur pourrait juger nécessaire car une grande partie de ce qui viendra ensuite dépend de comparaisons et d'oppositions détaillées entre les deux visions.

Dans le modèle néoclassique, que nous connaissons bien, la concurrence fait référence non pas à un processus mais à un état final qui, si la concurrence est parfaite, donne un équilibre optimum unique. Les écarts par rapport à cet optimum sont dus aux défaillances du marché dont l'élimination définit pleinement la tâche incombant à la politique. Au contraire, dans les modèles évolutionnistes, la concurrence fait référence à un processus dans lequel les entreprises s'efforcent de se différencier en dégagant davantage de profits et qui généralement n'aboutit pas à un équilibre, encore moins à un équilibre optimum unique². S'ils ne permettent pas d'établir un ensemble de politiques de maximisation du bien-être déterminées scientifiquement, les modèles structuralistes peuvent aider à l'élaboration de jugements bien informés sur les domaines dans lesquels les chances d'une intervention utile sont relativement grandes.

Théories néoclassiques

Les analyses traditionnelles des succès du marché, de ses défaillances et des raisons qui conduisent les pouvoirs publics à adopter des politiques interventionnistes, sont généralement effectuées selon les modèles néoclassiques du type de ceux formalisés par Arrow et Debreu. Nous étudions ci-après cinq des caractéristiques qui définissent ces modèles.

Maximisation des comportements – Tous les agents maximisent leur comportement ce qui implique, entre autres choses, que toutes les situations s'écartant d'une prévision parfaite peuvent être considérées comme des *risques de problèmes*. Deux individus ayant les mêmes goûts et les mêmes talents, confrontés au même choix entre deux modes d'action alternatifs et en possession du même jeu complet d'informations choisiront la même solution, à savoir celle qui maximise la valeur escomptée de leur bien-être net.

Un équilibre unique – Les modèles néoclassiques standards représentent un équilibre unique, concurrentiel, de maximisation du bien-être, se caractérisant par une technologie et par des goûts constants. Dans une économie standard fondée sur le bien-être, les nombreuses conditions annexes à remplir pour éliminer la possibilité de la non-existence d'un équilibre, ou de l'existence d'équilibres multiples, sont supposées remplies.

La technologie reste en coulisses – Habituellement, les détails de la technologie ne font pas l'objet d'une modélisation explicite. Au contraire, l'influence de la technologie est saisie dans la forme des fonctions de production pertinentes qui détermine les flux de produits résultant de facteurs de production donnés. Dans une analyse microéconomique, la structure du capital qui fournit les intrants des services tirés du capital n'est pas explicitée. De même, du fait de la maximisation, toute unité dépensée au titre d'une activité, notamment de la R-D, crée la même valeur marginale escomptée, quel que soit l'endroit où la dépense est effectuée.

Le changement technologique n'est visible que par ses résultats – Du fait que la technologie n'est pas modélisée de manière explicite, le processus et la structure du changement technologique ne sont observables que par ses résultats. Ces résultats sont des changements qui touchent à tout le moins la nature des facteurs de production, la fonction de production ou le « Solow residual » (lorsque des facteurs de production donnés entrant dans une fonction de production donnée produisent des résultats différents).

Aucune structure économique explicite – Les modèles néoclassiques types ne comportent aucune modélisation explicite de la structure économique au sens que nous lui donnons dans la suite de ce rapport. Bien que de nombreux économistes néoclassiques se soient intéressés aux institutions et que des branches spécifiques de la théorie néoclassique modélisent certains aspects structurels comme l'implantation de l'industrie et la gestion interne des entreprises, le modèle d'équilibre général du type décrit par Arrow et Debreu sur lequel se fondent habituellement les prescriptions de politique générale ne modélisent pas les institutions et autres aspects explicites de ce que nous appelons la structure facilitante.

Théories structuralistes-évolutionnistes

Les théories que nous appelons structuralistes-évolutionnistes ou simplement évolutionnistes visent à expliciter la technologie et les institutions et à étudier le *processus* du changement technologique générateur de croissance³. Dans ces modèles, le changement technologique est largement endogène au système en ce sens qu'il répond à des incitations économiques. Bien qu'on trouve dans cette catégorie de nombreuses théories et de nombreux modèles distincts, la plupart présentent les cinq caractéristiques ci-dessous qui contrastent nettement avec celles du modèle néoclassique décrites ci-dessus.

Aucune maximisation

Les partisans du modèle évolutionniste admettent l'évidence selon laquelle l'incertitude prévaut dans le processus de changement technologique endogène dans la mesure où innover signifie faire quelque chose que l'on n'a jamais fait auparavant. Cette incertitude implique que les agents seront bien souvent incapables d'affecter des probabilités à un ensemble complet d'états futurs alternatifs pour conduire une analyse des risques selon les définitions traditionnelles. L'hypothèse d'un comportement rationnel de maximisation est donc remplacée par une autre hypothèse telle que le tâtonnement délibéré à la recherche du profit. Quelle que soit la théorie explicite du choix utilisée, l'implication essentielle de l'incertitude véritable est que deux individus ayant les mêmes goûts et les mêmes talents, confrontés au même choix entre deux modes d'action et possé-

dant le même référentiel d'informations pertinentes peuvent faire des choix *différents*. En effet, chacun décide de miser sur un cheval différent dont il ne connaît pas les chances. Étant donnée l'incertitude, on ne peut pas dire que l'un ou l'autre choix soit irrationnel.

L'argument ci-dessus s'applique à toute action conçue pour développer, adapter ou adopter de nouvelles technologies. A titre d'exemple, en se lançant dans des dépenses de R-D orientées vers une avancée technologique majeure, des entreprises se trouvant dans des situations analogues peuvent prendre des décisions radicalement différentes et miser sur des possibilités technologiques différentes. Aucune d'elles ne peut *a priori* être jugée irrationnelle même si *a posteriori* il apparaît à l'évidence que l'une a fait un meilleur choix que l'autre.

Pas d'équilibre unique

L'hypothèse selon laquelle des entreprises en quête d'avancées technologiques importantes tâtonnent face à l'incertitude au lieu de maximiser face au risque, a une implication importante qui est *l'absence d'un équilibre unique de maximisation du bien-être*. Dans certains modèles structuralistes-évolutionnistes, il n'y a pas d'équilibre mais seulement un changement perpétuel. Dans d'autres, il y a un équilibre en pointillés, de longues périodes de stabilité alternant avec des changements soudains dont on ne peut prédire à l'avance le moment et la teneur. Dans d'autres encore, il y a des équilibres multiples et ce sont des accidents de l'Histoire qui déterminent l'équilibre qui sera atteint ou approché à un moment donné.

Une technologie explicite⁴

Les interactions entre technologies revêtent une multitude de formes diverses et ces interactions sont l'une des sources des complémentarités qui jouent un rôle si important dans les réactions du système économique à l'évolution de technologies spécifiques.

Tout d'abord, baptisons technologie principale la technologie que prescrit un bien d'équipement autonome physiquement distinct et notons que la plupart des principales technologies ont des composantes différenciées. Ainsi, la construction d'un avion de ligne fait appel à un grand nombre de sous-technologies, notamment pour les moteurs de propulsion de l'appareil, la carlingue, le train d'atterrissage, le système de navigation et le système de contrôle interne. L'analyse de ces sous-technologies montre qu'à leur tour elles sont constituées de sous-sous-technologies. A titre d'exemple, le système de navigation d'un avion comprend des compas, des gyroscopes, des ordinateurs, des capteurs, des radios, un radar, etc. L'analyse de chacune d'elles montre qu'elle est à son tour composée de sous-sous-sous-technologies, et ainsi de suite. La nature fractionnaire de la

construction d'un avion est caractéristique de celle de pratiquement tous les biens d'équipement. Elle est également caractéristique de la production des biens de consommation durable comme les automobiles et les réfrigérateurs.

Deuxièmement, les principales technologies sont regroupées en systèmes technologiques que nous définirons comme un ensemble de deux technologies principales, voire davantage, qui coopèrent en vue de la production d'une gamme de biens ou de services connexes. Cette coopération s'opère à l'intérieur d'une entreprise, entre entreprises appartenant à un même secteur, entre entreprises appartenant à des ensembles d'industries étroitement liées et même entre secteurs n'ayant apparemment aucun lien d'un point de vue technique.

Troisièmement, des corrélations technologiques se produisent dans les relations verticales entre industries lorsque les extrants de certaines industries constituent les intrants d'autres industries. Ainsi, les industries qui produisent des matériaux comme le fer et l'acier, les produits de la forêt et l'aluminium créent des intrants utilisés en aval par de nombreuses industries de production. Les industries qui produisent l'énergie et celles qui produisent le capital humain fournissent les facteurs de production utilisés par la plupart des autres industries, qui peuvent ou non être des compléments bruts au sens théorique.

Quatrièmement, certaines industries qui fabriquent des produits différents sans lien entre eux utilisent des technologies de mise en œuvre analogues ; c'est ce que Rosenberg (1976) appelle la convergence technologique. Ce phénomène de convergence facilite les sauts radicaux et discontinus de technologie des produits car alors chacun des produits n'a pas à élaborer sa propre technologie de mise en œuvre radicalement différente. Ainsi, au début du siècle, ce produit radicalement nouveau qu'était l'avion a utilisé des technologies de mise en œuvre qui étaient déjà bien développées dans l'industrie du cycle et de la machine à coudre. Dans l'histoire de l'innovation, les nouvelles technologies qui requièrent des sauts technologiques radicaux tant au niveau des produits que des procédés sont relativement rares (toutefois elles le sont beaucoup moins que dans l'histoire des tentatives avortées des pouvoirs publics pour encourager de nouveaux développements technologiques!).

Le changement technologique est explicite

Changement technologique endogène – La théorie microéconomique néo-classique considère le changement technologique comme exogène. Or, une multitude de données empiriques laissent à penser que la concurrence au niveau des technologies portant sur les produits et sur les procédés est d'une importance critique dans bon nombre d'industries car elle est le moteur du changement technologique. Dans la modélisation explicite du changement technologique, des sources de non-convexités, comme les coûts irrécupérables liés au développement et à l'acquisition de connaissances technologiques, la rétroaction positive

du succès actuel du marché sur les efforts ultérieurs de R-D et les relations de complémentarité existant entre diverses technologies jouent un rôle important. Dans un modèle dont le contexte est incertain, les non-linéarités en résultant peuvent générer des procédés dépendant des chemins suivis qui peuvent choisir l'un quelconque des différents équilibres disponibles ou n'aboutir à aucun équilibre du tout (alors que s'il existe un équilibre unique, ces forces ne peuvent jouer qu'un rôle limité).

Complémentarités – Le concept de complémentarité fait référence à la réponse au changement. Dans le cas de changements technologiques, nous devons distinguer deux types de complémentarités que nous appellerons la complémentarité hicksienne et la complémentarité technologique. Dans la théorie de la production (et de la consommation), les concepts hicksiens de la complémentarité et de l'interchangeabilité font référence aux signes des réponses quantitatives à un changement de prix, pour une technologie donnée (sous la forme d'une fonction de production fixe). Il y a complémentarité hicksienne par exemple lorsqu'une innovation abaisse le coût d'un bien utilisé comme intrant dans plusieurs procédés de production et que ces procédés modifiés ont des exigences accrues à l'égard d'autres intrants.

Prenons maintenant le cas d'une innovation concernant une technologie dont on ne pourra tirer pleinement parti que lorsque de nombreuses autres technologies qui lui sont liées auront été repensées et que la composition des biens d'équipement intégrant ces technologies aura été modifiée. Nous désignons ce phénomène sous le nom de complémentarité technologique car il s'agit d'une complémentarité qui se produit à chaque fois qu'un changement technologique affectant un élément d'équipement impose de repenser ou de réorganiser quelques-uns des autres éléments qui coopèrent avec cet élément dans sa composition interne et/ou sa principale technologie et/ou les systèmes technologiques auxquels il appartient. Le point le plus important à propos de ce type de complémentarité est l'impossibilité de modéliser ses effets sous la forme de variations de prix des flux de services factoriels que l'on trouve dans une fonction de production simple. L'intégralité de l'action se produit au niveau de la structure d'équipement et les changements qui en résulteront prendront généralement la forme de nouveaux facteurs de production, de nouveaux produits et de nouvelles fonctions de production.

L'histoire du changement technologique foisonne d'exemples de complémentarités technologiques. Un exemple important est celui de l'électrification des usines. Ses conséquences ne pouvaient être modélisées sous la forme de la réponse à une évolution du prix de l'énergie dans une fonction de production conçue pour refléter les exigences technologiques de l'utilisation de la vapeur. Même si le prix de l'énergie produite par la vapeur était devenu nul, l'économie réalisée aurait été relativement minime. Mais, ce qui est plus important, un prix de

la vapeur nul n'aurait pas conduit à une reconception radicale de l'installation qui était la source principale de gains d'efficacité dans des usines électrifiées (Schurr, 1990 et David, 1991). Cette reconception était subordonnée à l'adoption du système d'entraînement qui attachait à chaque machine un système performant de restitution de l'énergie, ce qui était impossible avec la vapeur.

Un autre est celui de l'industrie automobile. La masse d'ajustements des structures d'équipement existantes et nouvelles qu'a entraîné la production en série fordienne ne pouvait être modélisée du fait de la baisse du prix des pièces fournies à Henry Ford par ses fournisseurs au début du xx^e siècle. Même si le prix de pièces non interchangeables avait été nul, cela aurait eu sur l'industrie automobile un impact à la fois quantitativement moindre et qualitativement différent de celui qu'a eu la révolution de l'organisation de la production entraînée par l'utilisation de pièces interchangeables (rendue possible par la mise au point de machines-outils capables de découper des pièces prédurcies (Womack, Jones et Roos, 1990).

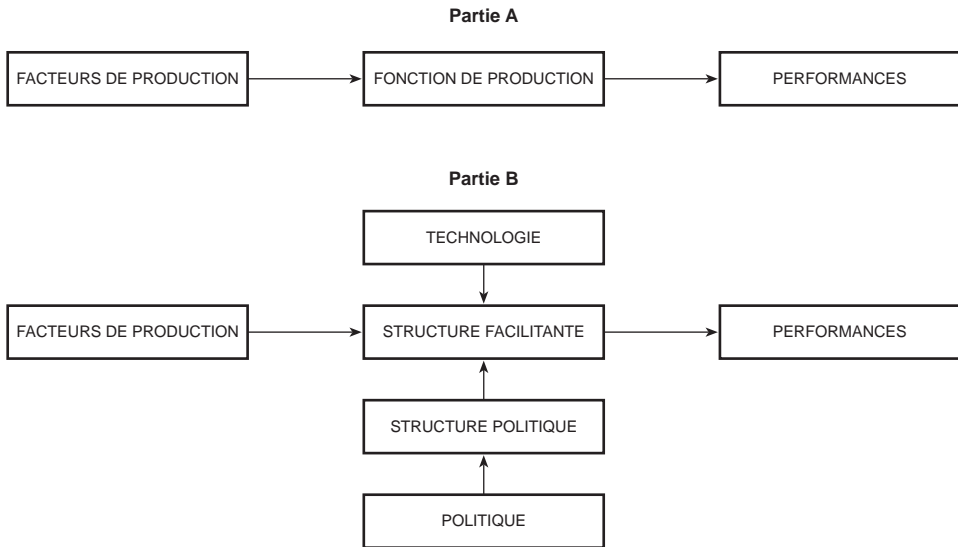
L'économie néoclassique ne dispose pas d'un mode analytique de gestion de ces complémentarités structurelles qui dominent dans les données relatives au changement technologique.

Structure explicite

Dans les modèles structuralistes-évolutionnistes, la structure, et notamment les institutions, est bien souvent explicite, ce qui permet d'étudier sa place dans le processus de changement technologique. Nous utilisons ici une forme améliorée de notre propre version de ce que nous appelons une « *désintégration structurale* » présentée à l'origine dans Lipsey et Bekar (1994), et Lipsey et Carlaw (1996). La figure 1 résume et oppose ses éléments au modèle néoclassique global. Cette théorie ne prétend pas être radicalement nouvelle. Elle ne prétend pas non plus remplacer la composante économique par une composante sociologique mais plutôt être un véhicule permettant de résumer et d'analyser des relations sur lesquelles des auteurs ayant étudié le changement technologique comme Paul David, Nathan Rosenberg et Christopher Freeman ont fourni une abondante documentation.

La théorie sépare la technologie des biens d'équipement auxquels elle est incorporée et fait de ces derniers une partie de ce que nous appelons la « structure facilitante » de l'économie. A un moment quelconque, l'action conjuguée de la structure facilitante et des facteurs primaires produit des performances économiques. Le fait d'introduire une nouvelle technologie importante ou d'apporter à une technologie ancienne un perfectionnement radical induit des changements complexes dans l'ensemble de cette structure facilitante. Au bout du compte, les performances de l'économie sont déterminées par la compatibilité existant entre la technologie, la politique et la structure facilitante.

Figure 1. L'approche néoclassique et l'approche structuraliste



Notes : La partie A montre l'approche néoclassique. Dans cette approche, les intrants ou facteurs de production que sont le personnel, les matières premières et les services du capital physique et humain circulent à travers la fonction globale de production de l'économie pour générer des performances économiques que mesure le revenu national total. La forme de la fonction de production dépend de la structure de l'économie et de sa technologie mais ces choses sont dissimulées dans une boîte noire dont la seule manifestation est la quantité de production qui émerge d'une quantité donnée de facteurs de production.

La partie B présente notre approche structuraliste. La technologie, c'est-à-dire les photocallques des produits que nous fabriquons et des procédés que nous utilisons pour les fabriquer, est incorporée dans la structure facilitante, notamment dans l'organisation interne de l'entreprise, l'implantation géographique et la concentration de l'industrie, l'infrastructure et le système financier, pour produire des performances économiques qui sont mesurées par des variables telles que le revenu national total, sa répartition, le nombre total des emplois et le nombre total de chômeurs. Les politiques sont les photocallques de l'activité publique. La structure politique inclut les institutions politiques en tous genres qui incorporent les photocallques de la politique et les exécutent. Les facteurs de production sont transformés par des éléments de la structure facilitante pour produire des performances économiques.

L'évolution technologique suppose de s'adapter aux changements dans la structure politique facilitante avant que ses effets se fassent pleinement sentir sur les performances économiques. Les changements dans la manière dont s'opère la politique à travers les changements dans la structure politique peuvent entraîner des changements dans la structure facilitante, ce qui est le cas lorsqu'une modification de la politique en matière de concurrence autorise un plus grand nombre de fusions au niveau national. Les changements de politique peuvent également affecter directement la technologie : c'est le cas lorsque les crédits d'impôts accordés à la R-D conduisent au développement de celle-ci et donc à un accroissement du changement technologique. Les changements opérés au niveau de la structure facilitante peuvent également modifier le rythme du progrès technologique : c'est le cas lorsque la réorganisation d'un secteur le conduit à faire davantage de R-D.

La technologie se définit comme suit :

- *technologie de produit* : les spécifications des produits que l'on peut produire, le terme de produits désignant ici les produits intermédiaires aussi bien que les produits finis et les services ;
- *technologie de procédé* : les spécifications des procédés qui sont, ou pourraient être actuellement, utilisées pour produire ces biens et services.

Le stock des connaissances technologiques existantes (tant la connaissance appliquée que la connaissance fondamentale) réside dans les entreprises, les universités, les laboratoires publics de recherche et autres établissements similaires de production et de recherche au même titre que le capital physique.

La structure facilitante : Les éléments de la structure facilitante sont :

- l'ensemble du capital physique ;
- le capital humain que représente le personnel ;
- l'organisation des installations de production, notamment les pratiques de travail ;
- l'organisation financière et de gestion des entreprises ;
- l'implantation physique des industries ;
- la concentration industrielle ;
- toutes les infrastructures ;
- les instruments financiers et les institutions financières privées.

La structure facilitante incorpore l'ensemble de concepts que donnent les connaissances technologiques et les connaissances en matière d'organisation. Elle est modifiée par des décisions prises par des agents tant du secteur privé que du secteur public.

La politique publique couvre la spécification des objectifs de politique publique exprimés dans la législation, les règles, les réglementations, les procédures et la jurisprudence, ainsi que la spécification des moyens pour les atteindre telles qu'exprimées dans la structure de conception et de commandement des établissements du secteur public, des forces de police aux départements ministériels et aux organismes internationaux.

La structure politique désigne la structure qui fournit les moyens de réaliser les politiques publiques lesquelles sont un ensemble de concepts. Ces moyens sont incorporés aux établissements du secteur public qui constituent une partie de la structure facilitante. (Noter le parallèle avec la technologie qui est incorporée aux biens d'équipement lesquels font partie de la structure facilitante.) Elle englobe également le capital humain lié à la conception et à l'exploitation des établissements du secteur public (compétence institutionnelle).

Facteurs de production : Il s'agit des intrants essentiels que le processus de production incorporé à la structure facilitante transforme en produits. Nos facteurs

de production sont les matières premières et la main-d'œuvre « brute » (raw labour). Dans la mesure où la main-d'œuvre « brute » et le capital humain s'incarnent dans les mêmes personnes, ces deux concepts posent un problème conceptuel et de mesure. De façon arbitraire, nous considérons que la quantité de main-d'œuvre brute à mesurer en termes de valeur est égale à la quantité de main-d'œuvre multipliée par le salaire minimum. Le reste est appelé retour sur capital humain.

Performance économique : Nous entendons par ce terme la performance économique du système et non pas simplement sa production dans la mesure où nous voulons englober d'autres variables que le PIB. La performance économique englobe :

- le PIB global, son taux d'accroissement, sa ventilation entre les secteurs et entre des groupements largement définis tels que la production de biens et celle de services ;
- le PNB et sa répartition entre les catégories de taille d'entreprises et de fonction ;
- les chiffres de l'emploi total et du chômage et leur répartition entre les sous-groupes tels que les secteurs d'activité et les catégories de compétences ;
- les conséquences « négatives » telles que la pollution et autres effets négatifs pour l'environnement.

Comportement : Tout ceci est d'ordre définitionnel. Or, il n'y a pas de bonne ou de mauvaise définition. Toutes doivent être jugées au regard de critères comme la clarté, la cohérence et l'utilité. Pour analyser les comportements, nous adoptons l'approche heuristique qui consiste à supposer que tous les éléments du modèle sont pleinement adaptés aux technologies existantes. Cela implique qu'aucun des agents qui contrôlent l'un quelconque des éléments de technologie, de structure ou de politique n'est incité à modifier ce qui est sous son contrôle. Puis nous introduisons une modification exogène unique dans l'un des éléments du modèle et faisons une enquête sur l'ensemble des changements induits. Cette analyse de l'équilibre statique comparatif est utilisée uniquement aux fins de comprendre comment les éléments de la structure concordent les uns avec les autres. Dans la pratique, nous espérons que l'ensemble du système évoluera de façon continue et qu'il n'atteindra jamais un état ressemblant de manière lointaine à un équilibre statique ou à un chemin de croissance équilibrée.

Un changement technologique exogène : Une évolution des connaissances technologiques induira des changements au niveau de la structure facilitante, de la politique et de la performance. Nous allons à présent examiner ces changements.

Ajustement de la structure facilitante

Pour voir ce qu'implique le lien reliant la technologie à la structure, il nous faut établir un certain nombre de points :

- Premièrement, si des éléments de la technologie changent, divers éléments de la structure facilitante devront changer pour s'adapter. Par exemple, une nouvelle méthode de production de l'acier devra être incorporée à de nouvelles machines et vraisemblablement à de nouvelles installations. Cela peut avoir un impact sur la taille optimale de l'installation et par conséquent sur la concentration dans l'industrie de l'acier, ainsi que sur l'implantation des usines sidérurgiques. Il peut être nécessaire de modifier différents éléments de l'infrastructure. Des changements se produiront également au niveau du capital humain si les nouvelles méthodes nécessitent une quantité et des types de compétences différents de ce que nécessitaient les méthodes anciennes. Ces changements sont opérés essentiellement par des agents personnellement intéressés qui réagissent à des incitations de prix et de profit résultant du changement technologique.
- Deuxièmement, la structure facilitante peut à tout moment être mieux ou moins bien adaptée à un état donné de la technologie. Par exemple, des pratiques de travail relatives à la séparation des tâches qui étaient de bonnes adaptations aux méthodes de production fordiennes risquent de n'être plus adaptées aux nouvelles méthodes de production toyotistes déjà mises en place. Pour simplifier l'analyse, nous supposons l'existence d'une structure optimale unique pour un état donné de la technologie (supposition qui peut être éliminée à chaque fois qu'elle menace d'avoir un impact sur les résultats).
- Troisièmement, nous observons des inerties importantes au niveau de la plupart des éléments de la structure. Les raisons que l'on peut avancer sont les suivantes. Les équipements sont pour la plupart extrêmement durables et ne seront pas remplacés par de nouveaux équipements incorporant une technologie supérieure aussi longtemps que leurs coûts variables de fonctionnement pourront être couverts. Le nouveau schéma d'implantation industrielle et de concentration des entreprises ne sera pas finalisé tant que toutes les entreprises et toutes les installations ne se seront pas adaptées à la nouvelle technologie. L'optimisation de la conception des installations et des pratiques de gestion risque de n'être pas évidente après l'adoption d'une nouvelle technologie (ce qui a été le cas pour l'ordinateur). Comprendre ce qui est nécessaire en termes d'infrastructures nouvelles, les concevoir et les construire peut prendre du temps, comme en témoigne l'interminable débat sur les nouvelles autoroutes de l'information. Les nouveaux besoins en capital humain doivent

être établis et il faut concevoir une formation appropriée (tant sur le lieu de travail qu'à l'école).

- Quatrièmement, cette période d'ajustement est souvent « infestée de conflits » pour reprendre le terme de Freeman et Perez car les méthodes et les organisations anciennes qui ont bien fonctionné, souvent pendant des décennies, commencent à mal fonctionner dans le nouveau contexte et même à présenter des dysfonctionnements. De plus, l'incertitude qui accompagne toute innovation radicalement nouvelle implique que de nombreux jugements différents, mais défendables, seront portés sur les adaptations effectivement nécessaires.

Ajustement de la politique et de la structure politique

Les changements qui affectent la technologie et la structure facilitante peuvent nécessiter des adaptations des politiques et de la structure qu'elles utilisent. Ainsi, le changement technologique transforme bien souvent des monopoles naturels en industries hautement concurrentielles (au sens où on l'entend en Autriche). C'est le cas par exemple de la Poste qui détenait jadis un monopole naturel sur l'envoi de messages écrits qui aujourd'hui peut se faire par fax, par courrier électronique, par liaison satellite et par toute une série d'autres technologies qui ont rendu cette activité hautement concurrentielle. Une nouvelle technologie peut également avoir l'effet inverse en permettant des économies d'échelle suffisamment importantes pour qu'émergent des monopoles naturels dans une industrie qui était autrefois oligopolistique avec des entreprises se livrant une rude concurrence.

Les changements de politique et de structure politique tendent à se produire avec des décalages importants. En effet, l'incertitude ne permet pas de savoir clairement comment il faut réagir et consolider les intérêts acquis dont les bénéficiaires s'opposent aux changements. Les inerties inhérentes à la prise de décisions politiques, auxquelles s'ajoute la résistance de ceux qui sont touchés par les nouvelles technologies ou par les changements de politique à opérer, peuvent ralentir le processus d'adaptation. Ainsi, le législateur américain continue d'argumenter sur la révision du Glass Stegal Act, plusieurs décennies après que la révolution des technologies de l'information et de la communication ait rendu obsolète l'interdiction des opérations bancaires inter-états.

Non seulement la politique réagit aux changements affectant la technologie et la structure facilitante, mais elle peut également opérer des changements proactifs pour chercher à modifier la technologie ou la structure. Une politique qui subventionne directement les recherches sur une nouvelle technologie opère directement sur la technologie. (Par directement, nous entendons à travers la structure politique ; une politique non incorporée a besoin d'une certaine structure

pour la faire appliquer et une nouvelle politique impose habituellement, mais pas nécessairement, de modifier la structure politique existante.) Une politique qui encourage la création de laboratoires de R-D ou la création de liens plus étroits entre le secteur privé et l'université modifie la structure facilitante dans l'espoir que ces changements influenceront sur le rythme du changement technologique et sur sa nature (comme l'a fait au Canada la politique du programme IRAP).

Changements au niveau de la performance

Nous avons vu ci-dessus que pour être pleinement opérationnel, un changement de technologie impose un changement de structure, tandis que les changements de structure induisent ou imposent bien souvent des changements importants au niveau des politiques et de la structure politique. C'est pourquoi, les performances économiques continuent habituellement de changer même après que la nouvelle technologie ait été mise en place car la structure facilitante et la politique continuent de réagir et de s'adapter à cette nouvelle technologie. A titre d'exemple, ce n'est que plusieurs dizaines d'années après l'électrification des usines que la technologie a achevé l'évolution qui l'a conduite de la commande centralisée caractéristique de la machine à vapeur à la commande groupée, qui était une expérience de décentralisation partielle du système électrique, et enfin à la commande unitaire, dans laquelle chaque machine-outil est équipée d'un système d'alimentation électrique. L'agencement des usines a pu alors être profondément modifié pour tirer parti de la flexibilité qu'offre la commande unitaire. Ce n'est qu'après le remplacement des anciennes usines par de nouvelles usines équipées de nouvelles machines et présentant un nouvel agencement que les effets de l'électrification sur la production industrielle et la productivité se sont faits pleinement sentir, ceci plusieurs dizaines d'années après le début du passage à l'électricité.

II. TYPES DE POLITIQUES

Avant d'examiner les diverses approches politiques que suggèrent les différentes visions de l'économie, il nous faut distinguer les différents types de politiques. Pour notre propos, nous avons jugé utile de les classer en deux catégories. La première traite de l'objet de la politique et la seconde *du degré de focalisation de la politique*.

Cibles : Metcalfe (1996) distingue deux types de politiques :

La première « ... s'occupe des ressources et des incitations et considère les capacités et les possibilités technologiques des entreprises comme don-

nées... La mise en œuvre de ces politiques modifie les rendements marginaux nets d'une technologie en développement. [Ces politiques englobent certains éléments tels que]... les abattements fiscaux dont bénéficie la R-D, les aides spécifiques à l'innovation [et] les modalités et la durée de la protection par brevets... [L'objectif de la seconde]... est de modifier et d'améliorer les possibilités d'innovation s'offrant aux entreprises en améliorant leur accès au savoir et aux capacités de gestion ».

Nous admettons la dérive générale de la distinction établie par Metcalfe, mais certaines de ses descriptions précises nous posent problème. Premièrement, de nombreuses politiques font les deux à la fois. Parmi les politiques qui, au Canada et aux États-Unis, ont eu le plus de réussite, certaines sont ciblées sur des technologies spécifiques, parfois même sur des entreprises spécifiques, tout en utilisant ce support pour modifier les conditions générales de l'innovation dans ces entreprises, pour modifier ce que nous appelons la structure facilitante. Deuxièmement, toute politique ciblée sur l'ensemble des éléments composant la première catégorie établie par Metcalfe modifiera probablement les capacités technologiques de l'entreprise. Nous admettons néanmoins la distinction générale que nous formulons avec nos propres termes en distinguant les objectifs de modification des coûts et/ou des rendements des activités novatrices et inventives des objectifs de modification de la structure facilitante sous-jacente dans laquelle la technologie est imbriquée à un moment quelconque et modifiée au fil des ans. Notre principale objection est que bon nombre de politiques ont ces deux objectifs et que même celles qui insistent ouvertement sur l'un des deux ont bien souvent un impact majeur sur l'autre, parfois par inadvertance.

Ciblage : Nous distinguons trois ciblage essentiels des politiques technologiques. Les *politiques-cadres* apportent un soutien général à une activité spécifique dans l'ensemble de l'économie. Dans la pratique (et généralement dans le principe), il s'agit de politiques utilisant un instrument unique, qui n'établissent aucune discrimination entre entreprises, industries ou technologies mais au contraire sont en général à la disposition de quiconque se lance dans l'activité concernée. On peut citer à titre d'exemple l'aide à la R-D (qui inclut les subventions et les crédits d'impôt dont bénéficie la R-D) et la protection par brevet pour les détenteurs de droits de propriété intellectuelle. Les *politiques ciblées* sont des politiques qui visent à encourager le développement de technologies spécifiques comme l'énergie nucléaire, d'industries particulières comme l'industrie des logiciels ou de types particuliers de R-D comme la recherche précommerciale. Ces politiques ne sont habituellement pas à la disposition de tous puisqu'elles sont étroitement ciblées sur des groupes de clients particuliers. Les *politiques fourre-tout* présentent à la fois des éléments des politiques-cadres et des éléments des politiques ciblées. Elles sont plus étroitement ciblées que les premières, mais le sont moins que les secondes. Elles sont conçues pour admettre un certain nombre d'objectifs technologiques à la fois, habituellement en mettant en avant un

objectif très vaste comme l'accroissement de la compétence technologique des entreprises. En règle générale, elles utilisent des instruments multiples et ont une sorte de mécanisme d'évaluation qui permet à ceux qui les administrent d'adapter l'aide offerte, du moins dans une certaine mesure. Comme les politiques-cadres, les politiques fourre-tout sont généralement à la disposition de tous ceux qui sont engagés dans les activités qu'elles couvrent. Dans le passé, les politiques-cadres et les politiques ciblées ont habituellement cherché à influencer sur l'innovation en modifiant les coûts et les avantages de la R-D, alors que les politiques fourre-tout ont été le plus souvent utilisées pour tenter de modifier la structure facilitante (et influencer directement sur le bénéfice des activités innovantes).

III. LA POLITIQUE VUE A TRAVERS L'OPTIQUE NÉOCLASSIQUE

Défaillances du marché

L'approche microéconomiques néoclassique se retrouve dans un petit nombre de modèles détaillés de croissance (comme le modèle de Helpman et Grossman, 1991), dans une grande partie de la littérature sur l'organisation industrielle traitant de sujets tels que les droits de brevets et dans les manuels sur l'économie de bien-être. Elle permet d'examiner individuellement les effets secondaires et autres sources des défaillances du marché. Dans ces modèles, l'élimination de *toutes* les défaillances existantes du marché conduit à un optimum et il est bien souvent conseillé aux décideurs de ne supprimer que *quelques-unes des* défaillances existantes du marché pour améliorer le bien-être⁵.

Sur la question spécifique des retombées de la technologie, la littérature néoclassique théorique prend généralement Arrow (1962) comme point de départ. Arrow a soutenu que toute connaissance technologique nouvelle a des retombées positives du fait de l'existence d'indivisibilités, de non-appropriabilités et d'incertitudes. Dans la mesure où la R-D est à l'origine de nombreuses connaissances nouvelles, sa rentabilité pour la société est largement supérieure à sa rentabilité privée. Cette perception fondamentale est ensuite insérée dans un modèle néoclassique dans lequel le stock de connaissances est une variable à la fois homogène et continue qui peut faire l'objet d'additions marginales. On peut imaginer un système de brevet parfait donnant à chaque inventeur un droit de propriété complet et qu'il pourra faire respecter, sur les connaissances résultant de son invention. Si nous y ajoutons l'hypothèse de coûts de transaction nuls, chaque créateur de savoir se comporte en monopoleur parfaitement discriminatoire. Tant l'utilisation des connaissances existantes que la valeur des moyens consacrés à la création de connaissances seront alors optimales. Mais dans la

réalité, les droits de propriété intellectuelle sont extrêmement incomplets ce qui conduit à prédire que les activités de création de connaissances comme la R-D seront effectuées en-dessous de leur taux optimum et qu'elles devront donc être encouragées par les pouvoirs publics. Des brevets d'une portée plus large et mieux appliqués, assurant aux inventeurs et aux innovateurs une plus grande rentabilité, et un soutien direct à la R-D sous la forme de subventions ou de crédits d'impôt constituent à cet effet des instruments évidents. Il convient, toutefois, de noter que cette formulation ne fait aucune distinction entre les facteurs mis en œuvre pour faire progresser la connaissance technologique et la production de connaissances technologiques nouvelles. Or, en augmentant l'un, on augmente l'autre. De sorte qu'il est indifférent au niveau de la politique de prescrire un abaissement des coûts de production des nouvelles connaissances technologiques ou un accroissement de la rentabilité de ces connaissances.

Du fait que les modèles néoclassiques de croissance globale n'ont pas de structure détaillée, ils tendent à se focaliser uniquement sur les politiques s'appliquant à l'ensemble de l'économie. Dans les modèles microéconomiques néoclassiques, les intrants et les extrants sont homogènes, tout ce qui n'est pas certain peut être qualifié de « à risque » et tout est égalisé à la marge, notamment la rentabilité escomptée d'une dépense marginale de R-D effectuée en un point quelconque de l'économie. Dans ce contexte, les politiques ciblées, qui isolent des technologies, des industries ou des entreprises particulières, ont un effet de distorsion du schéma idéal d'affectation des efforts. Si une externalité positive est associée à des connaissances technologiques ne se faisant pas concurrence, alors il faut offrir une aide généralisée. Si, par exemple, le fait de subventionner la R-D se justifie en raison de ses retombées positives, cette justification vaut également pour l'ensemble de la R-D.

Tests de « marginalité »

Si une dépense publique ne conduit pas à une modification des comportements visés, il s'agit à l'évidence d'un gâchis. Si, par exemple, l'État donne des subventions aux entreprises pour s'implanter dans une région défavorisée et si les seules implantations obtenues sont celles d'entreprises qui de toute façon se seraient installées dans cette région même sans subvention, il y a eu manifestement gaspillage de fonds publics. Mais si des entreprises s'installent dans une région défavorisée pour toucher une subvention, la dépense engagée passe avec succès le test que nous appellerons « de faible marginalité » puisque les décideurs obtiennent le résultat recherché. Cette discussion montre que pour évaluer une faible marginalité, nous devons connaître les objectifs poursuivis et être à même de mesurer les résultats pertinents. L'approche structuraliste-

évolutionniste admet ce test et mesure la marginalité par rapport aux objectifs de politique qu'elle reconnaît et que nous étudions à la section suivante.

L'approche néoclassique va beaucoup plus loin puisqu'elle accepte l'objectif de maximisation des produits dans un contexte d'affectation statique des ressources. Le test « d'étroite marginalité » est le fait qu'une technologie soit développée ou mise en place alors qu'elle ne l'aurait pas été en l'absence de la politique ou du programme en question. Elle ne tient compte d'aucun autre changement structurel. Mais la plupart des modèles néoclassiques sont plus stricts encore. Ce que nous appelons le test de « marginalité idéale » est le fait qu'en quelque sorte la politique ne soit pas seulement une bonne utilisation, mais une utilisation optimale des fonds publics. Dans sa définition de ce test, Usher (1994) distingue quatre parties.

Un pourcentage du coût du projet doit être donné à l'entreprise cliente pour l'inciter à entreprendre une certaine quantité d'investissements de R-D. Le projet entrepris doit être la manière la moins coûteuse d'obtenir le niveau désiré d'investissement de R-D (c'est-à-dire qu'il ne peut pas exister d'autre entreprise à même d'entreprendre cette action pour un coût moindre et que la subvention accordée doit être le minimum nécessaire pour inciter l'entreprise cliente à se lancer dans cette activité).

Pour passer avec succès le test « de forte marginalité », il faut que les avantages sociaux nets escomptés de l'action soient supérieurs au montant de la subvention versée pour l'encourager. L'évaluation de la subvention doit inclure les coûts de transaction, les pertes sèches pour l'économie et autres coulages qui se produisent lorsque l'État intervient sur le marché. Tarasofsky et Usher donnent tous deux des estimations quantitatives de ces coûts exprimées par fraction de dollar dépensée au titre d'une subvention. Ces coûts peuvent représenter entre 15 et 100 pour cent, voire davantage, de sorte que selon leurs estimations, le coût total d'intervention peut être égal à plus du double du montant de la subvention accordée.

Les troisième et quatrième points reviennent à exiger que le coût total de l'intervention de l'État (dûment actualisé) soit inférieur ou égal au montant total des avantages escomptés (lui aussi dûment actualisé). Il est difficile, sinon impossible, de mesurer les retombées directes et totales du changement technologique qui sont nécessaires à l'application du test de marginalité de Usher, comme le savent bien les praticiens de ce domaine. En principe, ce test pourrait être appliqué aux politiques visant à modifier la structure, mais dans la mesure où dans les économies néoclassiques la technologie et la structure ne font pas l'objet de modélisations explicites, dans la pratique, ce test est habituellement appliqué aux coûts et avantages de la R-D ou des changements technologiques spécifiques que l'on s'est fixés pour objectifs.

IV. LA VISION STRUCTURALISTE-ÉVOLUTIONNISTE DE LA POLITIQUE

La justification évolutionniste des politiques technologiques

Quelle que soit la théorie utilisée, la justification d'une politique technologique active suppose d'accepter la proposition selon laquelle il est souhaitable d'un point de vue social d'accélérer le rythme de l'évolution technologique. Dans cette section, nous allons voir comment les évolutionnistes peuvent en venir à accepter cette proposition même s'ils ne sont pas en mesure de la déduire formellement de leurs théories. L'argument s'appuie sur trois points essentiels.

Externalités du savoir

Les structuralistes admettent que la nature non concurrentielle de la connaissance technologique crée des externalités bénéfiques. En effet, du fait de l'ensemble complexe de complémentarités analysées dans notre modèle structuraliste, l'inventeur/innovateur d'une idée technologique fondamentalement nouvelle ne sera vraisemblablement en mesure de s'approprier qu'une infime partie du total des avantages en résultant pour la société.

Pas de niveau optimal de R-D

Nous avons observé dans les sections précédentes que lorsque la technologie change de manière endogène⁶, il n'y a pas d'affectation optimale et bien définie des ressources. Ainsi, les théories structuralistes qui cherchent à intégrer ce fait sont confrontées à l'implication importante suivante :

Du fait qu'il n'y a pas d'affectation optimale unique des ressources lorsque le changement technologique se produit de manière endogène dans un climat d'incertitude, il n'existe pas un ensemble optimum de politiques publiques déterminées de manière scientifique au regard du changement technologique en général et de la R-D en particulier.

Quant bien même il existerait une affectation optimale, nous ne savons pas si les agents produiraient trop ou trop peu de R-D étant donné qu'ils prennent leurs décisions dans un climat d'incertitude concernant un investissement global et des rendements potentiels globaux. L'économie de marché encourage l'innovation en récompensant les innovateurs qui réussissent (et même en récompensant largement ceux qui réussissent véritablement), alors que ceux qui échouent s'exposent à des pertes. Il n'existe pas de théorie du choix qui nous permette de prédire comment les agents réagiront à ces possibilités incertaines et globales alors qu'il existe des différences importantes tant au niveau des rendements *ex post* que des rendements *ex ante* d'une R-D conduite par des entrepreneurs différents⁷.

Jugement de la politique

En admettant que cette conclusion ait des conséquences importantes sur la manière dont nous envisageons la politique économique dans le domaine de la croissance et du changement technologique :

S'il n'existe pas un niveau optimum unique de R-D, d'innovation ou de changement technologique, la politique dans ces domaines doit s'appuyer sur un mélange de théorie, de mesure et de jugement subjectif.

La nécessité du jugement subjectif ne résulte pas uniquement du fait que nous disposons de mesures imparfaites des variables que notre théorie montre importantes, mais de la nature même du monde incertain dans lequel nous vivons. Bien que l'idée soit radicale pour ce qui concerne la politique micro-économique, le fait que la politique implique inévitablement une part de jugement subjectif est communément admis pour ce qui concerne la politique monétaire. Entre le milieu des années 50 et le milieu des années 70, soit pendant deux décennies, Milton Freidman s'est efforcé de supprimer la part laissée au jugement dans le fonctionnement des banques centrales en le réglementant totalement. Lorsqu'au niveau du monde plusieurs banques centrales ont suivi son conseil, la règle monétaire s'est révélée inefficace en tant que déterminant mécanique de la politique, comme l'avaient prédit la plupart de ses détracteurs. Aujourd'hui, la pratique des banques centrales n'est pas différente de celle de la plupart des agents économiques : elle est guidée par des concepts théoriques ; elle est éclairée par une multitude de données empiriques diverses qui sont étudiées pour les informations qu'elles contiennent et, au bout du compte, tous ces facteurs forment les *appels au jugement* que les banques centrales ne peuvent éviter de faire.

Du fait que la plupart des économistes ont été parfaitement formés à l'économie néoclassique du bien-être, nombreux sont ceux qui n'aiment pas s'entendre dire que la plupart des décisions politiques résultent, dans une large mesure, de jugements subjectifs et non pas uniquement de l'analyse scientifique. Pour des raisons évidentes, de nombreux économistes préfèrent les modèles qui font des recommandations précises en matière de politique, même dans les situations où manifestement les modèles ne s'appliquent pas au monde de notre expérience. Notre point de vue est le suivant : plutôt que de recourir aux modèles néoclassiques, lesquels fournissent des réponses précises qui ne s'appliquent pas à des situations dans lesquelles la technologie évolue de manière endogène, mieux vaut affronter la réalité, c'est-à-dire le fait qu'il n'existe pas de politique optimale en matière de changement technologique. Dans le monde que décrivent les modèles structuralistes, l'efficacité dynamique est un concept tout aussi inapplicable que l'efficacité statique.

En rejetant l'argument de Arrow, nous ne rejetons pas pour autant la possibilité qu'une accélération du rythme du changement technologique soit souhaitable pour la société. La plupart des économistes, y compris les auteurs du présent rapport, considèrent qu'en moyenne l'innovation et la croissance économique améliorent le bien-être, de sorte que l'innovation est à juste titre jugée précieuse pour la société. Mais ce que nous ne pouvons faire, c'est de déterminer si l'effort actuel d'innovation est trop important ou trop faible en comparant la quantité d'innovation effective à des critères d'optimalité. Qu'en est-il donc ?

En dernière analyse, le fait que toutes les forces entourant le changement technologique s'additionnent pour donner des externalités nettes positives est, comme nous l'avons dit, affaire de jugement, de sorte que des politiques actives de l'innovation conçues pour accélérer le rythme du progrès technologique par rapport à ce qu'il serait dans un marché non aidé se justifient. Il s'agit là d'un jugement que portent effectivement la quasi-totalité des gouvernements en vertu de leurs nombreuses politiques pour améliorer la technologie⁸.

La nécessité d'encourager le progrès technologique par le biais de l'action publique peut être pensée comme étant une réponse à une *défaillance du marché*. Point n'est besoin de bannir ce concept des théories structuralistes-évolutionnistes. Alors que dans la théorie néoclassique, il y a défaillance du marché lorsque celui-ci n'atteint pas l'équilibre optimum unique, dans la théorie structuraliste-évolutionniste il y a défaillance du marché lorsque celui-ci ne permet pas d'atteindre un état désiré et parfaitement atteignable.

Rôles structurels-évolutionnistes de la politique

Démontrer qu'une politique que l'on imagine suivre des voies scientifiques dépend nécessairement d'un élément de jugement irréductible n'est pas un mince résultat. Mais si c'était tout ce que la théorie structuraliste-évolutionniste a accompli, ce ne serait pas d'un grand intérêt pratique. Heureusement, les *désintégrations structuralistes* mettent également en lumière les moyens d'atteindre l'objectif ultime qui est l'accélération du changement technologique, des moyens qui complètent et parfois diffèrent de ceux suggérés par la théorie néoclassique. La théorie structuraliste révèle certains rôles de la politique en plus de celui de répondre aux externalités. La plupart de ces rôles se classent dans la deuxième catégorie de politiques identifiées par Metcalfe, qui s'efforcent de modifier les conditions de structure dans lesquelles se produit le progrès technologique au lieu de se contenter de modifier les coûts et les retombées associés à la recherche-développement. Premièrement, comme nous l'avons vu précédemment, les corrélations technologiques qui engendrent des externalités positives sont extrêmement riches et font que la plupart sont dépendantes du contexte tant du secteur que de l'époque. Une désintégration structuraliste renforce ce phéno-

mène. Deuxièmement, il existe un dilemme majeur entre innovation et diffusion qui complique la politique technologique. Troisièmement, la politique technologique a de nombreux rôles à jouer au-delà de l'internalisation des retombées. Quatrièmement, la question de la compétence des institutions à administrer des politiques et des programmes devient beaucoup plus complexe qu'elle ne l'est dans l'analyse néoclassique commettant-préposé. Toutes ces questions sont étudiées séparément dans les quatre sous-sections qui suivent⁹.

Externalités spécifiques

Les théories structuralistes contribuent de manière importante à motiver et à orienter les politiques de l'innovation en identifiant un ensemble de retombées beaucoup plus complexe que celui observé dans la théorie néoclassique. Les retombées associées à chaque invention peuvent être à la fois positives et négatives; elles diffèrent selon les inventions et selon les structures dans lesquelles elles sont introduites; de plus, les coûts et avantages ont une séquence temporelle, les coûts tendant à se regrouper en début de période et les avantages s'étendant sur une durée indéterminée¹⁰. Aussi, même si l'on égalisait les rendements privés escomptés des différents axes de R-D, comme cela est le cas dans le modèle néoclassique, les externalités nettes, et par conséquent la rentabilité sociale potentielle, varieraient considérablement au-delà des marges de la micro-économie. En outre, la désintégration structuraliste met en lumière un ensemble supplémentaire d'externalités associées à la relation existant entre la technologie et la structure facilitante.

Les différentes catégories de retombées que suggèrent les théories structuralistes sont les effets d'entraînement : *i*) entre la technologie, la structure facilitante et les performances; *ii*) à l'intérieur de la technologie; et *iii*) à l'intérieur de la structure facilitante. (Du fait que la performance économique se définit comme le résultat final de l'activité économique, il n'y a pas d'effet d'entraînement à l'intérieur de la performance.) Une connaissance détaillée de ces externalités suggère des possibilités d'action qui tendent soit à être rejetées, soit à être ignorées par le modèle néoclassique. Bon nombre d'enseignements spécifiques utilisés dans la suite de ce rapport sont liés à ces effets d'entraînement qui à la fois créent des possibilités d'intervention utile et tendent des pièges aux politiques qui les ignorent¹¹.

Effets d'entraînement à l'intérieur de la technologie : Comme nous l'avons observé un peu plus tôt, les développements qui améliorent l'efficacité d'une technologie sont souvent utiles à bon nombre d'autres technologies. C'est ce qui s'est passé au XIX^e siècle, par exemple, lorsque les perfectionnements apportés aux machines-outils utilisées dans des applications très spécifiques se sont révélés avoir un large champ d'application dans les machines-outils utilisées par d'autres industries (Rosenberg, 1976). Les initiateurs de ces développements ne

peuvent s'approprier la valeur de la plupart de ces effets indirects, ce qui génère des externalités inter-technologies. Ce phénomène crée un rôle potentiel pour la politique que nous examinons en détail ci-après¹².

Effets d'entraînement entre la technologie et la structure : Une modification affectant un élément de technologie influe habituellement sur la valeur de nombreux éléments de la structure. Il en résulte des effets d'entraînement car les innovateurs ne tiennent pas toujours compte des effets structurels qu'ils induisent. Habituellement, une nouvelle technologie aura une incidence sur la valeur de la plupart des éléments de la structure facilitante tels que les équipements existants, les entreprises, les contrats, les implantations et les éléments de l'infrastructure. Lorsque la structure évoluera, cette évolution affectera à son tour la valeur de bon nombre d'autres technologies et programmes de R-D existants. Les rôles potentiels de la politique sont évidents.

Effets d'entraînement à l'intérieur de la structure facilitante : La structure facilitante est composée d'un ensemble d'éléments interdépendants. Tout changement se produisant dans l'un d'eux a un impact sur la valeur ou l'efficacité d'un grand nombre d'autres. Les externalités résultent du fait que les agents qui modifient les éléments de la structure placés sous leur contrôle ne tiennent habituellement pas compte des changements de valeur induits affectant d'autres éléments. A titre d'exemple, des changements touchant à la nature du capital physique imposent bien souvent des changements au niveau du capital humain, de l'implantation physique, de l'organisation des entreprises et, enfin, des infrastructures avant de pouvoir exercer pleinement leurs effets. L'implication en termes de politique est le rôle potentiel des pouvoirs publics qui peuvent aider à l'ajustement total de cette structure lorsque les incitations privées font défaut.

Effets d'entraînement des performances sur la structure et la technologie : L'expérience de l'utilisation de technologies évolutives modifie bien souvent la valeur de certains éléments de la technologie et/ou de la structure existante. Il y a effet d'entraînement lorsque les agents qui utilisent la technologie ne peuvent s'approprier la valeur de leur expérience. Le modèle schumpétérien d'innovation a vu dans le développement technologique un flux à sens unique allant de la science pure à la recherche appliquée, à l'atelier et enfin au « show room ». La recherche moderne montre l'existence entre chaque stade de la chaîne de valeur ajoutée d'un flux d'informations s'écoulant dans les deux sens. Von Hippel (1988) montre que certaines innovations résultent d'une initiative des producteurs, d'autres d'une initiative des utilisateurs en aval et d'autres encore de l'initiative des fournisseurs en amont. Les nouvelles technologies présentent généralement de nombreuses imperfections qui ne peuvent être identifiées que par un processus d'apprentissage actif, ce qui expose les utilisateurs à une masse considérable d'incertitudes (Rosenberg, 1982, chapitre 6). L'expérience de ces nouveaux utilisateurs génère bien souvent de nouvelles connaissances inappropriables qui

bénéficient aux producteurs et, à travers les perfectionnements apportés aux produits, à d'autres utilisateurs. C'est en aidant à la résolution du problème de coordination entre producteurs et utilisateurs et en amenant les utilisateurs à créer ce savoir que la politique a manifestement la possibilité d'apporter son concours.

Effets d'entraînement et diffusion

Les innovations radicales majeures n'entraînent jamais l'arrivée de nouvelles technologies sous une forme totalement élaborée. Dans un premier temps, ces technologies apparaissent sous une forme embryonnaire brute et n'offrent qu'un petit nombre d'utilisations spécifiques. Les améliorations et la diffusion se produisent ensuite simultanément au fur et à mesure que la technologie devient plus efficace et mieux adaptée à une gamme de plus en plus vaste d'applications grâce à une série d'innovations complémentaires. Plus la nouvelle technologie, et notamment ce que les publications spécialisées appellent désormais « technologie polyvalente » est fondamentale, plus ce processus long et lent d'évolution qui conduit de prototypes bruts à spectre d'utilisation étroit à des produits hautement performants et se prêtant à un large éventail d'applications, est marqué. En outre, l'incertitude quant à l'éventail d'applications que peut avoir une nouvelle technologie, est immense. Bien que ce processus soit habituellement appelé diffusion parce qu'une idée originale générique (concernant par exemple la manière de produire de l'électricité) se diffuse à l'ensemble de l'économie, il n'a aucun rapport avec la diffusion définie comme l'utilisation par un nombre sans cesse croissant d'agents d'un élément de connaissance inchangé. Il s'agit plutôt d'une idée générique qui fait l'objet d'additions, de mutations et de perfectionnements au fur et à mesure qu'un nombre croissant d'agents l'adaptent à leurs propres utilisations.

Dans un monde néoclassique de prévoyance parfaite, se caractérisant par l'absence de coûts de transaction et des brevets hermétiques et globaux, le détenteur d'un brevet et tous les inventeurs/innovateurs auxiliaires possibles concluraient des contrats de partage des bénéfices. Dans la réalité, cela est impossible. Habituellement, les inventeurs/innovateurs n'ont aucune idée de ce que sera au bout du compte l'éventail complet des applications de leurs idées nouvelles, pas plus que des améliorations majeures et mineures qui leur seront apportées et des technologies complémentaires qui seront développées. Dans ces conditions, le fait d'accorder aux inventeurs/innovateurs de technologies génériques des brevets hermétiques, les met en situation d'organiseurs centraux gérant des innovations dont ils n'ont qu'une connaissance très imparfaite. Aussi, dans la prise de décisions politiques sur le degré d'internalisation qu'il est souhaitable de créer, il n'y a pas lieu de croire que la meilleure solution serait d'accorder tous les avantages à l'inventeur/l'innovateur originel. Le brevet déposé par Watt pour couvrir le procédé de base du moteur à vapeur est un exemple

fréquemment cité de brevet ayant formidablement ralenti la diffusion et l'évolution d'une technologie générique. Jusqu'à l'expiration du brevet en 1800, les applications nouvelles du moteur à vapeur ont été restreintes par l'impossibilité de faire des inventions complémentaires, en particulier des inventions associées aux moteurs haute pression nécessaires aux applications mobiles.

Même si, par miracle, les droits de propriété intellectuelle étaient tels que l'inventeur/l'innovateur puisse garder le contrôle de son invention assez longtemps pour internaliser toutes les externalités, il y aurait encore une place pour l'action publique dans ce domaine. La meilleure politique serait alors l'intervention pour *créer une externalité* en réduisant l'efficacité des droits de propriété et par conséquent la récompense allant à l'inventeur ou à l'innovateur original. Cela fait balancer la relation dans le sens d'une plus grande diffusion. Les brevets pharmaceutiques sont un exemple souvent cité des différences majeures de jugement en la matière. La position des États-Unis est qu'une durée de vie des brevets de 20 ans est nécessaire pour que les laboratoires pharmaceutiques soient incités à se lancer dans une R-D d'un niveau satisfaisant. Une Commission royale canadienne dirigée par l'éminent économiste canadien Harry Eastman, a soutenu avec une masse considérable de preuves à l'appui, qu'une durée de vie de cinq ans était bien suffisante et que les quinze années restantes n'avaient d'autre utilité que de permettre aux laboratoires d'enregistrer des revenus considérables. La différence de jugement n'est pas mince!

Rôles au-delà de l'internalisation des retombées de la connaissance technologique

Les modèles structuralistes soulignent plusieurs caractéristiques qui, en plus d'internaliser les retombées des nouvelles connaissances technologiques, donnent du champ aux politiques destinées à accroître la technologie.

Changements induits affectant la structure : Les changements affectant la technologie imposent généralement des changements au niveau de la structure facilitante. L'action publique peut y contribuer de deux façons. Premièrement, elle peut modifier les éléments de la structure qui sont directement déterminés par la politique. La réglementation du secteur des télécommunications après la révolution des technologies de l'information et de la communication (TIC) en est un bon exemple. Dans ce cas, les changements ont été trop lents dans bon nombre de pays. Deuxièmement, l'action publique peut faciliter les ajustements structurels qui relèvent du secteur privé mais sont soumis à des externalités majeures, comme une refonte du système éducatif pour produire les compétences exigées par la nouvelle technologie. (Bien entendu, la réponse des pouvoirs publics peut, ce qui est bien souvent le cas, être inutile parce qu'elle ralentit les ajustements de structure nécessaires. Cela peut être dû à des erreurs tant par action que par omission.)

Changements proactifs affectant la structure : Les politiques peuvent également être ciblées indirectement sur le changement technologique par une modification de certains éléments de la structure facilitante. C'est le cas, par exemple, des initiatives visant à intégrer certaines activités de recherche des universités, des pouvoirs publics et du secteur privé, des initiatives de création de réseaux d'information sur la technologie et des initiatives visant à modifier l'attitude du secteur privé à l'égard de l'adoption de technologies nouvelles ou différentes. En outre, un gouvernement peut accorder des fonds aux entreprises pour développer des technologies qu'elles auraient développées de toute façon mais les assortir de conditions d'ordre structurel. Plus d'un gouvernement l'a fait pour encourager le développement de facilités de recherche à long terme. Toutes ces initiatives seraient recalées au test standard d'étroite marginalité qui mesure uniquement les changements directs se produisant dans des technologies spécifiées. En revanche, elles passeraient avec succès un test de marginalité plus large prenant en compte les modifications de structure qui ne seraient pas produites sans l'aide du gouvernement. La politique américaine de passation des marchés militaires qui a, dans une large mesure, créé l'industrie américaine de production de logiciels puis élaboré et imposé des standards cohérents en la matière (voir Lipsey et Carlaw, 1996, p. 311), en est un bon exemple.

Investissements à fonds perdus : Dans les théories structuralistes, les investissements à fonds perdus et les trajectoires technologiques dépendantes du chemin suivi jouent un rôle de premier plan. Les investissements en bloc à fonds perdus sont importants dans le cas de développement de nouveaux produits et procédés et d'acquisition de connaissances codifiables sur les nouvelles technologies ainsi que de connaissances tacites sur la manière d'exploiter des technologies données. L'une des implications majeures de politique est la possibilité pour les organismes gouvernementaux de diffuser la connaissance technologique en opérant à une échelle qui rend ces investissements supportables, voire insignifiants alors qu'ils seraient absolument prohibitifs pour de petites entreprises.

Dépendance à l'égard du chemin choisi : Le fait de savoir que les technologies évoluent selon des trajectoires dépendant du chemin choisi laisse à penser que l'encouragement des technologies génériques aux premiers stades de leur développement est plus susceptible de produire des externalités précieuses pour la société que l'encouragement des technologies hautement spécialisées à des stades ultérieurs de leur développement¹³. Toutefois, comme l'a souligné Paul David, la première étape de nombreuses trajectoires technologiques (celle où l'aide des pouvoirs publics peut avoir le plus d'impact) est aussi celle où l'incertitude est la plus grande. Ce qui paraît alors promis à un succès certain (par exemple l'aérostat, l'hovercraft ou l'énergie atomique) peut se révéler par la suite poser des problèmes totalement imprévus qui limitent sérieusement son succès commercial.

Un enseignement important est que les possibilités d'action varient au cours des phases de développement d'une technologie particulière. Les retombées importantes escomptées des nouvelles technologies génériques doivent être contrebalancées par les incertitudes inhérentes au stade précoce de son développement. L'assistance est souvent plus utile lorsqu'il devient évident que la technologie offre des possibilités importantes, mais qu'elle en est encore à un état relativement générique¹⁴.

La théorie et les données sur la concurrence entre entreprises travaillant sur la même trajectoire technologique suggèrent d'en tirer un enseignement plus prudent. Les décisions en matière de passation de marchés peuvent enfermer l'économie dans une version de la technologie concurrentielle avant que les avantages respectifs des solutions alternatives aient pu sérieusement être explorés (problème qui serait sans importance si tout était réversible comme dans la théorie néoclassique). Arthur (1988) cite plusieurs exemples de cas où ce phénomène semble s'être produit.

Compétence des institutions

Le modèle néoclassique donne des politiques optimales qui ne dépendent pas d'une structure institutionnelle spécifique. Or dans la réalité, comme le soulignent les approches structurelles, les diverses institutions du secteur public ont des capacités institutionnelles différentes. Les différences de comportement reposent pour partie sur des différences constitutionnelles, pour partie sur les rapports de pouvoir différents entre différents groupes d'intérêts spéciaux, pour partie sur des différences au niveau de la qualité des recrues et de la formation permanente des fonctionnaires et pour partie sur des différences d'initiation pratique à l'action dans l'exploitation des instruments d'action spécifiques à chaque pays.

Le problème ici est analogue à celui de la différence entre la technologie et la structure des équipements. La technologie, qui est le photocalque de l'action, est incorporée à un capital physique qui fait partie de la structure facilitante. Une bonne technologie peut être incorporée à un équipement médiocre si sa fabrication outrepassse les capacités des fabricants (comme cela se produit parfois dans le cas de biens d'équipement conçus à l'Ouest et fabriqués dans des pays en développement). De même, les politiques publiques sont le photocalque des actions du secteur public qui sont mises en œuvre par les institutions et leurs bureaucrates. Une politique bonne dans son concept peut donner des résultats médiocres dans tel ou tel pays car elle outrepassse la compétence des bureaucrates qui l'administrent ou parce qu'elle entre en conflit avec une multitude d'autres éléments incompatibles de la structure facilitante ou des structures politiques de ce pays. On peut incriminer de nombreux facteurs, notamment les comportements routiniers des agences gouvernementales, l'état d'esprit des responsables des prestations ou les procédures de prêt et d'approbation des

projets. L'enseignement évident, mais important à en tirer, est que le succès d'une politique n'est pas déterminé uniquement par des notions abstraites mais dépend pour partie du contexte spécifique dans lequel celle-ci est mise en œuvre. Les politiques potentiellement bonnes sont les politiques conçues pour opérer dans les limites des compétences institutionnelles des organisations qui seront chargées de les administrer.

V. RELATIONS ENTRE CES DEUX CONCEPTIONS

L'OCDE semble considérer comme complémentaires les conseils des partisans de la vision néoclassique et ceux des partisans de la vision évolutive :

« En résumé, les deux approches offrent des cadres utiles pour formuler des recommandations politiques. En tant que fondement de l'intervention des pouvoirs publics, chacune d'elles présente des forces et des faiblesses spécifiques. Alors qu'elles ne mettent pas l'accent sur les mêmes aspects, leurs logiques respectives ne sont pas incompatibles » (« Technologie, productivité et création d'emplois : à la recherche de politiques exemplaires – Rapport intérimaire », mars 1997, paragraphe 30).

Si nous ne voulons pas prétendre le contraire et soutenir que ces deux approches donnent des conseils parfaitement contradictoires, nous tenons toutefois à souligner qu'elles s'opposent très souvent et que ce conflit aboutit à des différences importantes dans les politiques prônées par les économistes travaillant à partir des hypothèses de l'un et l'autre camp. On trouvera ci-après quelques illustrations importantes de ces différences.

Politiques-cadres et programmes

Dans la version du modèle néoclassique de Arrow où la connaissance est une variable unique, homogène et continue qui produit une externalité unique et positive, nous avons vu qu'il existe un montant optimum d'innovation. Pour une externalité donnée, ce montant optimum peut être obtenu soit en abaissant le coût des intrants de la R-D, soit en augmentant la valeur des progrès technologiques qui constituent ses extrants.

Au contraire, ce que le modèle de Arrow spécifie comme étant une accumulation sans à-coups de connaissances est considéré, dans une désintégration structurelle, être le résultat net de nombreuses défaillances et de nombreux succès. Nous avons déjà observé que dans un monde néoclassique où l'analyse

des risques s'applique pleinement, les valeurs escomptées d'une unité marginale de dépense au titre de la R-D seraient identiques partout, de sorte que le fait de réduire le coût des intrants ou d'augmenter le rendement des extrants aurait des effets similaires. Mais dans un modèle structuraliste où règnent l'incertitude et les non-convexités, le calcul qui égalise les rendements escomptés de la R-D sur l'ensemble de l'économie ne peut être effectué. De plus, la connaissance n'arrive pas toujours pas quantités continues, mais au contraire par paquets discrets dont les avantages et les coûts sont également des blocs discrets. La technologie générée par les connaissances nouvelles est hétérogène et sa valeur est souvent spécifique. Aussi, les valeurs escomptées qui ne peuvent être calculées à l'avance de façon rationnelle sont souvent mal évaluées, même après que les percées initiales se soient produites et ne sont assurément pas égalisées à la marge des différentes activités.

L'une des implications est que différents instruments des politiques-cadres auront des effets différents sur la quantité de R-D effectuée, en fonction du contexte technologique et structurel dans lequel ils opèrent. En voici quelques illustrations.

R-D ou protection de la propriété intellectuelle : Les brevets ne récompensent que les innovations réussies tandis que le soutien de la R-D est indépendant des résultats. Dans la mesure où bien souvent on ne peut pas calculer de façon rationnelle les valeurs escomptées de la R-D marginale et où ces valeurs ne sont pas nécessairement égalisées à la marge, une subvention généralisée de la R-D aura des effets différents de ceux obtenus par un accroissement général du niveau de protection de la propriété intellectuelle. De plus, la capacité à extraire la valeur des brevets varie considérablement d'un type d'innovation à l'autre. Ainsi, la même quantité de R-D globale se répartira différemment entre entreprises selon qu'elle sera induite par un système de brevet effectif ou par une aide à la R-D.

Externalités spécifiques : Ce qui, au niveau macroéconomique, apparaît comme une externalité unique et homogène associée à l'accumulation de connaissances technologiques est perçu, dans une désintégration structuraliste, comme un agrégat de nombreuses externalités différentes et complexes dont certaines sont négatives. De ce point de vue, la solution consistant à aider pareillement tout progrès technologique ne marche plus. L'intégration, ou son hypothèse de l'homogénéité microéconomique équivalente, ne supprime pas simplement quelques détails de second ordre mais aboutit à de nombreuses conclusions en matière de politique diamétralement opposées à celles résultant d'une désintégration structuraliste.

La désintégration structuraliste suggère, par exemple, que l'un des principaux effets indésirables des politiques-cadres est de profiter à toutes les entreprises, que celles-ci soient ou non capables par ailleurs d'internaliser les béné-

fices de leurs activités. Les entreprises travaillant dans certaines industries comme l'industrie pharmaceutique où les brevets sont efficaces, sont à même d'internaliser une quantité suffisante de la valeur qu'elles créent pour susciter une forte incitation à innover. Ces industries bénéficient donc doublement de l'aide à la R-D car leurs profits sont déjà protégés par des brevets.

Un deuxième exemple important est celui des complémentarités amont-aval de la technologie. Comme décrit plus en détail dans Lipsey et Carlaw (1996), l'incapacité à garder secrets les résultats de la recherche précommerciale dans certaines activités peut avoir pour conséquence de limiter la recherche tandis que la capacité à la tenir secrète dans d'autres activités peut conduire à une trop grande quantité de recherche faisant double emploi. Dans les secteurs où les entreprises accumulent les efforts de R-D précommerciale, une aide à la R-D ne fait qu'aggraver le gaspillage engendré par les doublons. Une politique ciblée qui distingue les situations dans lesquelles le libre jeu du marché génère une recherche préconcurrentielle excessive et celles où il génère une recherche préconcurrentielle insuffisante est potentiellement supérieure à une politique-cadre qui se contente d'encourager la recherche indépendamment de ce qui se fait déjà. Des politiques ciblées ou des politiques fourre-tout peuvent, par exemple, créer des engagements entre entreprises qui les encouragent à faire une recherche précommerciale dans laquelle elles partagent tout. (Le ministère japonais du Commerce international et de l'Industrie, le MITI, a réussi à créer des mécanismes d'engagement qui permettent aux entreprises de créer et de partager la recherche préconcurrentielle.)

Troisièmement, non seulement une politique-cadre couvrira certaines activités qui n'ont pas besoin d'aide, mais elle passera à côté d'autres qui en ont besoin. Du fait, par exemple, de l'absence de distinction claire entre innovation et diffusion, une grande partie de l'activité liée au développement et à l'utilisation de nouvelles technologies risque de ne pas apparaître comme de la R-D fondamentale. Baldwin (1996) a montré que les petites entreprises font peu de R-D à proprement parler mais qu'elles passent beaucoup de temps à surveiller ce que font les grandes entreprises et à l'adapter à leurs propres utilisations. Si cette activité peut être tout aussi importante qu'une R-D en amont, elle ne sera pas couverte par des politiques-cadres comme les crédits d'impôt accordés à la R-D.

Conclusion : Dans la mesure où l'objet de la politique technologique est de fournir des incitations adéquates, l'idéal serait que l'aide publique aux agents varie en sens inverse de leur capacité à s'approprier les bénéfices de l'invention et de l'innovation ; elle ne varierait ni avec leur R-D ni avec leur invention et leur innovation. D'un point de vue structuraliste, la politique-cadre idéale consisterait donc à verser à chaque inventeur/innovateur un montant forfaitaire suffisant pour créer l'incitation appropriée puis à faire en sorte que la connaissance technologique résultant de l'invention/l'innovation soit librement et immédiatement disponi-

ble. Toutefois, sur l'ensemble des instruments exploitables, les théories structuralistes n'excluent pas *en soi* des politiques-cadres comme les brevets et l'aide à la R-D ou le crédit d'impôt pour investissement. Elles fournissent plutôt une explication de leurs effets et une méthode permettant d'aller au-delà. Contrairement à la théorie de Arrow, la théorie structuraliste est donc favorable à une politique de R-D spécifique à un contexte donné car les nouvelles technologies sont incorporées à des structures spécifiques.

Politiques et programmes ciblés

Contrairement aux politiques-cadres qui sont habituellement incorporées à plusieurs programmes et projets, les politiques ciblées sont habituellement incorporées à un programme unique, voire à un projet unique. L'idéal serait des politiques ciblées exactement sur les secteurs ayant besoin d'aide, trouvant un juste équilibre entre l'encouragement de l'innovation et la diffusion dans chaque contexte particulier, d'une part, et encourageant les changements au niveau de la structure facilitante à un rythme bien adapté au schéma existant du changement technologique, d'autre part. Mais notre monde ne remplit pas bon nombre de conditions que suppose ce monde idéal, ce qui pose problème lorsqu'on s'en remet largement à des politiques ciblées :

- plus une politique ou un programme est ciblé sur de petits groupes, plus il est facile à ses clients de se l'approprier ;
- plus une politique est ciblée, plus il est probable que des politiciens détenant un intérêt personnel dans les projets acceptés ou rejetés se l'approprieront également ;
- des masses d'informations détaillées sont nécessaires pour calculer les externalités associées à chaque innovation potentielle afin de concevoir une aide ciblée appropriée et spécifique ;
- les coûts de transaction engagés pour calculer les externalités, qui peuvent en principe être localisées et pour concevoir et administrer l'ensemble important de politiques ciblées requises, seraient prohibitifs ;
- même si un tel ensemble de politiques pouvait être conçu et mis en place pour des coûts de transaction nuls, leur administration nécessiterait une bureaucratie extrêmement complexe à tous les niveaux, du siège jusqu'au terrain ;
- des politiques ciblées comportent un risque de sanctions commerciales dans la mesure où pour être exonérées en vertu des règles de l'OMC, les subventions doivent être accessibles à tous.

Les points ci-dessus montrent qu'il n'est pas souhaitable de recourir *exclusivement* à des politiques ciblées pour aider le changement technologique.

Lorsque des besoins spécifiques et des externalités majeures peuvent être identifiés et que les pièges de la récupération et autres peuvent être évités, des politiques ciblées peuvent offrir une aide effective à des technologies, des industries voire même des entreprises spécifiques. Lipsey et Carlaw (1996) fournissent plusieurs exemples. Cette aide ciblée peut être un complément des politiques fourre-tout et des politiques-cadres.

Politiques fourre-tout

La dernière de nos trois grandes catégories de politiques (les politiques fourre-tout) constitue une catégorie intermédiaire entre les politiques ciblées et les politiques-cadres. D'un point de vue structuraliste-évolutionniste, les raisons de recommander ces politiques sont nombreuses compte tenu de l'objectif général d'encouragement du changement technologique et des problèmes associés aux politiques-cadres et aux politiques ciblées. Premièrement, les politiques fourre-tout peuvent être utilisées pour faire avancer un objectif de politique sans être tenu par un instrument générique particulier. Au contraire, les politiques-cadres sont généralement associées à des instruments spécifiques comme les crédits d'impôt à l'investissement et à la R-D, la protection de la propriété intellectuelle et les subventions largement distribuées. Deuxièmement, les politiques fourre-tout peuvent admettre une certaine adaptation au contexte (ce que condamne la théorie néoclassique mais que soutient la théorie structuraliste-évolutionniste) qui n'encourage pas la récupération car elles peuvent être conditionnées à l'objectif général. Troisièmement, lorsque les politiques fourre-tout contiennent une composante de subvention, elles peuvent être accessibles à tous et éviter ainsi le risque de sanctions commerciales.

L'IRAP : Étude de cas d'une politique fourre-tout

Les différentes évaluations du programme canadien d'aide à la recherche industrielle (IRAP) illustrent bien la différence entre l'approche néoclassique et l'approche structuraliste. Nous avons choisi ce programme pour notre étude de cas afin d'illustrer les différences qui résultent de nombreuses évaluations. Le texte qui suit repose sur les travaux de Lipsey et Carlaw (à paraître).

Objectifs et performances : Tout en aidant les entreprises par des avancées technologiques spécifiques (premier type de politique de Metcalfe), l'IRAP a induit des changements au niveau de la structure facilitante dont notre théorie structuraliste (deuxième type de politique de Metcalfe) a souligné qu'ils étaient souhaitables. Ceux qui étudient le changement technologique soutiennent que les pays dans lesquels les liens entre l'université, les laboratoires publics de recherche et les entreprises privées étaient forts et qui ont été capables d'évoluer avec les technologies en ont retiré d'immenses avantages. Cela est particulièrement vrai pour l'Allemagne et les États-Unis (Rosenberg, 1994 ; Nelson, 1995). Les initia-

tives de l'IRAP pour renforcer ces liens au Canada où ils ont toujours été plus lâches qu'aux États-Unis, doivent être considérées comme susceptibles de présenter un grand intérêt. Les liens forgés par l'IRAP et par certaines administrations d'universités extrêmement innovantes, à la tête desquelles figure l'université de Waterloo, montrent que ce que l'IRAP a commencé à faire était également du domaine du faisable.

Notre évaluation : L'IRAP s'est efforcé d'induire des changements de structure importants et il semble avoir réussi :

1. l'IRAP a maintenu avec cohérence son objectif global qui était d'accroître la capacité technologique et de développer les outils nécessaires à sa réalisation au fur et à mesure des besoins ;
2. l'IRAP a fait preuve de souplesse en reconnaissant ses propres imperfections de conception et en élaborant des solutions ;
3. l'expertise administrative de l'IRAP qui lui donne une compétence institutionnelle globale, sa focalisation sur le marché, ses contributions relativement minimes bien souvent sur une base partagée et son absence de récupération ont contribué de manière fondamentale au succès du programme.

Lipsey et Carlaw (1996) font observer que nombre de changements de structure poursuivis par l'IRAP sont conformes à plusieurs politiques conduites avec succès dans d'autres pays. Au début des années 50, les militaires américains ont contribué à la création d'une industrie américaine de conception de logiciels et l'ont aidé à élaborer ses standards. Le gouvernement du Taipei chinois a créé son secteur de micro-électronique en constituant une entreprise publique pour laquelle des licences étrangères ont été achetées puis en transférant l'entreprise au secteur privé lorsque la production a atteint des niveaux comparables à ceux de la concurrence internationale. Le secteur électronique coréen s'est développé de manière analogue ; là encore, le gouvernement est intervenu activement pour inciter les entreprises privées à modifier la structure facilitante afin d'y admettre la nouvelle industrie.

Évaluations néoclassiques : Contrairement à nous, les partisans des approches néoclassiques ont critiqué l'IRAP. Usher (1994), en particulier, soutient qu'il aurait mieux valu utiliser l'argent dépensé pour l'IRAP à mettre en place une politique-cadre de type crédit d'impôt généralisé à l'investissement et que bon nombre de projets de l'IRAP ne satisfont pas aux critères de son test de marginalité. Au bout d'une longue étude de cinq des programmes qu'il appelle « spécifiques à une entreprise », dont l'IRAP, il en conclut que :

« Les avantages potentiels des subventions à l'investissement spécifiques sont trop spéculatifs et incertains, et leur coût potentiel est trop élevé pour

que leur présence parmi les instruments de la politique économique soit justifiée » (Usher, p. 378).

Comparaison : Si nous comparons nos conclusions à celles des détracteurs de ce programme, nous notons que leur définition de la marginalité est étroite ; en effet, ils exigent que cette définition soit imposée de façon rigoureuse à tous les cas de subvention ; ils n'appliquent pas de définition similaire aux politiques-cadres qu'ils prônent et l'on peut s'interroger sur leur calcul des coûts pertinents de chaque type de programme. Nous notons également que ces évaluations ne tiennent pas compte des non-linéarités qui caractérisent les systèmes de changement technologique endogène pas plus qu'elles ne tiennent compte de la diffusion. Nous allons examiner ces points un à un.

Comme le suggère la théorie néoclassique, Usher fait valoir que : « les subventions d'investissement spécifiques visent à encourager des projets qui autrement ne seraient pas rentables » (Usher, p. 319). En supposant que les objectifs de l'IRAP portent exclusivement sur des modifications spécifiques des technologies ciblées, ses critiques n'atteignent pas l'objectif principal du programme qui est de modifier progressivement la structure facilitante. L'IRAP a mis tout particulièrement l'accent sur l'évolution des capacités technologiques et de recherche à l'intérieur des entreprises et sur la création de nouveaux canaux pour les échanges d'informations entre chercheurs du secteur privé, de l'université et des pouvoirs publics.

Pour illustrer également la manière dont les critiques de Usher ignorent les aspects structurels, examinons ses observations selon lesquelles « dans la mesure où une partie importante des subventions va aux grandes entreprises dotées de grands laboratoires de recherche, il est difficile de prétendre que le projet auquel s'applique la subvention n'aurait pas été entrepris si celle-ci n'avait pas été accordée » (Usher, p. 318). Cette observation ignore l'objectif premier de l'IRAP (et du programme DIPP de productivité du secteur de la défense), qui est de modifier la capacité de recherche des grandes entreprises canadiennes, en particulier dans le domaine aérospatial. Le levier de l'action a consisté à aider les projets qui étaient conformes au programme de recherche de l'industrie privée et à prévoir des avenants concernant la création d'une capacité de R-D plus permanente.

Le fait d'examiner uniquement les projets financés, comme l'ont fait ses détracteurs, revient à ignorer par exemple les « plus de 11 000 interactions clients importantes entreprises par l'IRAP pour la seule année 1993-94, grâce à la fourniture d'assistance technique, d'informations et d'orientations dans le but d'améliorer la « compétence technique » des entreprises canadiennes, mais aussi de « modifier leur comportement et leurs attitudes... à l'égard de la technologie » (NRC, 1994, pp. 8 et 16). En 1991-92, « [jusqu'à] 67 pour cent de toutes les demandes recensées à l'intérieur d'une région géographique [concernaient] une

assistance sans financement» (Goss Gilroy Inc., 1993, p. 22). Même lorsque « l'argent est la principale motivation poussant à contacter l'IRAP », des conseils et une assistance technique sont fournis lors des étapes préliminaires de la définition et de la conception ainsi que tout au long du projet (Siddiqi *et al.*, 1983, p. 10). Les tests de marginalité normale ne sont pas parfaitement appropriés au regard de ces objectifs plutôt généraux et des instruments multiples et interdépendants utilisés pour parvenir à ces fins, dont la plupart résistent à la quantification et à l'intégration.

La plupart des détracteurs de ce programme observent très justement que les politiques ciblées et les politiques fourre-tout, dont l'IRAP, aideront des entreprises et des technologies qui ne satisferaient pas aux critères d'un test d'étroite marginalité. Mais ils se demandent rarement combien d'initiatives aidées par les types de politiques-cadres qu'ils prônent, comme les avantages fiscaux dont bénéficie la R-D, ne satisferaient pas non plus à ces critères. Du fait qu'elles s'appliquent à tous, les politiques-cadres aident nécessairement tout un chacun. Au contraire, il est dans la nature des politiques ciblées et des politiques fourre-tout d'adapter leur aide aux caractéristiques structurelles spécifiques de l'entreprise ou du secteur industriel aidé. A titre d'exemple, les politiques ciblées et les politiques fourre-tout peuvent exclure de grandes catégories d'entreprises et d'industries et des types d'activité de R-D qui ont manifestement peu d'externalités (comme les laboratoires pharmaceutiques qui peuvent s'approprier une quantité suffisante des avantages qu'ils créent). Par conséquent, il nous semble plus probable que les politiques-cadres ne soutiendraient pas une comparaison de marginalité avec les politiques ciblées ou les politiques fourre-tout¹⁵.

Dans une autre partie de sa critique, Usher affirme que les politiques-cadres peuvent faire tout ce que peut faire l'IRAP. Si cela est vrai dans un modèle néoclassique, il ressort clairement de notre discussion du ciblage de l'IRAP sur plusieurs points importants de la structure facilitante qu'en fait ce n'est pas correct. Néanmoins, cela peut nous aider à énumérer quelques-unes des raisons supplémentaires de notre désaccord avec Usher sur ce point.

Premièrement, Usher avance que les cinq programmes qu'il passe en revue représentent l'équivalent de 2.8 pour cent de l'aide à l'investissement. Les effets globaux de la contribution de l'IRAP seraient ainsi extrêmement minimes dans un modèle néoclassique où chaque facteur est variable à la marge. Les sommes dépensées par l'IRAP sont assurément faibles comparées à d'autres programmes canadiens, et sans parler des programmes d'autres pays industriels. Mais cela est conforme à un mandat de modification des structures de manière à encourager l'invention, l'innovation et la diffusion plutôt que de modification directe du volume global d'investissement. En théorie, le type de dynamique non linéaire qui caractérise les systèmes dans lesquels le changement technologique est endogène est plein de situations dans lesquelles des petites causes ont de

grands effets. Du fait de ces non-linéarités, de faibles dépenses ciblées de l'IRAP peuvent avoir des conséquences importantes.

Deuxièmement, dans le cadre de ses efforts pour aider les petites entreprises, l'IRAP a joué un rôle essentiel dans la diffusion des technologies et dans leur adaptation à des utilisations spécifiques à l'entreprise. En ignorant la question de la diffusion, nombre de ses détracteurs admettent implicitement l'hypothèse néoclassique habituelle selon laquelle des connaissances nouvelles se diffusent instantanément dans l'ensemble de l'économie, ce qui est manifestement faux. Des études montrent que la connaissance technologique se diffuse lentement à l'intérieur d'un pays, et encore plus lentement à l'échelle internationale. Cela tient notamment au fait que l'acquisition de connaissances est à un moment donné un coût fixe et irréversible mais qu'avec le temps et l'accumulation de connaissances, ce coût augmente. Le coût d'acquisition des connaissances existantes constitue donc pour les petites entreprises une charge de plus en plus lourde qu'un nombre croissant d'entre elles ne peuvent supporter.

Troisièmement, de nombreux détracteurs de l'IRAP associent la marginalité aux projets à haut risque, arguant implicitement que le risque est la raison principale qui empêchera les entreprises privées de se lancer dans des projets d'un grand intérêt social. Usher rapporte par exemple : « On prétend que... l'IRAP... peut être marginaliste pour certains projets spécialement risqués ». Si nous sommes d'accord pour dire que le fait de pousser les projets à haut risque est généralement marginaliste, nous notons que ces projets échouent bien souvent et nous ne pensons pas que telle doive être la principale justification de l'IRAP. Au contraire, sa justification doit être trouvée dans les mécanismes qu'il a utilisés pour gérer quelques-unes des raisons supplémentaires qui font que des entreprises non aidées ne peuvent s'engager dans des activités technologiques souhaitables au plan social. Ces raisons sont notamment des attitudes hostiles à l'égard de la R-D, l'ignorance des technologies existantes, le montant élevé des coûts fixes privés de l'acquisition de connaissances sur les technologies existantes et les externalités en réseau de la R-D qui augmentent avec le nombre des chercheurs et leur facilité à communiquer entre eux.

Quatrièmement, un argument commun des détracteurs est le coût plus élevé des programmes spécifiques à une entreprise et des programmes fourre-tout par rapport aux programmes-cadres. Admettons. Mais, dans la mesure où les deux types de politiques soutiennent des projets qui ne satisferaient pas aux critères du test de marginalité le plus lâche, ce qu'il est pertinent de comparer c'est le coût par dollar effectif, c'est-à-dire par dollar d'aide aux activités *marginales*. Nous avons déjà noté que les programmes-cadres (comme les crédits d'impôt à la R-D) servent des rentes aux entreprises dont le comportement n'est pas modifié de manière sensible, alors que les politiques ciblées et les politiques fourre-tout peuvent en principe orienter leurs dépenses vers les domaines dans lesquels

l'effet marginal est important. C'est la raison pour laquelle le coût par dollar effectif des politiques-cadres peut être supérieur à celui des politiques ciblées et des politiques fourre-tout. Nous n'avons aucun moyen de savoir si cela est vrai dans la pratique, mais le point de vue présenté par les détracteurs de l'IRAP et selon lequel le coût des programmes ciblés et des programmes fourre-tout est nécessairement supérieur à celui des politiques-cadres, est trompeur.

Enfin, mettre l'IRAP dans le même sac que la plupart des autres politiques fourre-tout est essentiellement affaire de jugement. Alors que ses principaux détracteurs – Tarasofsky (1984), Usher et la CEE (1983) – présentent quelques-uns des principaux problèmes liés à la marginalité et suggèrent que l'IRAP n'est pas marginaliste ou que son coût est vraisemblablement supérieur aux avantages qu'il offre, ils n'apportent aucune preuve décisive du gaspillage qu'ils lui reprochent. Sur la base des évaluations de tiers, mais aussi des dépenses modestes de l'IRAP, on pourrait arguer que la charge de la preuve incombe aux détracteurs de ce programme.

Nous en concluons, premièrement, que l'argumentation de l'échec ne tient pas et, deuxièmement, que selon nos critères, l'IRAP peut à juste titre être considéré comme un succès du fait du caractère désirable de ses objectifs et des performances atteintes (ce qui ne veut pas dire bien entendu qu'elles ne pourraient pas être améliorées). Comme nous l'avons dit en commençant, il s'agit ici d'un cas qui fait nettement ressortir les différences entre les implications de politique de la vision néoclassique du monde et celles de la vision structuraliste-évolutionniste.

VI. ÉVALUATION DES POLITIQUES

Dans cette dernière section, nous dirons un mot de la manière dont la théorie structuraliste peut nous aider à évaluer, *sur la base de leurs spécifications*, les chances de succès ou d'échec de politiques, programmes et projets spécifiques.

Politiques ciblées

Étant donné leurs avantages évidents en théorie, mais leurs nombreux inconvénients dans la pratique, et compte tenu qu'en dernière analyse l'évaluation d'une politique fait largement appel au jugement, comment pouvons-nous évaluer l'efficacité des politiques ciblées? Pour tenter d'y parvenir, Lipsey et Carlaw (1996) ont étudié une trentaine de politiques essentiellement ciblées, observées dans différents pays et pour lesquelles semblaient exister des indica-

tions raisonnablement fiables de succès ou d'échec. Avec les types de politique ciblée qu'ils ont envisagés, il est habituellement possible d'évaluer si la politique a atteint ou non ses objectifs déclarés. Ils ont ensuite constitué deux groupes (les succès et les échecs) afin de déterminer les caractéristiques qui les distinguent.

Ils ont commencé par classer les cas étudiés en fonction des changements technologiques (T) et de structure (S) exigés (de manière explicite ou implicite) par les politiques. Voyons d'abord la technologie. Le changement technologique fait référence au nombre et à l'ampleur des changements à opérer au niveau des spécifications existantes des produits et des procédés pour réaliser le changement global de technologie visé. Ils ont observé que « le fait de rendre cette mesure opérationnelle dans le détail et de relier les changements requis au niveau des spécifications de produits et de procédés constitue une partie importante de notre théorisation continue sur le changement technologique » (pp. 269-270). Mais pour leur rapport de 1996, ils se sont appuyés sur une masse impressionnante d'avancées technologiques « marginales » et « à large saut ». A l'intérieur de chacune des catégories d'avancées marginales ou à large saut, ils ont distingué les politiques « de rattrapage » des politiques visant à exploiter « l'avantage » des technologies nouvelles. Dans la mesure où les études du changement technologique montrent que l'essentiel de l'activité de R-D du secteur privé vise à obtenir des changements technologiques marginaux, leur catégorie « marginale » ne doit pas être considérée comme synonyme de « négligeable ». Si les gouvernements tentent fréquemment d'effectuer de grands sauts, cela est beaucoup moins courant dans l'activité innovante du secteur privé.

Voyons ensuite la structure. Un traitement totalement opérationnel des changements requis au niveau de la structure facilitante impose de considérer à la fois le type et l'ampleur du changement structurel impliqué par l'innovation tentée : changements mineurs, moyens et importants de la structure facilitante aux différents niveaux de l'entreprise, de l'industrie et de l'économie. Dans leur traitement préliminaire, ils ont utilisé la classification « impressionniste » des changements structurels exigés par chaque politique en « mineurs, moyens ou importants ». Les changements de structure importants sont généralement enregistrés au niveau de l'industrie et de l'entreprise, tandis que les changements moyens ou mineurs ne sont probablement enregistrés qu'au niveau de l'entreprise. Le tableau 1 reproduit leur tableau 1 de la page 286 (Lipsey et Carlaw, 1996). Il montre que leur schéma de classification est constitué de 12 cellules qui associent des avancées technologiques de rattrapage, de leadership, importantes et mineures, à des changements de structure mineurs, moyens et importants. Les rubriques du tableau font référence aux cas étudiés. Il faut noter qu'excepté dans le cas de l'industrie automobile japonaise, le fait de pousser des innovations nécessitant des changements importants à la fois de technologie et de structure tend à se solder par un échec alors que les innovations n'exigeant que des changements mineurs de technologie et de structure sont bien souvent couronnées de succès.

Tableau 1. **Technologie**

Marginale			Grand saut	
Structurelle	De rattrapage	De pointe	De rattrapage	De pointe
Grande	Électronique coréenne	Fourniture de logiciels aux militaires américains	<i>Avions commerciaux japonais – Phase 1</i>	Automobiles japonaises
	Électronique Taipei chinois			AGR
Moyenne	Avions commerciaux japonais – Phase 2	SEMATECH (M)		<i>Concorde</i>
		Fourniture de semi-conducteurs aux militaires américains		SST ¹
	Premiers semi-conducteurs japonais			<i>Alvey</i>
		NACA Politique industrielle de la Corée <i>Politique industrielle de l'Inde</i>	Airbus (M)	
			<i>Microélectronique française</i> <i>Ordinateurs britanniques</i>	
Petite	Sociétés indiennes de commerce	Étuves au Kenya Bateaux en Inde Électricité au Népal		VLSI
		MITI : réseaux de soutien logistique, laboratoires de recherche, financement <i>Consolidated computers</i> <i>Caravelle</i>		Fourniture d'avions américains <i>Japanese 5G¹</i>
	IRAP PME ouest-allemandes			

Légende : Italiques = échec ; **Gras** = succès ; **(M)** = succès marginal.

1. Si ces programmes ont été des échecs (type 1) en ce sens qu'ils n'ont pas atteint leurs objectifs, ils ont été des succès (type 2) car les programmes ont été arrêtés lorsque l'échec a été constaté.

Source : Auteur.

A partir de leurs comparaisons, ils ont tiré un ensemble d'enseignements qui font référence à la conception et à la mise en œuvre des politiques et des programmes. Le fait de suivre ces enseignements n'est pas une garantie de succès, mais les enseignements suggèrent certaines conditions qui augmentent les chances de succès de politiques ciblées. Les enseignements ci-dessous sont une version élaborée des enseignements tirés de leur étude par Lipsey et Carlaw. Si certains intitulés peuvent sembler étranges, *chacun d'eux se fonde sur un ou plusieurs cas et les rubriques « à ne pas faire » sont des mesures de prudence dictées par les échecs de politiques, programmes ou projets réels*. Les légendes en italiques n'ont d'autre objet que la commodité de référence ; elles ne constituent pas des informations en soi tout au plus des désignations ; l'énoncé complet de chaque enseignement figure dans le paragraphe qui suit la légende.

Nous avons regroupé ces enseignements en quatre catégories : ceux qui ont trait essentiellement à l'incertitude, ceux qui ont trait essentiellement aux pièges de conception, ceux qui ont trait essentiellement aux relations structurelles et ceux qui ont trait essentiellement à l'information et aux forces du marché. Dans chaque cas, nous précisons « essentiellement » car bon nombre de ces enseignements ne concernent qu'une catégorie. S'il s'agit d'une façon commode de regrouper nos enseignements, ces quatre catégories ne sont pas utilisées à d'autres fins d'analyse.

Incertain

1. *Les grands sauts sont dangereux* : Les tentatives de grand saut technologique impliquent une large part d'incertitude car elles supposent d'apporter de nombreux changements à l'une des technologies essentielles et à ses différentes sous-technologies, mais aussi d'accumuler les connaissances tacites nécessaires à son exploitation efficace. Les grands sauts dans une technologie dont la structure facilitante existe déjà sont extrêmement difficiles à réaliser ; les grands sauts technologiques qui imposent également un grand saut au niveau de la structure facilitante sont presque impossibles à réussir. L'histoire des politiques ciblées est pleine de programmes qui ont échoué pour avoir tenté des grands sauts technologiques (soit de rattrapage, soit de pointe) qui ont nécessité des adaptations majeures de la structure facilitante.

2. *Bien souvent, les politiques et programmes qui réussissent sont ceux qui poursuivent une innovation marginale et (dans la mesure du possible) contribuent à l'acquisition de connaissances tacites* : Les responsables de l'action politique peuvent réduire l'incertitude en poursuivant une innovation marginale, en aidant les entreprises à acquérir des connaissances tacites sur les technologies établies et en ciblant les développements sur les niches. Cette attitude est parallèle à la focalisation marginale qui caractérise bon nombre d'activités du secteur privé.

3. *Il est dangereux de faire sortir le développement d'une technologie de sa trajectoire* : Exploiter le potentiel des technologies sans sortir de leur trajectoire établie implique un risque d'incertitude moindre que le fait de chercher à modifier la trajectoire ou à en créer une entièrement nouvelle.

4. *La flexibilité est importante* : Dans le monde incertain du progrès technologique, la seule chose à peu près certaine est qu'il y aura des imprévus. Les incertitudes sont nombreuses : elles sont liées tant au changement technologique qu'à la conception et à l'exploitation de nouveaux projets, programmes et politiques. Puisque la capacité d'affronter ce type d'incertitude suppose un apprentissage par l'expérience, les personnes chargées de concevoir les politiques et d'administrer les programmes doivent être capables de changer de cap ou d'annuler une entreprise si les expériences défavorables s'accroissent. De nombreux programmes et projets ont échoué parce que leurs procédures et leurs objectifs n'ont pu être modifiés au fur et à mesure que l'on accumulait l'expérience de ce qui était et de ce qui n'était pas possible. Pour pouvoir agir ainsi, il faut mettre en place des procédures de revue, d'amendement et/ou d'annulation des projets, des programmes, voire des politiques globales. Nous entendons par là qu'il faut avoir la capacité de réviser la structure interne des politiques et des programmes grâce à une flexibilité *de conception* des programmes, et de changer de cap ou d'arrêter des projets particuliers grâce à une flexibilité *d'exécution*.

5. *La diversité est l'une des meilleures protections contre l'incertitude* : Étant donné l'incertitude du progrès technologique, des expériences diverses sont souvent plus productives qu'une action unique et importante sur la voie qui semble au départ la plus prometteuse.

6. *On peut réduire le risque d'incertitude en exploitant l'interrelation entre utilisateurs et producteurs* : Les utilisateurs d'une technologie peuvent fournir aux producteurs des informations sur les caractéristiques souhaitées de cette technologie, les problèmes rencontrés avec les conceptions présentes et passées et leur donner une indication de la demande du marché pour ces innovations. Parallèlement, les producteurs peuvent offrir aux utilisateurs des possibilités dont ils n'avaient pas conscience. Nous avons insisté sur cet enseignement dans notre précédente explication des retombées.

Pièges au niveau de la conception

7. *La poursuite d'objectifs multiples est dangereuse* : Lorsque des politiques et des programmes poursuivent des objectifs multiples, les incertitudes inhérentes au progrès technologique font que ce sont probablement les objectifs non technologiques qui prévaudront *et la prévision de la viabilité commerciale future de l'avancée technologique couvrira tout ce qui est nécessaire pour justifier la décision de poursuivre*. Atteindre à la fois des objectifs technologiques et des objectifs de prestige politique, de développement régional ou autres revient pratiquement à

garantir que les objectifs technologiques seront asservis à d'autres fins. L'histoire des programmes technologiques est pleine d'exemples de jugements favorables portés sur une technologie et conservés malgré l'accumulation des signes défavorables par crainte des conséquences de l'annulation de ces programmes pour l'emploi, la région ou autres. En conséquence, chaque fois que cela sera possible, il ne faudra pas fixer des objectifs non technologiques supplémentaires aux programmes et aux politiques d'avancée technologique.

8. *La poursuite d'objectifs multiples peut être jouable si l'on dispose d'outils multiples* : L'enseignement 7 concerne essentiellement les politiques ciblées. Des programmes et des politiques plus complexes peuvent poursuivre avec succès des objectifs multiples s'ils affectent à chacun d'eux des instruments de politique distincts.

9. *La poursuite d'objectifs multiples peut être jouable si les priorités sont clairement établies* : Étant donné que nous envisageons des politiques conçues pour faire avancer la technologie, chaque fois qu'un même instrument sera au service d'objectifs multiples, il faudra, pour les raisons évoquées au point 7, donner la priorité à l'objectif technologique.

10. *Le prestige national doit être un résultat, pas un objectif* : Les politiques et les programmes qui ont pour objectif, déclaré ou simplement implicite, le prestige national souffrent d'un handicap par rapport à ceux qui sont choisis pour leur viabilité commerciale potentielle. Ces politiques et ces programmes tendent à avoir des effets contraires. Qui plus est, ils freinent bien souvent le progrès technique lorsqu'ils introduisent des technologies inférieures largement utilisées par de nombreuses industries nationales.

11. *Les politiques et les programmes doivent éviter la récupération* : mais aussi des politiciens qui se serviront des politiques et des programmes comme argument électoral. Ces deux types de récupération sont probables dans le cas d'une politique qui dispense une aide financière importante à un nombre choisi ou limité d'entreprises. Cette récupération devient plus probable lorsque les contributions sont allouées sur une base discrétionnaire et que les objectifs de politique et les critères de sélection des projets sont mal définis. La récupération politique est également d'autant plus probable que la publicité faite autour de l'élaboration et de l'application de la politique ou du programme est grande et que les préoccupations politiques influençant le processus de choix sont nombreuses.

Relations structurelles

12. *Il faut se préoccuper de l'interdépendance existant entre la technologie et la structure* : Des changements affectant la technologie entraînent généralement des changements de structure et *vice versa*. Si les décideurs ne se donnent pour cible que l'un de ces éléments, ils obtiendront au niveau de l'autre des effets

induits qui auront un impact sur les performances globales de la politique ou du programme, par exemple en imposant des coûts non prévus ou en différant les développements ciblés. S'ils ignorent cette interdépendance, les responsables pourront cibler leur politique sur un ensemble incohérent de changements qui les empêcheront d'atteindre leurs principaux objectifs. Toutefois, comme le montre l'enseignement 1, les politiques et les programmes qui impliquent un grand saut tant au niveau de la technologie que de la structure sont voués à l'échec.

13. Les politiques et les programmes peuvent avoir un rôle utile d'incitation et de coordination des efforts de R-D précommerciale : Les politiques et les programmes peuvent aider à réunir et à diffuser des informations techniques non appropriables. Ils peuvent également fournir les mécanismes par lesquels les entreprises pourront s'engager de manière crédible à conduire conjointement une R-D précommerciale, réduisant ainsi la thésaurisation de connaissances et minimisant les coûts liés aux doublons.

14. Les politiques et les programmes doivent chercher à maximiser les retombées positives : Nous avons vu que des avancées technologiques différentes ont des retombées différentes lesquelles dépendent, entre autres choses, de l'état actuel de la trajectoire du développement et des complémentarités existant à la fois à l'intérieur des sous-technologies d'une technologie principale et entre systèmes technologiques.

Forces du marché et information

15. Il faut, chaque fois que possible, utiliser les forces du marché et l'expertise dans ce domaine des agents du secteur privé : Les responsables de l'action publique peuvent aider les innovateurs sous réserve que des objectifs commerciaux et concurrentiels guident leur intervention. Cela implique de trouver un juste équilibre entre concentration et protection du marché et concurrence en matière d'innovation, et de réagir aux signaux commerciaux reflétant la viabilité des projets. Les décideurs seraient mal avisés d'imposer des décisions commerciales. Autrement dit, ils devront éviter une gestion microéconomique et l'élimination ou l'ignorance des signaux du marché).

16. Il est important d'assurer la coordination et la diffusion de l'information : Toutes les entreprises n'ont pas consciences des technologies existantes ou émergentes qui peuvent leur être les plus utiles. Des politiques et des programmes contribuant à la diffusion des connaissances technologiques existantes peuvent réduire les coûts irréversibles et discrets d'acquisition qui sont souvent trop élevés pour des entreprises individuelles, en particulier des petites entreprises.

17. *La viabilité commerciale doit être recherchée* : La poussée technologique, c'est-à-dire la recherche de la technologie pour elle-même, a fréquemment produit des merveilles de technologie qui ont été des échecs commerciaux.

18. *Les politiques doivent, autant que possible, exploiter l'expertise* : Si ce conseil semble aller de soi, il a été maintes fois ignoré par bon nombre de politiques et de programmes dans de nombreux pays. L'administration d'une politique ou d'un programme de complexité même moyenne, suppose un large éventail d'expertises, notamment dans les domaines technologique, commercial, financier et administratif. Dans la mesure du possible, ces expertises doivent être développées en interne. Si cela n'est pas possible, ou si le coût à payer est excessif, il faut élaborer des mécanismes qui permettront d'aller chercher l'expertise à l'extérieur.

19. *La participation des parties prenantes doit toujours être recherchée* : Bon nombre de politiques ciblées ne peuvent être testées qu'après coup, mais le fait que les parties prenantes soient ou non disposées à investir une partie de leurs capitaux est un excellent frein aux comportements irréalistes du secteur public. La plupart des erreurs du MITI japonais ont consisté à encourager des programmes en dépit de la réticence des investisseurs privés. La plupart de ses succès ont été enregistrés lorsque le secteur privé a montré par ses investissements qu'il était de l'avis du MITI.

20. *Les mécanismes stimulant la concurrence augmentent les chances de succès* : Les politiques et les programmes conçus pour mettre les entreprises en concurrence dans le domaine de l'innovation augmentent la probabilité de succès commercial. La concurrence incite également les entreprises en quête de profits à faire toute une série d'expériences diverses qui bien souvent génèrent une grappe d'innovations. A l'opposé, on trouve des politiques qui suppriment la concurrence en choisissant et en appuyant un champion national en termes d'entreprise ou de technologie.

Politiques et programmes fourre-tout

Dans Lipsey et Carlaw (à paraître), nous étudions les politiques fourre-tout et nous nous demandons comment leur potentiel peut être évalué avant que l'on dispose d'indices de leur succès (par exemple, au stade de la conception et au début de la mise en œuvre).

Avec les politiques et les programmes fourre-tout, une approche directe de la mesure des résultats est rarement facile, souvent même impossible. On est donc contraint de recourir à une approche indirecte qui utilise l'ensemble des enseigne-

ments décrits ci-dessus. Pour ce faire, ces enseignements sont utilisés comme *critères* de conception et de fonctionnement. La procédure est la suivante :

- *Étape un* : Nous examinons les évaluations existantes effectuées par des tiers. Ces évaluations s'attachent essentiellement, mais pas exclusivement, aux résultats. Bien souvent, elles suggèrent fortement le succès ou l'échec mais elles sont rarement, sinon jamais, définitives. Le fait que l'évaluation d'une politique contienne une part de jugement qui ne peut être *totale*ment résolue par des mesures scientifiques n'étonnera pas quiconque se place dans une perspective structuraliste.
- *Étape deux* : Nous comparons la conception de la politique ou du programme en question aux critères de conception et de fonctionnement de Lipsey et Carlaw et à partir de là nous nous formons un jugement sur le potentiel de succès ou d'échec.
- *Étape trois* : Lorsque les deux procédures ci-dessus aboutissent à des résultats concordants, nous en concluons que la probabilité de succès ou d'échec est grande.
- *Étape quatre* : Si les jugements résultant des deux procédures ne concordent pas, nous cherchons à les rapprocher.

La procédure à laquelle fait allusion le point deux est la suivante. Premièrement, nous jugeons au vu des indications dont nous disposons comment se classe chaque politique par rapport à chacun de nos critères de conception et de fonctionnement en lui attribuant une appréciation : succès certain (S), succès sous réserves (QS), succès incertain (U), échec sous réserves (QF) ou échec certain (F). La mention sous réserves indique soit des résultats mitigés (penchant vers S ou vers F) ou simplement une applicabilité moindre du critère en question. Lorsque le critère ne s'applique pas au programme en question, il est accompagné de la mention NA pour ne s'applique pas. Deuxièmement, nous faisons le cumul mécanique de ces appréciations en indiquant pour la politique ou le programme étudié le nombre de critères obtenant chacune d'elles. Troisièmement, nous nous forçons un jugement définitif de la performance globale de la politique ou du programme au vu de nos critères. Là, un élément de jugement supplémentaire est nécessaire car tous les critères n'ont pas la même importance et un petit nombre d'entre eux sont d'une importance telle qu'ils conditionnent le succès. L'un de ces éléments consiste à éviter un saut important tant au niveau de la technologie que de la structure. Les autres suivent de près. Citons, par exemple, le fait d'éviter la récupération, une conception et une réalisation extrêmement rigides, la poussée technologique et la recherche dominante du prestige national.

Lorsque le jugement que nous portons sur le programme diffère sensiblement de celui des autres évaluateurs, nous cherchons à les rapprocher (étape quatre). Pour ce faire, nous comparons les perspectives théoriques que nous avons retenues et celles des autres évaluateurs et nous cherchons à établir

l'origine des différences entre les deux. Dans les cas étudiés jusqu'ici, l'origine de ces différences réside dans les hypothèses qui caractérisent les théories employées. Dans le cas du programme IRAP étudié ci-avant comme dans celui du programme DIPP de productivité de l'industrie de défense, qui a été annulé sans examen majeur, les évaluations structuralistes favorables de Lipsey et Carlaw diffèrent de celles des économistes néoclassiques qui ont condamné ces deux politiques.

Comme le montre cette analyse d'études de cas, il existe des différences majeures quant aux implications de politique entre les tenants de la vision néo-classique du monde et ceux de la vision structuraliste-évolutionniste. Si dans certains cas, leurs conseils peuvent être complémentaires, dans d'autres cas importants ils s'opposent. Dans ce cas, il faut choisir une vision du monde si l'on veut évaluer une politique. Pour nous, il ne fait aucun doute qu'en cas de conflit les données et les théories conformes à ces données sont en faveur des politiques structuralistes-évolutionnistes.

NOTES

1. Bien entendu, ces deux conceptions se recoupent quelque peu, ce qui laisse à penser qu'elles ont en commun certaines visions des comportements et certaines recommandations concernant l'action politique.
2. Pour un exposé récent de ces différentes conceptions de la concurrence, voir Blaug (1997).
3. Le terme « structuraliste », qui met l'accent sur toutes les relations structurelles que n'englobe pas le modèle néoclassique, et le terme « évolutionniste », qui met l'accent sur la vision autrichienne de la concurrence, sont utilisés de manière interchangeable. L'un et l'autre de ces raccourcis peuvent être utilisés et l'expression « structuraliste-évolutionniste » saisit les principaux aspects des différences par rapport à la vision « néoclassique ».
4. Les deux sections qui suivent font brièvement allusion à des questions décrites plus en détail dans Lipsey, Bekar et Carlaw (à paraître, 1998).
5. Ces recommandations fragmentaires ignorent la théorie de l'optimum de second rang qui montre que le fait d'éliminer quelques imperfections du marché dans un monde où doivent subsister d'autres imperfections n'accroîtra pas nécessairement, ni même vraisemblablement, le bien-être (Lipsey et Lancaster, 1956). L'optimum de second rang reste pour le conseiller en politique une tare de famille que l'on cherche à dissimuler. Malgré quelques rares exceptions, comme la théorie de l'union douanière qui prend en compte les effets de détournement des échanges, ces conseils fragmentaires sont généralement donnés avec quelques tentatives d'étude des réactions à l'optimum de second rang.
6. Dans Lipsey (1994), j'ai analysé plus en détail ce qui fait que le changement technologique endogène au niveau microéconomique détruit le concept d'affectation optimale des ressources.
7. En théorie rien n'exclut la possibilité pour que, rétrospectivement, le rendement global de la R-D et de l'activité innovante soit inférieur à son taux de rendement social souhaitable, voire négatif. Pour quiconque a été élevé dans la théorie néoclassique, il semble paradoxal qu'une activité procurant des avantages importants que l'agent actif ne peut s'appropriier soit néanmoins en situation de surproduction.
8. Nous donnons ici quelques-unes des raisons qui nous incitent à approuver ce jugement. Le changement technologique est souhaitable car il est le moteur de la croissance, une croissance que les décideurs jugent souhaitable. Du fait que nous vivons

dans un monde d'incertitude où le changement technologique est endogène, où de petites causes peuvent avoir de grands effets, où les externalités sont immenses et où bien souvent il n'existe pas d'équilibre unique, il convient d'encourager le changement technologique par des mesures de politique publique. De plus, cela peut se justifier par le fait que les gains qu'en retireront ceux qui réussiront en termes de valeur sociale (qu'ils parviennent ou non à se l'approprier) sont supérieurs aux pertes qui en résulteront pour ceux qui échoueront. De fait, de nombreux échecs en matière d'innovation (quoique pas tous) sont des succès en termes de connaissances fournies au sujet des difficultés rencontrées sur certains chemins de la connaissance technologique.

9. Sulzenko (1997) discute d'une restructuration majeure du service canadien Industry Canada, qui s'inscrit pour l'essentiel dans la ligne de cette perspective structuraliste et dans laquelle il a joué un rôle majeur en tant que ministre adjoint à la politique industrielle et scientifique chez Industry Canada.
10. Cet ordonnancement dans le temps des profits et des pertes est l'une des raisons essentielles qui nous empêchent de dire avec une totale confiance qu'il est justifié d'encourager les gains technologiques. Il est possible, par exemple, qu'une nouvelle technologie soit adoptée en dépit de la perte nette qu'elle entraîne pour la société, parce que les agents responsables de l'introduction du changement technologique en sont les bénéficiaires nets. Ils introduisent donc la technologie de façon rationnelle en dépit des pertes nettes pour la société qui pourraient se manifester pour partie sous des formes diverses de ralentissement macroéconomique. En outre, les coûts entraînés par le changement structurel tendent à se produire dès le départ alors que ses avantages profitent à quelques-uns dès à présent et profiteront à l'avenir à tout un chacun. Ainsi, bien qu'une analyse coûts-avantages ait montré qu'une nouvelle technologie proposée ne devait pas être adoptée parce qu'elle se soldait pour la société par une perte nette, une deuxième analyse coûts-avantages effectuée après sa mise en place pourrait montrer que cette technologie ne doit pas être éliminée. Cela tient compte d'une séquence de GPT dont chacune présente actuellement une valeur négative pour la société et entraîne dans un premier temps un ralentissement mais qui sont néanmoins acceptées à un stade ultérieur de leur évolution comme présentant un intérêt pour la société.
11. Nous discutons plus en détail de ces effets d'entraînement dans Lipsey, Bekar et Carlaw (à paraître, 1998).
12. L'une des principales évolutions dont discute Sulzenko (1997) est en accord avec ce point : il a été reconnu que l'innovation n'est pas linéaire et qu'elle doit être holistique [et qu'elle est dans une large mesure]... fonction... des relations et des réseaux existants entre institutions ».
13. Entre 1918 et 1939, la recherche financée sur fonds publics a joué aux États-Unis un rôle important dans le développement de nombreuses technologies de base de l'industrie aéronautique naissante (par exemple le train d'atterrissage escamotable). Ultérieurement, au tout début des avions à réaction, des externalités importantes comme les fuselages et les moteurs mis au point pour les appareils militaires américains ont eu des applications civiles (le fuselage a été utilisé sur les Boeing 707 et les moteurs sur les Boeing 747). Toutefois, les retombées du bombardier furtif ont été

relativement limitées car la technologie nouvelle hautement sophistiquée et spécialisée mise au point pour cet appareil n'a eu que peu d'applications extérieures.

14. Selon ce critère, la politique américaine qui a consisté à ne pas apporter d'aide majeure à l'industrie aéronautique avant 1914 lorsque son potentiel était encore incertain, puis de lui accorder une aide publique importante entre les deux guerres à une époque où les appareils évoluaient rapidement et où leur utilisation se généralisait, était donc fondée. (Les informations tirées d'autres politiques d'aide à la technologie laissent à penser que ce conseil est beaucoup plus facile à donner qu'à suivre.)
15. Dans un modèle néoclassique où des fonctions continues et à pente négative relient les retombées escomptées et la R-D dans chaque branche d'activité, une aide générale à la R-D entraîne une dépense de R-D *marginale* dans toutes les branches d'activité. Ce résultat est un pur produit des hypothèses du modèle et ne se retrouve ni dans les modèles structuralistes ni dans le monde réel.

BIBLIOGRAPHIE

- ARROW, K. (1962), « Economic Welfare and The Allocation of resources for Invention », dans *The Rate and Direction of Economic Activity: Economic and Social Factors*, NBER, Princeton.
- ARTHUR, B. (1988), « Competing Technologies: An Overview », dans G. Dosi *et al.* (éd.), *Technical Change and Economic Theory*, Pinter, Londres.
- BALDWIN, J. (1996), « The Importance of Research and Development for Innovation in Small and Large Canadian Manufacturing Firms », Draft, 8 avril, for the Six Countries Programme Conference, R&D Subsidies at Stake.
- BLAUG, M. (1997), « Competition as an End-state and Competition as a Process », dans *Trade Technology and Economics, Essays in Honour of Richard G. Lipsey*, B. Curtis Eaton et Richard G. Harris (éd.), Edward Elgar, Cheltenham, Royaume-Uni.
- CONSEIL ÉCONOMIQUE DU CANADA (1983), « Les Enjeux du Progrès : Innovation, Commerce et Croissance, Le Conseil, Ottawa.
- CONSEIL NATIONAL DE RECHERCHE DU CANADA (1984), *NRC-CNRC Programme d'Aide à la Recherche Industrielle, rapport annuel 1983-84*, avril, NRC, Ottawa.
- DAVID, P. (1991), « Computer and Dynamo: The Modern Productivity Paradox in a Not-too-distant Mirror », dans *Technology and Productivity: The Challenge for Economic Policy*, OCDE, Paris.
- GILROY, G. (1993), « Programme d'Aide à la Recherche Industrielle (IRAP) : Rapport sur le Processus d'Attribution », papier préparé pour Sciences, Industrie et Technologie Canada.
- GROSSMAN, G. et E. HELPMAN (1991), *Innovation and Growth in the Global Economy*, MIT Press, Cambridge.
- LIPSEY, R.G. (1994), « Markets, Technological Change and Economic Growth », Quid-I-Azam Invited Lecture, dans *The Pakistan Development Review*, hiver, vol. 33, n° 4, pp. 327-352.
- LIPSEY, R.G. et C. BEKAR (1994), « A Structuralist View of Technical Change and Economic Growth », dans *Bell Canada Papers on Economic and Public Policy*, vol. 3, Proceedings of the Bell Canada Conference at Queen's University, John Deutsch Institute, Kingston.

- LIPSEY, R.G., C. BEKAR et K. CARLAW (à paraître, 1998), « General Purpose Technologies: What Requires Explanation », chapitre 2 dans E. Helpman (éd.), *General Purpose Technologies and Economic Growth*, MIT Press, Cambridge, MA.
- LIPSEY, R.G. et K. CARLAW (1996), « A Structuralist View of Innovation Policy », dans *The Implications of Knowledge-based Growth*, Peter Howitt. (éd.), University of Calgary Press, Calgary.
- LIPSEY, R.G. et K. CARLAW (à paraître en 1998), *Assessing Innovation Policies: Taking Schumpeter Seriously on Innovation Policy*, monographie devant être publiée par Industrie Canada.
- LIPSEY, R.G. et K. LANCASTER (1956), « The General Theory of Second Best », *The Review of Economic Studies*, 24, pp. 11-32.
- METCALFE, S. (1996), « Science Policy and Technology Policy in a Competitive Economy », rapport présenté à la SAS britannique, septembre 1955, manuscrit.
- NELSON, R. (1995), *The Agenda for Growth Theory: A Different Point of View*, IIASA Working Paper.
- ROSENBERG, N. (1976), *Perspectives on Technology*, Cambridge University Press, Cambridge.
- ROSENBERG, N. (1982), *Inside the Black Box: Technology and Economics*, Cambridge University Press, Cambridge.
- ROSENBERG, N. (1994), *Exploring the Black Box: Technology, Economics, and History*, Cambridge University Press, Cambridge.
- SCHURR, S. et al. (1990), *Electricity in the American Economy*, Greenwood Press, New York.
- SIDDIQI, K.U., B.A. McINTOSH et J. ATACK (1983), *Program Evaluation Assessment Report, Industrial Research Assistance Program (IRAP) Component*, The Program Evaluation Office, National Research Council, Canada.
- SULZENKO, A. (1997), « Technology and Innovation Policy for a Knowledge-based Economy: The Changing Views in Canada », voir ce volume.
- TARASOFSKY, A. (1984), « Les Programmes fédéraux d'aide à l'innovation », Conseil économique du Canada, Ottawa, Ontario.
- USHER, D. (1994), *The Collected Papers of Dan Usher*, E. Elgar Publishing, Aldershot, Royaume-Uni.
- VON HIPPEL, E. (1988), *The Sources of Innovation*, Oxford University Press, New York.
- WOMACK, J.P., D.J. JONES et D. ROOS (1990), *The Machine that Changed the World*, Rawson Associates, New York.

LES DEUX PILIERS DES POLITIQUES TECHNOLOGIQUES : ÉQUILIBRE ET ÉVOLUTION

TABLE DES MATIÈRES

Résumé	86
I. Évolution économique	86
II. Politiques d'innovation européennes	96
III. Établir des politiques technologiques dans un monde complexe en évolution	106
IV. Conclusions	109
Notes	111
Bibliographie	112

Cet article a été écrit par J.S. Metcalfe et L. Georghiou du Centre for Research on Innovation and Competition, ESRC, et du PREST, Université de Manchester. Les auteurs remercient Sharon Boardman pour son aide dans la rédaction de ce document et Andrew James qui a collaboré à l'élaboration des concepts applicables à l'établissement de politiques évolutives complexes.

RÉSUMÉ

Grâce à la théorie économique la plus largement admise, on dispose aujourd'hui, pour formuler les politiques technologiques, d'une méthode bien établie qui s'articule autour des notions interdépendantes d'équilibre et d'intervention pour corriger les dysfonctionnements du marché dans l'affectation des ressources en faveur de l'effort d'innovation. Dans cette optique, le décideur se comporte comme un planificateur chargé d'optimiser l'intérêt collectif en intervenant sur les coûts et les bénéfices marginaux pour améliorer le comportement des entreprises. Le présent document vise un double objectif : plaider la cause du décideur qui adapte son action en fonction du progrès technologique par opposition à celui qui cherche à en optimiser les effets et de replacer ce distinguo dans le débat d'idées visant à aborder l'innovation selon une approche systémique, en s'appuyant sur les tendances nouvelles de l'action des pouvoirs publics en Europe dans le domaine de l'innovation, dont l'aide au financement, la constitution de réseaux, la fourniture de conseils et la prospective. Il ne s'agit pas là d'une question triviale, car elle implique, à notre avis, un examen fondamental de l'objet et des limites de l'action des pouvoirs publics. La discussion se fonde sur une perspective évolutionniste du changement économique, mettant l'accent sur la variété des comportements et le processus de sélection : le dernier pour produire coordination et cohérence, le premier pour constituer la base de tout changement et de tout développement économiques. Dans cette approche, la division du travail revêt une importance capitale, non seulement en liaison avec son rôle traditionnel par rapport à la production de biens et de services, mais également en liaison avec la production de savoir et de compétences.

I. ÉVOLUTION ÉCONOMIQUE

Capitalisme et équilibre sont deux notions fondamentalement irréconciliables. C'est l'héritage légué par Schumpeter pour guider des générations de chercheurs qui se demandent pourquoi le monde économique change et, d'aucuns pourraient même ajouter, pourquoi change-t-il de façon aussi imprévisible ? En effet, l'un des paradoxes principaux du capitalisme moderne est la coexistence de mécanismes institutionnels très décentralisés et faiblement coordonnés pour tirer

parti de la créativité individuelle et de mécanismes de marché fortement structurants qui traduisent sous forme de changements dans le champ de l'économie les résultats de la créativité individuelle. Ainsi, le processus de croissance économique et de développement va de pair avec la création de nouvelles activités, la disparition de celles qui sont dépassées et une fluctuation permanente de l'importance relative des activités existantes. Qu'il s'agisse de la répartition entre les grands secteurs d'activité comme l'agriculture, la construction manufacturière ou les services, ou à l'intérieur des branches ou, *a fortiori*, entre les entreprises à l'intérieur de chaque branche, on retrouve toujours la même image de changement permanent et généralisé dont la résultante est une forte tendance à l'expansion. Plus le niveau d'agrégation est élevé, moins ces phénomènes essentiellement capitalistes sont discernables et bien que les mesures effectuées au niveau macroéconomique soient souvent riches d'enseignements, on ne comprend vraiment la situation qu'en analysant l'émergence des innovations endogènes et des réponses apportées au changement au niveau microéconomique. Pour y parvenir, une perspective évolutionniste est parfaitement appropriée car elle prend naturellement en compte les interactions entre les changements qualitatifs et quantitatifs : la nouveauté fournit le matériau du changement, la coordination, grâce au marché et à d'autres processus non marchands, transforme ce matériau en formes de changement que nous qualifions d'évolution économique.

Innovation et évolution : un processus en trois étapes

Le modèle classique du changement évolutionniste est souvent présenté comme un processus en deux étapes : d'abord les phases de création de la variété, puis les phases de sélection pour produire des formes de changement. Il convient de souligner quelques aspects de cette dynamique évolutionniste classique. Premièrement, l'analyse privilégie les populations d'entités interdépendantes et c'est la différence de comportement entre les membres d'une même population qui constitue le facteur crucial de l'évolution. Une perspective fondée sur la notion de comportement représentatif ou uniforme est tout à fait incompatible avec cette approche. Deuxièmement, une perspective évolutionniste opère une distinction opérationnelle importante entre deux modes de changement, à savoir au sein des entités pertinentes et entre ces entités. La première est parfois appelée évolution *transformationnelle* et la seconde évolution *variationnelle*, c'est-à-dire changement en référence à l'importance relative de ces entités dans la population. Un processus de sélection est par nature dynamique d'où les différents taux de croissance de ces entités et l'évolution de leur poids respectif dans les changements affectant la population. Dans les méthodes modernes d'analyse, ces processus dynamiques sont décrits par des mécanismes rétroactifs dans lesquels les fluctuations de l'importance relative d'une entité dépendent de la façon dont son comportement se compare avec le comportement moyen dans la population

(Metcalfe, 1998). En l'occurrence, il existe une relation étroite avec la notion évolutionniste d'adaptation, sous réserve de considérer l'adaptation comme une croissance différentielle et de se rappeler que l'adaptation n'est pas une cause mais une conséquence de l'évolution (Metcalfe, 1998). Dans le contexte du développement, le changement est évidemment étroitement lié à l'innovation et aux différences de comportement qu'elles induisent entre les entreprises concurrentes. La nouveauté, et la création de nouveauté, est la clef de voûte du concept d'évolution. Ces variations sont nécessaires pour maintenir la diversité dans la population et c'est cette diversité qui rend possible la sélection. Ainsi, les modèles évolutionnistes prennent naturellement en compte deux phénomènes cruciaux pertinents pour les politiques technologiques, à savoir l'innovation et la diffusion de l'innovation. Dans cette optique, l'évolution économique est sans objectif défini et largement imprévisible dans ses conséquences à long terme.

Enfin, il importe de souligner que l'évolutionnisme est une forme de raisonnement qui peut s'appliquer sans référence quelconque aux sciences du vivant. Les biologistes n'ont fait qu'ouvrir la voie. Ainsi, dans la sphère économique et sociale, nous devons être très attentifs à l'aspect délibéré de l'activité d'innovation, sa dépendance à l'égard des espoirs et des attentes et son rapport à la mémoire et à l'expérience passée. Les innovations sont, par définition, des fluctuations erratiques dans la mesure où leurs conséquences ne peuvent pas être connues à l'avance étant tributaires du comportement de particuliers ou d'entités sur lesquels l'entreprise innovante n'a pas de prise. Les innovations étant des événements singuliers, l'impossibilité de les traiter sur le mode probabiliste est une vérité quasiment axiomatique. En effet, comme on ne peut pas en dresser une liste exhaustive, on ne peut pas pondérer en termes probabilistes les éléments que nous pensons pouvoir retenir.

Les questions qui découlent naturellement de l'optique évolutionniste ont trait au monde du changement : quelles sont les origines des différents comportements ? Quelles sont les contraintes qui limitent la différenciation des comportements ? Quels sont les mécanismes de sélection qui transforment les différences de comportement en formes d'évolution ? Existe-t-il une limite naturelle ou un moyen d'accélérer le processus évolutionniste ? En posant les questions de cette façon, on comprend facilement pourquoi les économistes, dont l'intérêt premier est l'étude de l'évolution technologique, ont trouvé très féconde la théorie évolutionniste. Qu'elles soient radicales ou progressives, on peut établir des correspondances entre comportements différents et innovations et il s'agit de savoir quelles sont les origines de l'innovation et les contraintes qui la façonnent. Les mécanismes de sélection correspondent à un éventail de processus marchands et non marchands dans lesquels la division du travail entre organisations et particuliers est organisée de façon à produire des formes de changement.

S'agissant de l'innovation, de nombreux chercheurs insistent sur l'imprévisibilité inhérente des résultats et les liens d'interdépendance entre différentes innovations et organisations innovantes. Aux fins du présent document, nous pouvons résumer notre interprétation si nous faisons valoir que les innovations dans les domaines de la technique et de l'organisation ne sont pas des événements aléatoires ; elles sont en fait orientées et canalisées par des cadres cognitifs qui sont formalisés par des règles et des pratiques institutionnelles. Les formes prises par l'innovation reflètent des variations de faible amplitude, limitées par le capital intellectuel et institutionnel immergé dont dépend leur développement. Dans les processus d'innovation coexistent volontarisme et inertie, ce qui explique la relative rareté des innovations radicales, l'aspect cumulatif du développement et l'apparition de la plupart des innovations à l'issue d'un processus d'expérimentation empirique à l'intérieur de frontières acceptées à l'avance. A l'instar de ce qui se passe dans le vivant, la plupart des expériences d'innovation se soldent par un échec et le processus semble stérile et propre à accréditer l'idée que le planificateur intelligent, soucieux de l'intérêt général, peut améliorer le processus en évitant les répétitions inutiles. Mais, le plus souvent, cela serait une erreur ; l'imprévisibilité renvoie à une incertitude irréductible et non pas à un risque calculable et ce qui apparaît *a posteriori* comme du gaspillage est en réalité une information pertinente sur les pistes à éviter dans l'ensemble théorique des innovations possibles. Il est particulièrement important de reconnaître que les innovations découlent d'une conjonction d'anticipations quant à la situation de la technologie et du marché et le choix de l'application commerciale pèse au moins aussi lourd que celui de la technologie au sens étroit. Dans ce cas, il est importe autant de comprendre l'évolution de la demande et la situation du marché que l'évolution de la technologie sous-jacente. En général, les deux vont de pair et se renforcent mutuellement de sorte que la politique technologique au sens strict n'est qu'un élément dans la politique plus générale en matière d'innovation. Bien entendu, c'est ce qui est en filigrane dans le vieux débat entre les tenants de l'effet moteur de la technologie et ceux qui privilégient le rôle de la demande, mais on feint bien trop souvent d'en ignorer la leçon : les anticipations technologiques ne suffisent pas pour assurer le succès de l'innovation. Le corollaire est clair, seule l'entreprise est à même de faire la synthèse des anticipations technologiques et économiques.

Enfin, il importe de noter que l'innovation correspond au type d'activité expérimentale pragmatique que l'on s'attendrait à trouver dans des systèmes évolutifs complexes. L'apparente complexité tient partiellement au fait que les organisations innovantes fonctionnent rarement dans un isolement complet. Soit officiellement, soit officieusement, elles bénéficient pour leurs activités d'innovation de l'apport d'un réseau plus large d'institutions, tirant ainsi parti d'une division de travail dans la production du savoir et des compétences. Nous reviendrons plus tard sur cette question.

Examinons de plus près le rôle des mécanismes de sélection dans le processus d'évolution entraîné par l'innovation. Les institutions du marché qui mettent en relation les fournisseurs et les utilisateurs des innovations sont au cœur de ce dispositif. Ces institutions ne doivent pas être jugées sur leurs performances, mais sur leur capacité de favoriser l'adaptation et le changement. En effet, les processus commerciaux sont essentiels pour assurer la diffusion des nouvelles technologies dans l'ensemble du système économique, à condition que ces technologies soient jugées « supérieures » aux autres solutions disponibles. Les marchés coordonnent le développement de la demande et de l'investissement et la croissance de la capacité de production en même temps que les processus d'apprentissage qui interviennent entre les utilisateurs et les fournisseurs. C'est la raison pour laquelle nous entendons par concurrence, non pas un état d'équilibre, mais un processus de changement induit par la rivalité affectant les structures économiques et les positions relatives d'entreprises individuelles et de secteurs entiers. En tant que telle, la concurrence commerciale se confond avec le processus de diffusion de l'innovation, qu'il s'agisse de produits ou de procédés : le mode de diffusion de l'innovation n'est pas sans conséquence économique pour l'emploi, les échanges et le niveau de vie. En outre, l'innovation étant un phénomène plus ou moins continu, on obtient en fin de compte un processus de développement évolutif qui peut transformer totalement les modes d'activité économique en vigueur en un temps relativement très court. La diffusion par les mécanismes du marché n'est pas l'unique cause de changement à prendre en considération. Il faut également reconnaître le rôle des processus d'imitation qui facilitent la diffusion de la technologie grâce à des échanges non marchands de portée limitée : la reproduction, légale ou non, directe ou indirecte, de pratiques existantes. A l'évidence, cette question est étroitement liée au droit de la propriété intellectuelle et à la capacité de maintenir un certain degré de confidentialité concernant certaines évolutions.

Jusqu'ici nous avons respecté le schéma classique consistant à présenter l'évolution comme un processus à deux étapes, variation et rétention sélective. Toutefois, en termes économiques, il existe une troisième étape qui est particulièrement intéressante du point de vue de la politique technologique, la mise à profit du retour d'informations du processus de sélection pour élaborer une nouvelle variété. Ce phénomène, que nous qualifierons donc d'innovation endogène, explique pourquoi l'histoire de la technologie semble suivre un cours immuable dans lequel les technologies qui prennent de l'avance tendent à la maintenir. Évidemment, il n'y a rien là d'inéluctable, les choses se sont simplement déroulées ainsi en l'absence de plan préétabli.

Ce phénomène endogène a pour effet de créer un lien étroit entre la coordination opérée par le marché et l'innovation selon une dynamique inverse de celle classiquement en action dans la concurrence. Normalement, les technologies évoluent suivant une séquence d'innovations dans un cadre cognitif de principes

et de contraintes théoriques. Nul doute que l'évolution de la séquence est façonnée par la croissance de l'échelle et du domaine d'application, par les incitations résultant des interactions utilisateurs/fournisseurs à améliorer et à orienter le processus dans certaines directions et par les flux de bénéfices qui servent classiquement à financer les activités de développement mises au point. Ainsi, les mécanismes du marché permettent non seulement de s'adapter à de nouvelles circonstances, mais aussi de stimuler l'apparition de conditions nouvelles propices à un surcroît de variété. Cette particularité revêt une importance cruciale pour ce qui suit. Connaissances scientifiques et anticipations technologiques sont loin de suffire pour expliquer l'innovation. Celle-ci suppose également des hypothèses quant à ce à quoi le marché accordera de la valeur, forme extrêmement subtile et détaillée de savoir.

Enfin, il convient de noter que la conséquence directe de la concurrence évolutionniste est de détruire la diversité qui rend le changement possible : en l'absence d'intervention, la pratique moyenne rejoint la meilleure pratique et toutes les autres variantes sont éliminées, d'où le tarissement du changement. Pour maintenir le processus d'évolution, la diversité doit être réalimentée par de nouvelles innovations partiellement endogènes, mais aussi exogènes. Pour les pouvoirs publics, la question devient évidente : l'intervention, qu'on lui donne une définition extensive ou restrictive, peut-elle améliorer ce processus évolutionniste ?

Des politiques évolutives

Dans notre analyse, à des processus du marché considérés comme un cadre évolutif doit logiquement correspondre un décideur pragmatique. Contrairement au planificateur social imbu d'un rationalisme inaltérable, le décideur dans le domaine de la technologie se distingue assez peu des personnes et des entreprises qu'il(elle) cherche à influencer. Son action s'inscrit dans un rationalisme prudent et un savoir limité et sa singularité réside dans sa légitimité politique et son pouvoir de coordination supérieur s'exerçant sur un éventail d'institutions. Dans la pratique, mener une politique pragmatique revient à jouer le rôle de catalyseur. Intervenant dans le contexte de systèmes d'innovation complexes, le décideur doit se résigner à un important degré d'indétermination et d'imprévisibilité quant aux conséquences des mesures prises. La part d'ambiguïté qui entre nécessairement dans la gestion des systèmes complexes justifie pleinement la mise en œuvre d'actions de caractère expérimental dont on pourra tirer des enseignements. Ainsi que deux de nos anciens collègues l'ont formulé, le responsable avisé utilise de nombreux instruments et n'abuse d'aucun (Carter et Williams, 1957).

Il découle de ce qui précède que la politique menée peut comprendre, en proportion variable, les trois étapes de l'évolution : innovation, diffusion et retour d'information. Pour l'essentiel, il s'agit d'infléchir le comportement des entreprises en tant que productrices d'innovation, mais rien n'oblige à s'en tenir là : un large éventail d'institutions contribuent régulièrement au processus d'innovation. A cet égard, il importe particulièrement de reconnaître le rôle joué par les utilisateurs intelligents et éclairés dans l'amélioration des technologies. A ce stade, quelques questions évidentes se posent. La politique menée vise-t-elle les entreprises en général ou certaines entreprises dans des secteurs particuliers ? L'intervention doit-elle viser des technologies données, considérées comme des ensembles de connaissances, compétences et artefacts, ou des programmes généraux de R-D. S'il s'agit de technologies données, faut-il privilégier les compétences, les connaissances ou les artefacts ou bien modifier l'ordre des priorités entre ces trois dimensions fondamentales de la technologie ? Ces questions sont au cœur du débat sur l'intervention des pouvoirs publics.

On notera le peu de place accordée dans la discussion ci-dessus au dysfonctionnement du marché comme justification à l'intervention des pouvoirs publics, sauf dans le sens le plus général, et cela requiert une explication plus détaillée.

Le concept de dysfonctionnement du marché a rendu de grands services aux économistes intéressés par le progrès technique. Toutefois, il n'est pas du tout clair qu'il en a été de même dans la pratique pour les décideurs dans le domaine de la technologie. Certes, la défaillance du marché fournit une justification de caractère général à une intervention des pouvoirs publics, mais elle demeure inévitablement vague au niveau des remèdes à apporter : une entreprise peut dépenser trop ou trop peu pour l'innovation, elle peut innover trop rapidement ou trop lentement, elle peut entreprendre des projets trop aventureux ou se montrer trop timorée. Par conséquent, la politique à mettre en œuvre dépend des circonstances et suppose que le décideur possède une connaissance approfondie de ce qu'il faut bien appeler les anticipations faites par les entreprises. Si l'on n'y prend pas garde, l'entreprise et le décideur loin des réalités deviennent indissociables, situation guère souhaitable au moins dans la tradition anglo-saxonne de la politique économique.

Si l'on envisage les causes classiques de défaillance des marchés sous un angle évolutionniste, l'analyse change de façon subtile mais significative. Examinons pour commencer la question de l'asymétrie de l'information, source sérieuse de danger moral et de problèmes d'anti-sélection dans la théorie d'équilibre général de la concurrence. Loin d'être anormale, cette asymétrie est essentielle au fonctionnement de la concurrence dans une optique évolutionniste. Sans asymétrie, il ne saurait y avoir de nouveauté ou de variété. En fait, innovation et asymétrie de l'information sont de véritables synonymes et il ne faudrait pas

oublier qu'une possibilité de gain connue de tout le monde n'est une possibilité de gain pour personne (Richardson, 1960).

Dans ce contexte, il convient bien entendu d'évoquer la question des retombées qui se pose uniquement quand les entreprises se trouvent dans des situations fondamentalement différentes au plan de l'information. Si une entreprise A possède les mêmes informations que l'entreprise B, aucune retombée de l'une vers l'autre n'est en toute logique possible. Certes, ce phénomène est important et tient fondamentalement à l'imperfection des droits de propriété dans le domaine de l'information. Mais l'information n'est pas le savoir et il n'y a aucune raison de penser que si les retombées circulaient dans toutes les directions, les attraits de l'innovation s'en trouveraient affaiblis de façon excessive. Si les flux sont à sens unique le problème est tout autre et se ramène à une question empirique (Liebeskind, 1996).

Les aspects du savoir liés à la notion de bien collectif relèvent de la même logique. La singularité du savoir est qu'il est utilisé mais pas « épuisé », ce qui ne veut pas dire pour autant qu'il s'agit d'un bien gratuit. La diffusion du savoir comporte des coûts de réception et de transmission et cette division intellectuelle du travail implique que les entreprises doivent préalablement investir elles-mêmes dans la connaissance pour pouvoir comprendre les informations émanant de sources externes. En effet, il faut que la source et le destinataire possèdent des références de base communes pour que le transfert de connaissances « avancées » puissent s'opérer aisément. Bien entendu, cela ne garantit en rien qu'à partir d'un apport d'information identique chacune des deux parties fera progresser dans les mêmes proportions son propre capital de savoir. À l'évidence, pour l'entreprise l'intérêt du savoir acquis dépend de la complémentarité de ce savoir par rapport au capital de connaissances qu'elle possède déjà. La notion de bien collectif n'est simplement pas assez précise pour appréhender ces distinctions importantes. Cela est particulièrement vrai quand on prend en compte la subtilité et la dimension implicite d'une grande partie du savoir lié à l'innovation. Ce dernier se distingue du savoir scientifique qui est le paradigme de la notion de bien collectif. Tout ce que l'on peut dire de la science c'est qu'elle circonscrit le cadre de l'innovation sans apporter de connaissances sur des innovations spécifiques (Vincenti, 1991).

L'économiste évolutionniste tire deux grands enseignements de ce qui précède. Premièrement, les entreprises privées seront prêtes à produire des connaissances relatives à l'innovation si cela leur permet d'acquérir un avantage comparatif sur leurs concurrents. En pratique, l'imperfection des droits de la propriété ne devrait pas changer grand-chose à cette attitude. Il suffit, pour s'en convaincre, d'étudier l'histoire et la longue série d'innovations d'origine privée depuis le début de la révolution industrielle. Deuxièmement, tout laisse à penser que l'innovation est un phénomène omniprésent dans l'économie. Le caractère

aléatoire de l'innovation implique que ses causes et son contenu défient la prévision : elle doit donc être stimulée sans discrimination et souvent dans des secteurs improbables. C'est cette particularité qui donne sa justification à l'aide publique pour l'acquisition de connaissances et de compétences génériques, condition nécessaire mais pas suffisante en elle-même de l'innovation.

Dichotomie dans l'action des pouvoirs publics

Il y a une logique évidente à placer les entreprises au centre des initiatives publiques dans le domaine de la technologie et de l'innovation, mais il ne s'agit là que de la première étape. Pour que les politiques puissent influencer le taux d'innovation, celle-ci doit être un phénomène endogène, ce qui suppose que les entreprises sont confrontées à des fonctions de progrès techniques et à des limites théoriques. Dans chaque entreprise, le processus de décision dépend de liens implicites et idiosyncratiques unissant les facteurs entrant dans l'innovation et les résultats attendus. Sans cette étape, il est impossible d'appréhender les innovations comme des décisions délibérées ou de comprendre la répartition des ressources consacrées à l'innovation. Par conséquent, ce type de relations propre à chaque entreprise, doit être systématiquement pris en compte pour assurer l'efficacité de l'action publique. On peut utilement se représenter les relations innovation-débouché en les replaçant dans l'édifice intellectuel qui sous-tend une activité donnée ; c'est-à-dire, les principes qui définissent le but d'un produit ou d'un service, sa méthode de fabrication et sa méthode d'utilisation ou d'application. Cet édifice intellectuel, qui reflète l'état du savoir, en partie scientifique au sens classique du terme, en partie technologique, concernant le mode d'obtention d'un résultat donné plutôt que son objet, est partiellement codifiable mais en grande partie implicite. Il est rare aujourd'hui qu'une démarche théorique s'appuie sur une seule discipline, la tendance étant plutôt à la fusion de connaissances transcendant les clivages traditionnels pour étayer des nouvelles théories (Kash et Rycroft, 1994). Il s'agit d'une question qui est très liée à l'infrastructure technologique d'une économie, comme nous le verrons plus bas.

On peut estimer que cet édifice intellectuel décline les débouchés virtuels d'innovations particulières d'où émergeront des séquences de produits *et* d'applications. A moins de changer l'ensemble des principes, on doit s'attendre à trouver une limite à ce qui peut être fait, d'où l'accent mis sur des trajectoires de développement sigmoïdes à l'intérieur d'un édifice intellectuel cohérent (Georghiou *et al.*, 1986).

A n'importe quel moment dans le temps, une entreprise aura acquis un niveau de compétences et un corps de connaissances spécifiques dont la conjonction la placera dans une position unique. Si l'entreprise décide de poursuivre l'effort d'innovation à ce stade, cette accumulation de connaissances joue le

rôle du facteur fixe classique provoquant une décroissance du rendement de l'effort d'innovation. Bien entendu, dans la mesure où un surcroît d'effort conduit à enrichir les connaissances, il modifie le facteur fixe limitant et crée de nouvelles possibilités, mais, là encore, se pose le choix entre ne pas exploiter et diminuer les rendements immédiats. Évidemment, en dernier ressort, les sources de connaissances virtuelles s'épuisent et tout progrès supplémentaire devient impossible (Machlup, 1962).

Cela étant, l'éventail des politiques d'innovation peut ensuite être divisé selon deux grands axes¹ :

- politiques qui encouragent les entreprises à exploiter au maximum leurs possibilités d'innovation existantes, en s'appuyant sur leurs bases de connaissances propres ;
- politiques qui accroissent les possibilités d'innovation en augmentant les connaissances et les capacités de l'entreprise de telle façon que le même niveau d'effort produise des résultats supérieurs en matière d'innovation (nous éludons ici un certain nombre de questions difficiles relatives à la façon de mesurer les moyens et les résultats dans le domaine de l'innovation).

Entrent dans le premier groupe de politiques les plans destinés à réduire le coût de la R-D au moyen d'aides à l'innovation, de subventions à la R-D et d'allègements fiscaux en faveur de la R-D, ainsi que les politiques d'achat public qui accroissent la demande de produits d'innovation et les politiques visant à aider les entreprises utilisatrices à adopter de nouvelles technologies (démonstrations). Chacune de ces politiques peut améliorer la rentabilité et stimuler l'innovation, encore que leur portée reste un sujet de débat (Metcalf, 1995). Du point de vue des pouvoirs publics, il s'agit essentiellement de savoir si ces effets s'additionnent, ce qui amène à s'interroger sur le moment où les efforts supplémentaires déployés entraînent une baisse des rendements marginaux *anticipés* pour l'innovation ; la réponse sera propre à chaque secteur et dépendra de la richesse de la base de connaissances sous-jacente. S'agissant des rendements marginaux, il convient de ne pas oublier que la divergence à prendre en considération entre rentabilité de l'innovation du point de vue de l'intérêt privé ou public est une divergence *a priori*, qui existe uniquement dans l'esprit des décideurs concernés. On peut la mesurer *a posteriori*, mais il est alors trop tard. Si l'aide est ciblée, le choix des entreprises est également problématique, de même que l'évaluation des capacités d'innovation des quelques entreprises retenues. La question peut s'avérer particulièrement épineuse dans le cas des entreprises ayant de bonnes idées, mais peu d'expérience dans la gestion des projets d'innovation.

Le second groupe de politiques est de nature tout à fait différente. Au lieu de considérer les capacités d'innovation comme un paramètre donné, elles cherchent à les renforcer en aménageant un meilleur accès au savoir externe afin de

favoriser les efforts d'innovation des entreprises. Ces politiques visent à accroître les capacités d'innovation. Ce groupe de politiques se caractérise par un suivi plus attentif du travail fondamental et des activités de recherche et de développement dans le secteur pertinent ainsi qu'aux initiatives en collaboration de diverses natures. Dans l'ensemble, ces politiques partent du principe qu'il y a une division du travail dans la production du savoir relatif à l'innovation, qu'aucune entreprise individuelle ne possède à elle seule le savoir et les compétences suffisantes et que la mise en relation des entreprises avec la sphère plus large des institutions productrices de savoir est une opération rentable. Ces politiques visent à promouvoir le processus d'accumulation des connaissances où la vitesse à laquelle une entreprise est susceptible d'apprendre est tributaire de la vitesse d'apprentissage d'autres institutions complémentaires et *vice versa*. La documentation relative aux systèmes d'innovation contient beaucoup d'informations, notamment sur les passerelles entre institutions et les conséquences des modes de liaison qui en résultent pour l'accumulation mutuelle de connaissances. Cela conduit à une stratégie très différente pour les pouvoirs publics, à savoir concevoir et créer des organisations et des structures institutionnelles qui soutiennent et renforcent le processus d'innovation (Justman et Teubal, 1995; Teubal, 1997; Freeman, 1987; Lundvall, 1992; Carlsson, 1997).

II. POLITIQUES D'INNOVATION EUROPÉENNES

Limites, diagnostics et tendances principales

Pour examiner la politique d'innovation en Europe, il convient en premier lieu de définir quelques limites. En termes politiques et géographiques, le présent document vise l'Europe occidentale, et plus précisément, les 15 pays Membres de l'Union européenne (UE). Ces distinctions sont accentuées par des critères économiques, car les pays d'Europe centrale et orientale, malgré certains exemples de progrès rapides, demeurent encore bien loin de leurs homologues occidentaux en termes de développement économique. En outre, les Membres de l'Union européenne sont parvenus à un degré élevé d'intégration économique et bénéficient tous des politiques d'innovation administrées par la Commission européenne, en particulier le Programme cadre, un grand programme de financement pluriannuel qui contribue à hauteur de 50 pour cent aux projets de R-D en collaboration, et qui prévoit aussi une variété de mesures destinées à faire partager les expériences et à étendre les avantages de la mise en réseau à des aspects situés en aval des politiques d'innovation et de l'infrastructure.

La commodité de ce découpage ne doit pas masquer les écarts substantiels qui persistent au sein de l'Union européenne en termes de capacité scientifique et de capacité d'innovation. Les trois plus grands pays, Allemagne, France et

Royaume-Uni, ont contribué à hauteur de 74 pour cent aux dépenses de R-D de l'UE en 1992 (Union européenne, 1994) et à 80 pour cent des brevets américains octroyés à des pays membres de l'UE dans l'ensemble des secteurs industriels en 1993. D'autres pays, comme les Pays-Bas et les membres nordiques, ont des économies moins puissantes mais hautement développées, alors que les membres du sud de l'Europe (à l'exception partielle de l'Italie) se sont essentiellement préoccupés de mettre en place leurs infrastructures de R-D et d'innovation à partir d'une base relativement modeste. Pendant une période d'austérité économique, aggravée par les efforts pour respecter les critères d'adhésion à la monnaie européenne unique, ces pays ont eu un comportement atypique au cours de la décennie passée en augmentant en pourcentage du PIB leurs dépenses publiques en faveur de la R-D, mais le degré de convergence atteint demeure relatif et ils restent loin derrière la moyenne de l'Union européenne dans son ensemble.

Cette diversité n'a pas empêché la réalisation de plusieurs études de la position de l'Europe par rapport à celle des États-Unis et du Japon. Deux documents d'orientation importants émanant de la Commission européenne résument l'état récent des réflexions. Le premier, intitulé *Livre blanc sur la croissance, la compétitivité et l'emploi* (Commission européenne, 1994), rassemblait les points de vue des États Membres sur le problème du chômage et attirait l'attention de l'Union européenne sur la position défavorable à long terme de l'Union européenne par rapport aux États-Unis et au Japon en termes de chômage, de parts de marché à l'exportation, de R-D et d'innovation, y compris son incorporation dans les produits commercialisés, ainsi que de mise au point de nouveaux produits. On considère que les politiques d'innovation, notamment dans les domaines de l'environnement, de la santé et des médias pourraient avoir des incidences modérées, mais positives, sur l'emploi.

Il est devenu de règle pour la Commission de définir le problème central de la politique d'innovation en Europe comme une capacité comparativement limitée de transformer les percées scientifiques et les réalisations technologiques en succès industriels et commerciaux.

Le second document important, *Livre vert sur l'innovation*², qualifie la situation de « paradoxe européen » en faisant valoir que, comparées aux performances scientifiques de ses principaux concurrents, celles de l'UE sont excellentes, mais qu'au cours des 15 dernières années, ses performances technologiques et commerciales dans les secteurs de haute technologie se sont détériorées. Ce raisonnement est critiquable à plusieurs égards, notamment en raison des écarts considérables selon les secteurs, mais le principal problème inhérent à cette analyse est qu'elle traduit en termes stratégiques un modèle d'innovation linéaire ou séquentiel. La Commission partage ce point de vue avec d'autres organes dont le principal moyen d'action est le financement de la recherche. La thèse soutenue dans le présent document est que le principal progrès à porter au crédit de la politique européenne en faveur de l'innovation dans les

années 90 a été de reconnaître que l'aide à la R-D ne constitue qu'un moyen d'intervention nécessaire parmi d'autres. On doit admettre que le *Livre vert* s'engage assez loin dans cette voie en mettant l'accent sur l'importance des compétences stratégiques et organisationnelles au sein des entreprises innovantes et du contexte réglementaire, législatif et fiscal dans lequel s'inscrit l'action des entreprises, notamment la propriété intellectuelle et l'infrastructure publique en matière de services de soutien à la recherche et à l'innovation.

Ce type d'analyses est devenu de plus en plus fréquent à l'échelon national. Au Royaume-Uni, le gouvernement publie chaque année un « *White paper on Competitiveness* » où sont étudiés certains aspects du contexte dans lequel évoluent les entreprises (Department of Trade and Industry, 1994) ; l'Irlande procède à un examen approfondi de ses politiques dans les domaines de la science et de l'innovation dans le cadre d'un organe réuni à cet effet, le « Science, Technology and Innovation Advisory Council » (Science, Technology and Innovation Advisory Council, 1995) ; en France, l'action de l'Agence nationale de valorisation de la recherche, ANVAR, a été passée en revue à la lumière des changements intervenus dans le secteur de l'innovation (Chabbal, 1994) et en Allemagne une série de rapports ont exprimé des préoccupations quant à la position technologique du pays (NIW/DIW/ISI/ZEW, 1995). La prolifération de ces analyses de haut niveau dans ces pays et d'autres pays européens est révélatrice de quelques tendances importantes. Elles mettent en lumière de profondes préoccupations politiques devant une perte apparente de compétitivité industrielle et des taux de chômage élevés. La technologie et l'innovation sont considérées comme des éléments clés pour résoudre ces problèmes. Simultanément, l'Europe a subi des modifications structurelles qui ont directement touché les systèmes d'innovation dans trois secteurs essentiels. Au niveau des entreprises, trois tendances se sont dégagées au cours de la décennie. Premièrement, la mondialisation des activités technologiques a eu des effets mitigés en Europe. Parmi les points positifs, il faut mentionner d'importants investissements, notamment par des entreprises d'Extrême-Orient (250 implantations de laboratoires de R-D japonais en Europe en 1994), mais ces investissements n'ont pas été également répartis, le Royaume-Uni en ayant été le principal bénéficiaire. En revanche, les coûts relativement élevés de l'exécution de la R-D en Europe ont incité des entreprises à déménager leurs laboratoires sous des cieux financièrement plus cléments. Deux pays à coût élevé, l'Allemagne et les Pays-Bas, ont mis en place des mesures spécifiques d'incitation pour convaincre les entreprises de ne pas déménager. Même dans des pays européens plus compétitifs comme le Royaume-Uni, la menace de délocalisation par les multinationales est maintenant à l'ordre du jour des débats sur la politique scientifique nationale, par l'intermédiaire d'un rapport récent sur la (mauvaise) situation de l'équipement de recherche dans les universités, illustré de quelques exemples de délocalisation par de grandes entreprises pharmaceutiques désireuses de se rapprocher de chercheurs universitaires de

haut niveau dotés d'un équipement de qualité (Georghiou, Halfpenny *et al.*, 1996). La mondialisation des grandes entreprises (ainsi que la capacité des PME de créer des emplois) peut en partie expliquer une autre tendance des politiques d'innovation consistant à privilégier les petites et moyennes entreprises.

La deuxième tendance des entreprises, qu'on retrouve dans d'autres parties du monde, a été le déclin des laboratoires centralisés, la recherche étant le plus souvent organisée sur une base contractuelle et l'essentiel du budget étant détenu par les services d'exécution. D'où la tendance à privilégier les problèmes commerciaux immédiats dans les activités de recherche au détriment sensible de la recherche stratégique à long terme. Quelques grandes entreprises ont sous-traité leurs programmes stratégiques à des universités (montrant en l'occurrence un étonnant manque de compréhension des externalités qui interviennent dans l'exécution de la recherche). Les anciens laboratoires d'entreprise se sont de plus en plus détachés de leurs anciens tuteurs, et nombre d'entre eux sont prêts à accepter des activités de sous-traitance extérieures pour survivre. Leurs difficultés ont été aggravées par la troisième grande tendance, le déclin des contrats de R-D liés à la défense consécutif à la fin de la guerre froide.

Dans le secteur public, les laboratoires nationaux ont fait l'objet de mouvements de réforme et de restructuration massifs dans toute l'Europe. Dans certains cas, ce processus a été motivé par l'expiration du mandat initial des laboratoires (par exemple, le développement du nucléaire civil), mais ceux-ci ont également été touchés par des réformes plus vastes affectant le secteur public, souvent appelées sous le terme générique « Nouvelle gestion publique » (Hood, 1995). Cela a entraîné des modifications telles que l'instauration de la mise en concurrence de l'offre sur une base contractuelle, de styles de gestion inspirés du secteur privé et d'une relation d'égal à égal entre les laboratoires et les ministères dont ils relevaient auparavant. Dans presque tous les cas, ces modifications se sont inscrites dans un mouvement vers la commercialisation, allant de pair avec une demande en faveur d'un accroissement de la part des ressources tirées de contrats extérieurs, s'accompagnant souvent d'une obligation d'entrer en concurrence pour des activités commandées par le gouvernement qui leur revenaient précédemment de droit. Dans certains pays, en particulier le Royaume-Uni, ce processus est allé jusqu'à la privatisation complète. Les politiques d'innovation de plusieurs pays ont visé à renforcer et à exploiter ces évolutions en s'attachant à inciter ces laboratoires à appuyer plus énergiquement l'innovation industrielle.

Dans le troisième grand secteur technologique, les universités, les années 80 ont été marquées par un puissant mouvement en direction d'une collaboration avec l'industrie dans les activités de recherche, grâce à une succession de modèles (Georghiou et Metcalfe, 1990), dont les projets de recherche exécutés en commun grâce à un financement partiellement public ont représenté la forme la plus achevée. Ces modèles étaient encore essentiellement plaqués sur les structures universitaires classiques et ont trouvé leur expression la plus

exemplaire dans la prolifération de « bureaux de transfert de technologies » qui cherchaient à récupérer les résultats obtenus dans les universités pour leur trouver des applications. Dans les années 90, le modèle a progressé au point que les universités sont un élément explicite des politiques nationales d'innovation et les crédits de recherche sont de plus en plus censés déboucher sur des résultats exploitables. Gibbons *et al.* (1994) ont décrit cette évolution comme la transformation d'un savoir produit dans un contexte intellectuel monodisciplinaire en un savoir créé dans des contextes sociaux et économiques transdisciplinaires plus vastes.

Les changements décrits plus haut ont révélé des faiblesses dans les systèmes d'innovation, notamment une convergence entre les principales classes d'exécutants de la R-D en direction d'un marché de la recherche contractuelle de plus en plus encombré. Simultanément, les missions initiales des trois exécutants sont menacées : perte de capacité stratégique dans les entreprises; perte de capacité de renforcement des compétences pour fournir des avis indépendants dans le secteur public, et quant aux universités, on est fondé à se demander jusqu'à quel point elles peuvent mener des recherches en réponse à une demande externe, sans délaisser les directions de recherche découlant de la dynamique propre à la production du savoir. Au plan stratégique, la dispersion qu'entraînent ces changements nécessite la mise en place de nouvelles passerelles.

Cependant, on peut aussi considérer ces évolutions comme des forces conditionnant le développement de la politique d'innovation en Europe et s'inscrivant dans un effort plus vaste visant à mettre la science fondamentale et l'évolution technologique au service de buts économiques et sociaux. On trouvera dans la section suivante, quelques éléments saillants intervenus dans la politique d'innovation en Europe.

Politiques d'innovation

Plusieurs taxonomies ont été proposées pour les politiques d'innovation, notamment celle de Rothwell et Zegveld (1981) qui a été récemment mise à jour par Dodgson et Bessant (1996) à la lumière des recherches sur l'apprentissage et les capacités. Aux fins du présent document, nous examinerons des mesures gouvernementales concrètes selon une méthode simple qui distingue deux grands types de politiques :

- aide aux entreprises pour exploiter plus efficacement leurs possibilités d'innovation existantes; et
- création ou renforcement des capacités d'innovation en accroissant le savoir et les capacités des entreprises de façon à augmenter leur rendement en matière d'innovation.

Ces deux orientations ont trait aux effets des stratégies et peuvent donc coexister au sein d'une même mesure gouvernementale. Néanmoins, nous ferons valoir qu'en matière de politique d'innovation en Europe la seconde orientation s'est développée au détriment de la première. Examinons quelques-unes des principales mesures prises par les pouvoirs publics.

Affectation de crédits pour l'innovation

En général, on considère deux grandes variantes dans cette stratégie, l'affectation d'une aide *directe* par l'intermédiaire de subventions ou de prêts pour des projets individuels et d'une aide *indirecte* par le biais d'allègements fiscaux en faveur de la R-D ou d'autres activités d'innovation (bien qu'en Allemagne il existe également la notion d'aide « spécifique indirecte », en application de laquelle toutes les demandes de subventions recevables sont acceptées jusqu'à épuisement du budget). On justifie le plus souvent ces stratégies par l'argument classique du dysfonctionnement du marché, à savoir que livrées à elles-mêmes les entreprises n'investiront pas suffisamment dans les activités d'innovation, faute de pouvoir récolter tous les bénéfices qui en découleront. Selon cette logique, si l'on prend en compte les avantages pour la collectivité, l'affectation de fonds publics est justifiée. Le caractère cumulatif ou non de ces mesures est fondamental, autrement dit dans quelle mesure la subvention accordée aux entreprises constitue un apport supplémentaire et non pas un substitut à des dépenses qui auraient été effectuées de toute façon. Les incitations fiscales tendent à récompenser les augmentations de dépenses, tandis que l'aide directe est normalement assortie de procédures d'évaluation pour suivre chaque projet, notamment sous l'angle financier.

Pendant les années 70, l'aide financière directe aux projets d'innovation était une pratique relativement courante. L'essor de politiques plus prudentes menées dans les années 80 s'est traduit par un abandon progressif des aides à des entreprises individuelles en faveur d'une aide financière réservée à des programmes en collaboration interentreprises et universités-entreprises (sauf pour les PME, comme on le verra ci-après). En l'occurrence, la justification était que la collaboration présentait de nombreux avantages [partage des coûts et des risques, complémentarité, mise au point de normes, apprentissage stratégique (Georghiou et Barker, 1992)], mais que la recherche en collaboration est plus coûteuse, notamment pour les nouveaux venus, ce qui justifiait une aide financière. D'aucuns ont également avancé que la recherche en collaboration était par nature plus sujette aux « fuites » et que, par conséquent, les arguments relatifs à l'appropriation des bénéfices s'y appliquaient *a fortiori*. Il était également plus facile de concilier la R-D en collaboration avec l'idéologie conservatrice en faisant valoir que les entreprises ne seraient prêtes à collaborer que sur des projets

« préconcurrentiels » dont elles exploiteraient indépendamment les résultats et en concurrence les unes avec les autres.

La R-D en collaboration a été une caractéristique des programmes nationaux en Europe, mais a atteint sa forme la plus achevée en tant qu'instrument principal des Programmes Cadres de la Commission européenne et de l'Initiative EUREKA, projet distinct plus proche du marché. Dans ces deux cas, les arguments développés plus haut sont renforcés par la volonté d'utiliser la R-D pour faire avancer l'intégration européenne. Assez paradoxalement, alors que la possibilité d'obtenir des crédits a, certes, constitué une motivation importante à l'adhésion des entreprises à ces programmes, il ressort des évaluations que les conséquences les plus durables se situent au niveau des changements de comportements positifs qu'ils ont induits dans les entreprises participantes s'agissant de la création de liens stratégiques (Buisseret, Cameron et Georghiou, 1995). Comme on peut s'y attendre, la conjonction la moins favorable pour ce type d'effet est celle qui remplit les conditions d'une « pré-concurrence » initiale en réunissant les concurrents. Les entreprises ont tendu à éviter de tels projets, sauf dans des circonstances inhabituelles (recherche prénormative pour l'élaboration de normes ou activités où la concurrence joue peu comme la sécurité) au profit de projets qui s'articulent autour de collaborations verticales entre fournisseurs et clients, avec la participation supplémentaire d'universitaires (Ormala *et al.*, 1993). Au fur et à mesure que les programmes ont investi de nouveaux domaines comme la recherche biotechnologique, les préoccupations du secteur privé concernant la protection de la propriété intellectuelle conduisent à des demandes en faveur de projets qui ne mettent en jeu qu'une seule entreprise (avec des collaborateurs appartenant au monde universitaire) (Commission des Communautés européennes, 1997).

A l'échelon national, l'aide à la R-D industrielle en collaboration se tarit progressivement, en partie parce qu'elle bénéficie déjà des projets européens (encore que cela pose un problème pour EUREKA qui ne dispose pas d'un budget propre, mais qui est tributaire de chaque gouvernement participant qui finance ses propres ressortissants par le biais de projets internes – de nombreux participants à EUREKA ne reçoivent pas de fonds publics). Au niveau national, la priorité consiste à accorder des fonds aux PME pour la R-D et l'innovation, souvent en soutenant des projets de capital-risque. Ainsi, la Suède possède le Fonds industriel suédois (une fondation contrôlée par l'État) qui gère un programme de capital-risque destiné aux petites entreprises innovantes dans leurs premières phases de développement; en Finlande, des fonds analogues subventionnent la R-D dans les PME sous forme de prêts en faveur du développement proportionnels à l'apport de l'entreprise; en France, des crédits considérables sont disponibles pour promouvoir l'adoption de technologies de pointe par les PME; l'Allemagne lance un programme d'aide pour aider les PME à déposer des brevets, qui couvre les frais juridiques et les dépenses d'enregistrement

connexes au dépôt d'un brevet ; le Royaume-Uni accorde des financements à des projets sélectionnés de PME dans le cadre de ses programmes SMART et SPUR. Pour la première fois, le NASDAQ a un équivalent européen, l'EASDAQ.

Aide à la constitution de réseaux

Les stratégies en vue de favoriser la constitution de réseaux se sont essentiellement attachées à améliorer les relations entre les entreprises, d'une part, et les laboratoires du secteur public et les universités, de l'autre. C'est probablement au Royaume-Uni que l'on trouve la manifestation la plus exemplaire de cette politique avec le *White Paper on Science, Engineering and Technology* publié en 1993 (premier document de ce genre depuis les années 60) qui assignait comme mission à toutes les activités de recherche bénéficiant d'un financement public le soutien à la création de richesse et à la qualité de la vie. Outre qu'elle a donné aux conseils de recherche des indications sur leur mission qui les lient à des secteurs d'utilisation déterminés, ce document a eu pour effet d'obliger les titulaires de subventions de démontrer l'intérêt de leur travail pour les usagers, même dans le domaine de la recherche fondamentale. Une part croissante des crédits a été attribuée aux chercheurs qui sont en mesure d'obtenir des contributions du secteur privé, l'argument étant que c'est un signe qu'ils mènent des recherches dont les résultats sont exploitables. La quasi-totalité des pays européens ont des programmes visant à favoriser la constitution de réseaux : l'Agence d'innovation suédoise, NUTEK, a invité les entreprises à se regrouper à l'échelon local sur la base d'objectifs communs pour promouvoir l'utilisation de nouvelles technologies afin de constituer des réseaux réunissant entreprises, conseillers techniques et universités ; le ministère néerlandais des Affaires économiques a fusionné ses programmes en collaboration en un instrument unique en vue d'intensifier la coopération entre les entreprises et entre le secteur privé et les instituts de recherche dans un éventail de domaines technologiques ; l'Espagne administre un réseau de bureaux de transfert de recherche (OTRIs) ; en Grèce, les universités et les centres de recherche reçoivent des fonds pour créer des bureaux de liaison industrielle ; l'Allemagne renforce son infrastructure déjà impressionnante avec un nouveau programme d'*innovations-kollegs* dans lequel des équipes de recherche universitaires constituées de chercheurs venant du monde universitaire et du secteur privé seront financées à hauteur de 50 pour cent de leurs dépenses pendant une période de cinq ans. Les réseaux composés uniquement d'entreprises privées sont également en expansion, souvent dans le but de susciter une amélioration des performances par effet d'émulation.

Les mesures prises par les pouvoirs publics dans cette catégorie visent, à l'évidence, à accroître les débouchés des entreprises : dans le mode linéaire, on peut considérer qu'elles donnent aux entreprises accès à des résultats exploitables et, ce faisant, permettent l'application pratique d'un savoir. Si l'on envisage

l'innovation dans une perspective interactive, les relations qui en résultent apparaissent plus complexes, mais non moins intéressantes. Dans un schéma classique d'innovation, l'entreprise est principalement responsable de la mise au point tandis que les partenaires scientifiques améliorent le niveau technologique, résolvent les problèmes et vérifient et évaluent les résultats. Les régions moins développées et les PME y trouvent également un facteur de ressources car elles seraient incapables de produire elles-mêmes l'équivalent de cet apport extérieur et qu'elles ne pourraient probablement pas en payer le prix en termes strictement commerciaux. Pour les grandes entreprises, la motivation est différente – elles estiment que la mise en réseau avec la base scientifique leur ouvre une fenêtre sur les dernières innovations dans leurs domaines. D'où une dichotomie stratégique pour le Programme-cadre, les grandes entreprises insistant pour que la nouvelle phase mette l'accent sur la recherche stratégique à long terme, alors que les petites entreprises plaident en faveur d'un instrument soutenant des activités beaucoup plus proches du marché.

Conseils, information et infrastructure

La fourniture d'informations aux entreprises est un domaine de la politique d'innovation en plein essor. Elle ne se distingue pas nécessairement des autres catégories d'initiatives gouvernementales étudiées dans la mesure où ces conseils visent souvent à orienter les entreprises vers des partenaires appropriés ou à les aider à se procurer des fonds auprès de sources publiques ou privées. D'autres formes de conseils ont pour objet d'aider les entreprises à prendre des décisions quant à l'acquisition de technologies (en tant que savoir, compétence ou artefact), à améliorer leurs capacités de gérer l'innovation ou à les guider au plan réglementaire. Dans cette démarche, les pouvoirs publics (ou leurs représentants) sont plutôt des intermédiaires que des fournisseurs.

Au Royaume-Uni tout au moins, la justification de l'abandon progressif très net des programmes nationaux au profit d'un appui à la R-D en collaboration dans les secteurs de haute technologie et en faveur d'un soutien par l'information s'est appuyée sur des analyses qui font apparaître que l'aide bénéficiait essentiellement à un petit groupe de grandes entreprises dans un éventail de secteurs étroits. La grande majorité des entreprises, les PME et les entreprises des secteurs traditionnels étaient en grande partie exclues. Dans ces secteurs, les solutions consistaient plus généralement à acquérir des technologies mises au point ailleurs (y compris à l'étranger). Pour mettre en œuvre ces mesures, les autorités ont créé une nouvelle infrastructure fondée sur un réseau de « Relais-Entreprises », appelés guichets uniques, dans la plupart des agglomérations et villes où les entreprises sont orientées par des conseillers spécialisés vers la source de compétences dont une première analyse a indiqué qu'ils avaient besoin. Un cynique pourrait faire observer que ces politiques ont l'avan-

tage d'être considérablement meilleur marché qu'une aide directe à des projets, d'autant plus que la plupart des services doivent être payés, certes à des taux subventionnés. Il est trop tôt pour apprécier le succès du changement d'orientation de la politique menée par le Royaume-Uni (qui coïncidait avec le *White Paper*), mais des expériences antérieures de ce type de démarche ont montré que la difficulté principale est probablement de convaincre les entreprises de payer pour ce type d'informations.

D'autres pays développent également des activités dans cette direction. En France, une disposition nouvelle permet à certaines organisations d'être officiellement reconnues comme « Centres de ressources technologiques » et de fournir des services technologiques aux PME. Plusieurs pays ont lancé des programmes sectoriels, notamment pour promouvoir l'essor de la « société de l'information » par l'utilisation de technologies et de services appropriés. Dans le même ordre d'idées, des initiatives sont prises pour renforcer l'infrastructure, de telle sorte que les parcs scientifiques et technologiques rendent un nombre croissant de services visant à favoriser « l'incubation » des entreprises naissantes. La Commission européenne a joué un rôle actif dans ce domaine, en s'appuyant sur les programmes SPRINT et INNOVATION pour conférer une dimension transnationale à ces réseaux et faciliter le transfert de compétences.

Les grandes questions d'infrastructure affectent directement ou indirectement l'innovation. Le *Green Paper* met le doigt sur les lacunes dans le domaine de l'éducation, les obstacles à la mobilité et la pesanteur des procédures administratives à respecter pour créer de nouvelles entreprises. Les règlements régissant la propriété intellectuelle et les normes ont un rapport plus direct avec le système d'innovation.

Prospective et technologies critiques

Dans le contexte des nouvelles politiques d'innovation, l'élément le plus remarquable a peut-être été l'essor des programmes de prospective technologique en Europe au cours des années 90. Quelques pays, dont la France, sont depuis longtemps adeptes de la planification et de l'analyse prévisionnelle, mais la prospective a également pris racine dans des pays étrangers à cette tradition, en particulier l'Allemagne, le Royaume-Uni et les Pays-Bas. Parfois, l'objectif de la prospective a été d'établir des priorités pour le financement de la recherche technologique. La France a confié à un groupe la charge de déterminer des technologies « clés » (ministère de l'Industrie, 1995); les résultats de ce travail servent maintenant de base aux mesures visant à en promouvoir l'adoption et, plus généralement, sont utilisés pour fixer les priorités en matière de recherche. Au Royaume-Uni, le Technology Foresight Programme vise deux objectifs : établir des priorités pour les dépenses publiques en faveur de la R-D et promouvoir la constitution de réseaux entre l'industrie et la base scientifique (Office of

Science and Technology, 1995). Quinze comités ont fonctionné sur la base d'une vaste consultation, y compris une enquête Delphi. Les priorités ainsi définies ont été appliquées à la recherche stratégique par l'intermédiaire de la puissance publique et des conseils de recherche, tandis que les projets en collaboration entre les universités et l'industrie compatibles avec les thèmes prioritaires dégagés bénéficient d'un programme de suivi spécifique. Aux Pays-Bas, les études prospectives ont privilégié les aspects liés à la constitution de réseaux plutôt que la définition de priorités, alors qu'en Allemagne, des enquêtes Delphi à grande échelle ont été entreprises en collaboration avec le Japon, davantage dans le but d'informer que d'orienter les politiques.

D'aucuns ont avancé que la montée en puissance de la prospective et surtout l'enthousiasme avec lequel l'industrie l'a faite sienne, peut s'expliquer par la transformation du système d'innovation (Georghiou, 1996). L'expansion de l'économie de réseau, décrite ci-dessus, montre que les innovations sont aujourd'hui le fruit d'un travail en collaboration et mettent presque toujours en jeu des interactions avec les consommateurs, les fournisseurs, les responsables de la réglementation, les dispensateurs du savoir, etc. Cela est particulièrement vrai pour le type de systèmes complexes analysé dans la section II du présent document. En réalité, une partie du processus d'élaboration des stratégies qui se déroulait précédemment au sein de l'entreprise innovante se situe maintenant dans un domaine semi-public. La prospective fournit un espace dans lequel une stratégie commune peut se former, redonnant une certaine stabilité à l'environnement des entreprises. A cet égard, l'élément fondamental de la prospective n'est pas son aptitude à prévoir précisément l'avenir (nul n'en est capable), mais plutôt à indiquer aux participants comment leurs collaborateurs (et concurrents) l'imaginent. En possession de ces informations, toutes les parties concernées seront vraisemblablement mieux à même de saisir les occasions quand où elles apparaîtront.

III. ÉTABLIR DES POLITIQUES TECHNOLOGIQUES DANS UN MONDE COMPLEXE EN ÉVOLUTION

On peut résumer schématiquement comme suit les évolutions exposées ci-dessus. L'approche stratégique classique des pouvoirs publics consistant à considérer que les entreprises ont un potentiel d'innovation donné et à intervenir pour les encourager à exploiter plus efficacement cet acquis a été complétée par une stratégie visant à accroître le potentiel d'innovation à la portée des entreprises et leur aptitude à l'optimiser. Ce vaste mouvement de désengagement d'une stratégie fondée sur la distribution « d'aides et de subventions » au profit

d'une stratégie de « renforcement des infrastructures » a été particulièrement spectaculaire au Royaume-Uni, mais la tendance est plus générale (Kash et Rycroft, 1993; Galli et Teubal, 1996; Sulzenko, 1998, voir ce volume). Cette stratégie s'inscrit dans une perspective systémique. Certes, l'argument de la défaillance du marché pour justifier les politiques technologiques reste de mise, mais le planificateur n'est plus considéré comme l'équivalent du planificateur social parfaitement informé, corrigeant les signaux imparfaits du marché pour amener le secteur privé à prendre des décisions mieux adaptées à la situation. La prise en compte des caractéristiques systémiques complexes propres au processus d'innovation nous amène à justifier autrement l'intervention des pouvoirs publics, en prenant acte de l'ambiguïté et de l'incertitude dans lesquelles s'inscrit l'action des pouvoirs publics et la futilité de vouloir choisir les meilleurs au lieu de les encourager à se dégager en renforçant le processus d'innovation en général. La principale préoccupation de la nouvelle stratégie est de promouvoir la création de nouveauté en tablant sur l'interconnexion – relier entre elles plus efficacement les différentes forces et institutions en action dans le processus d'innovation. Cette stratégie vise donc l'infrastructure d'innovation et non pas directement les résultats concrets de l'innovation. En conséquence, une des tâches prioritaires du décideur est de recenser et d'évaluer les systèmes d'innovation et les collectivités de praticiens qui serviront de relais aux initiatives des pouvoirs publics.

Dans la logique évolutionniste, le décideur doit se poser un certain nombre de questions pour déterminer les institutions en jeu et les mécanismes qui les relient entre eux. Il s'agit fondamentalement de déterminer où se situent les capacités de production de savoir ? Il est généralement admis que les entreprises doivent regarder au-delà de leurs propres frontières pour trouver la solution aux problèmes liés à l'innovation. La création de ces liens peut faire intervenir un certain nombre de mécanismes allant de la diffusion générale passive et sans discrimination de l'information, à l'élaboration des programmes conjoints dans lesquels les activités de création de savoir des institutions participantes sont coordonnées. Entre les deux, on trouvera des tentatives plus systématiques de transfert de technologie qui passent souvent par la mobilité des travailleurs d'une institution à l'autre au sein du système. Lorsque les interconnexions sont faibles, il n'y a pas de coordination entre les plans des différentes institutions et la capacité d'une institution d'améliorer la contribution innovatrice d'une autre peut prendre un caractère purement fortuit – le hasard n'est pas un élément que l'on doit nécessairement balayer d'un revers de main, mais il a peu de chance par lui-même de donner des résultats très fructueux. Il s'agit de savoir si ces liens, même aléatoires et mal définis, peuvent être améliorés et, comme le montre l'expérience récente de l'Europe, la réponse est à l'évidence oui. Ce n'est pas une tâche facile; la singularité des modes de communication interne et des structures d'incitation qui caractérise les institutions indépendantes ne facilite pas les choses lorsque des institutions aussi dissemblables que les universités et les entreprises

privées cherchent à harmoniser leurs activités d'innovation malgré les différences dans leurs modes de production de savoir. En outre, seul le savoir ne faisant pas l'objet d'un droit de propriété peut être effectivement partagé dans ces circonstances, ce qui privilégie le progrès du savoir générique, lequel n'est pas l'élément de référence pour la création d'un avantage concurrentiel. Comme l'ont admis de nombreux auteurs, il y a des limites naturelles à la collaboration entre organisations concurrentes et pas seulement entre entreprises rivales (Metcalf, 1992).

Les tentatives pour modifier le programme de recherche des universités, par exemple en introduisant des critères externes dans le processus de financement de la recherche entraîneront nécessairement des tensions, surtout au moment où le volume global des crédits publics destinés à la recherche est en baisse. Il se pourrait que l'harmonisation des comportements ne puisse se faire que par la création d'institutions-relais spécialisées, liées à la base universitaire mais, par ailleurs, maîtresses de leur propre programme. Certes ces institutions peuvent continuer à se livrer à des travaux fondamentaux, mais ceux-ci sont choisis en fonction d'objectifs plus larges. La tendance aux activités en collaboration, l'analyse prévisionnelle et la création d'institutions-relais spécialisées sont autant d'éléments qui étayaient notre vision systémique.

Certes, cette priorité accordée à l'apprentissage en commun présente l'avantage de pouvoir accélérer les recherches dans des directions convenues et établies, mais elle peut constituer un obstacle très sérieux aux changements d'orientation radicaux de l'effort d'innovation. Dans la mesure où l'accumulation de savoir est un processus rétroactif positif, il y a toujours un risque d'enfermement dans des schémas intellectuels figés. L'inertie est une contrainte fondamentale de l'évolution et le problème revient à choisir entre promouvoir le progrès technologique le long de voies balisées ou encourager sans discrimination l'exploration de pistes nouvelles et potentiellement concurrentes. Les infrastructures d'innovation devraient être favorables à l'innovation progressive et moins propices à l'innovation radicale, sauf si cette dernière est encouragée de façon explicite. Bien sûr, cela soulève des questions particulièrement intéressantes concernant les systèmes d'innovation applicables aux technologies émergentes et sur les modes d'apparition de ces nouvelles structures institutionnelles.

Le deuxième aspect du changement de stratégie à souligner est la transformation implicite du décideur volontariste en décideur pragmatique. Il ne s'agit plus de corriger l'imperfection des incitations aux acteurs du secteur privé, il s'agit plutôt de faciliter l'émergence de possibilités nouvelles en renforçant l'infrastructure d'innovation. En l'espèce, la priorité consiste à coordonner les actions aboutissant à l'innovation par des méthodes non commerciales tout en reconnaissant qu'une fois les innovations apparues, elles seront régies par les mécanismes du marché.

Dans un monde d'une immense complexité au niveau microéconomique, le décideur pragmatique ne peut pas revendiquer un savoir supérieur, mais doit s'accommoder des contraintes d'un savoir parcellaire et imparfait au même titre que les entreprises et les individus qui essaient d'innover. La supériorité du décideur réside dans sa capacité de coordination qui s'exerce sur un éventail d'institutions variées. Son intervention peut échouer, comme toute stratégie complexe, et il s'agit de savoir comment le décideur apprend et s'adapte à la lumière de l'expérience. Planifier une stratégie évolutive n'est pas une tâche aisée car sa conception et sa mise en œuvre ne peuvent se faire qu'en fonction des jugements portés sur le fonctionnement du système dans son ensemble. Il est donc improbable dans cette perspective systémique que les politiques visent des entreprises individuelles, l'accent sera plutôt mis, comme nous l'avons vu, sur l'ensemble des groupes d'institutions œuvrant en coopération qui définissent un système d'innovation donné.

En définitive on peut résumer ce qui précède en disant que les politiques technologiques, à l'instar de l'innovation, sont un processus pragmatique. Donc, pour que le décideur apprenne et s'adapte, il faut insister fortement sur la notion d'expérimentation et d'évaluation. Dans la plupart des pays d'Europe, l'évaluation des politiques technologiques est institutionnalisée depuis les années 80, encore que les procédures varient en fonction des différentes cultures administratives (Georghiou, 1995). Il semble clair également que la perspective d'apprendre est une incitation puissante d'évaluation; les moyens d'évaluation se sont greffés sur les nouveaux instruments de politique. Ainsi, les programmes de R-D en collaboration ont été pendant plusieurs années un objet privilégié d'évaluation, mais la maîtrise de cet instrument aidant l'évaluation est devenue une procédure de plus en plus banale, s'apparentant à une activité de contrôle et s'appuyant de façon croissante sur des indicateurs de performance. L'émergence des nouvelles politiques d'innovation analysées dans le présent document devrait créer une nouvelle demande d'évaluations originales et approfondies qui permettront aux décideurs d'apprendre et de s'adapter.

IV. CONCLUSIONS

Pour résumer, nous avons simplement dégagé les principaux éléments des principes évolutionnistes et systémiques applicables aux politiques en matière de technologie et d'innovation. En voici la liste *point par point* :

- Bien qu'il puisse être utile de faire une distinction stratégique entre la promotion de l'innovation et la diffusion de l'innovation, en réalité les deux

actions sont étroitement imbriquées, de telle façon que l'exploitation des résultats du processus de diffusion influence considérablement le progrès d'une technologie.

- Souvent les technologies avancent par séquences d'innovations interdépendantes dans lesquelles l'extension des principes technologiques à de nouvelles applications commerciales constitue une incitation majeure. Les anticipations concernant le marché pèsent au moins autant que celles portant sur le savoir. Aussi, les utilisateurs intelligents sont-ils aussi importants que les fournisseurs innovants intelligents dans le processus d'innovation : si les utilisateurs apprennent lentement, cela limite inévitablement le rythme auquel les fournisseurs peuvent innover avec profit. En matière de technologie et d'innovation les politiques ne doivent pas privilégier l'offre au détriment de la demande du processus d'innovation.
- Les politiques peuvent influencer la mise au point de nouveaux dispositifs et de concepts, soit en subventionnant les résultats de l'innovation, soit en facilitant le processus. Cette dernière approche a été au cœur des initiatives récentes qui privilégient l'infrastructure d'innovation et une vision systémique de l'innovation. Il s'agit en l'occurrence d'établir des liens entre les entreprises et la base de savoir dont elles dépendent.
- D'importants aspects des systèmes d'innovation seront sectoriels par nature et déborderont de leurs frontières naturelles en raison de l'activité des entreprises transnationales et des liens unissant les utilisateurs aux fournisseurs. Cela étant, se posera un problème de coordination des différentes politiques nationales, ainsi que la stimulante question des institutions-relais transnationales.
- Il est difficile pour les décideurs de choisir entre une politique de portée générale applicable à toutes les entreprises et les technologies et une politique ciblée. Dans ce dernier cas, quelles entreprises et quelles technologies ? Cela s'apparente dangereusement à prétendre choisir les secteurs d'avenir.
- L'action des pouvoirs publics aura pour effet de changer le comportement des entreprises qui sont limitées par le système d'innovation applicable. D'où la question de savoir si la « conception » du système elle-même relève de l'action des pouvoirs publics. Dans le cas des technologies nouvellement émergentes, ou des technologies existantes en évolution rapide, il se peut qu'aucun élément institutionnel différent ne soit créé ou ne se révèle adapté aux nouvelles circonstances.
- Les processus évolutionnistes sont par nature peu rentables *a posteriori* et supposent beaucoup d'essais et d'erreurs. Toute politique de soutien à la création de nouveauté de portée générale prête donc le flanc à une objection évidente. Toutefois, rien ne démontre que dans un monde complexe il soit possible de faire mieux.

NOTES

1. Lipsey et Carlaw (1998, ce volume) font observer avec juste raison que dans de nombreux cas de figure les politiques joueront simultanément sur les deux tableaux. Je fais cette distinction uniquement dans un but didactique. Leur article contient un examen très pertinent de différentes façon de présenter les choix stratégiques, par exemple leur distinction entre programmes ciblés et programmes de portée générale.
2. Commission européenne (1995) *Livre vert sur l'innovation*, ECSC-EC-EAE, Bruxelles, Luxembourg.

BIBLIOGRAPHIE

- BUISSERET, T., H. CAMERON et L. GEORGHIOU (1995), « What Difference does it Make? », *International Journal of Technology Management*, 10, pp. 587-600.
- CARLSSON, B. (éd.) (1997), *Technological Systems and Industrial Dynamics*, Kluwer Academic Publishers.
- CARTER, C.F. et B.R. WILLIAMS (1957), *Industry and Technical Progress*, Oxford University Press.
- CHABBAL, R. (1994), *Le financement de l'innovation dans les PME*, ministère des Entreprises et du Développement économique.
- COMMISSION DES COMMUNAUTÉES EUROPÉENNES (1997), *Evaluation of the Biotechnology Programme*.
- COMMISSION EUROPÉENNE (1994), *Growth, Competitiveness and Employment – The Challenges and Way Forward into the 21st Century*, White Paper, ECSC-EC-EAEC, Bruxelles, Luxembourg.
- COMMISSION EUROPÉENNE (1995), *Green Paper on Innovation*, ECSC-EC-EAEC, Bruxelles, Luxembourg.
- DEPARTMENT OF TRADE AND INDUSTRY (1994), *Competitiveness: Helping Business to Win*, (CM2563), HMSO, Londres, mai.
- DODGSON, M. et J. BESSANT (1996), *Effective Innovation Policy: A New Approach*, International Thomson Business Press, Londres.
- FREEMAN, C. (1987), *Technology Policy and Economic Performance: Lessons for Japan*, Pinter, Londres.
- GALLI, R. et M. TEUBAL (1996), « Paradigmatic Shifts in National Innovation Systems », mimeo, Jerusalem University Institute.
- GEORGHIOU, L. (1995), « Research Evaluation in European National Science and Technology Systems », *Research Evaluation*, vol. 5(1), avril.
- GEORGHIOU, L. (1996), « The UK Technology Foresight Programme », *Futures*, vol. 28, n° 4, mai, pp. 359-378.
- GEORGHIOU, L. et K. BARKER (1992), « Management of International Collaboration », dans J.P. Swann (éd.), *New Technologies and the Firm*, Routledge, Londres.
- GEORGHIOU, L., P. HALFPENNY et al. (1996), « Survey of Research Equipment in United Kingdom », Committee of Vice-Chancellors and Principals, Londres.

- GEORGHIOU, L. et J.S. METCALFE (1990), « Public Science, Intellectual Property Rights and Research Administration », dans J. De La Mothe et L.M. Ducharme (éd.), *Science, Technology and Free Trade*, Pinter, Londres.
- GEORGHIOU, L., J.S. METCALFE, M. GIBBONS, J. EVANS et T.E. RAY (1986), *Post-Innovation Performance*, Macmillan, Londres.
- GIBBONS, M., C. LIMOGES, H. NOWOTNY, S. SCHWARTZMAN, P. SCOTT et M. TROW (1994), *The New Production of Knowledge*, Sage, Londres.
- HOOD, C. (1995), « The New Public Management in the 1980s – Variations on a Theme », *Accounting Organisations and Society*, vol. 20, n° 2/3.
- JUSTMAN, M. et M. TEUBAL (1995), « Technological Infrastructure Policy (TIP): Creating Capabilities and Building Markets », *Research Policy*, vol. 24, pp. 259-281.
- KASH, D.E. et R.W. RYCROFT (1993), « Two Streams of Technological Innovation: Implications for Policy », *Science and Public Policy*, vol. 20, pp. 27-36.
- KASH, D.E. et R.W. RYCROFT (1994), « Technology Policy: Fitting Concept With Reality », *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 47, pp. 35-48.
- LIEBESKIND, J.P. (1996), « Knowledge, Strategy and the Theory of the Firm », *Strategic Management Journal*, vol. 17, pp. 95-107.
- LIPSEY, R.G. et K. CARLAW (1998), « Technology Policies in Neo-classical and Structuralist-Evolutionary Models », voir ce volume.
- LUNDEVALL, B.Å. (1992), *National Systems of Innovation*, Pinter, Londres.
- MACHLUP, F. (1962), « The Supply of Inventors and Inventions », dans R.R. Nelson (éd.), *The Rate and Direction of Inventive Activity: Economic and Social Factors*, NBER, Washington.
- METCALFE, J.S. (1992), « Competition and Collaboration in the Innovation Process », dans M. Bowen et M. Ricketts (éd.), *Stimulating Innovation in Industry*, Kogan Page, Londres.
- METCALFE, J.S. (1995), « The Economic Foundations of Technology Policy: Equilibrium and Evolutionary Perspectives », dans P. Stoneman (éd.), *Handbook of the Economics of Innovation and Technological Change*, Blackwell, Londres.
- METCALFE, J.S. (1998), *Evolutionary Economics and Creative Destruction*, Routledge, Londres.
- MINISTÈRE DE L'INDUSTRIE (1995), *Les technologies clés pour l'industrie française : A l'horizon 2000*.
- NIW/DIW/ISI/ZEW (1995), « The Technical Capability of Germany », Rapport au BMBF.
- OFFICE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY (1995), *Progress through Partnership*, Report from the Steering Committee of the Technology Foresight Programme.
- ORMALA, E. et al. (1993), *Evaluation of EUREKA Economic and Industrial Effects*, Secrétariat EUREKA, Bruxelles.
- RICHARDSON, G.B. (1960), *Information and Investment*, Oxford University Press.
- ROTHWELL, R. et W. ZEGVELD (1981), *Industrial Innovation and Public Policy*, Frances Pinter, Londres.

- SCIENCE, TECHNOLOGY AND INNOVATION ADVISORY COUNCIL (1995), *Making Knowledge Work for Us*, The Stationery Office, Londres.
- SULZENKO, A. (1998), « Technology and Innovation Policy for the Knowledge-based Economy: The Changing View in Canada », voir ce volume.
- TEUBAL, M. (1997), « A Catalytic and Evolutionary Approach to Horizontal Technology Policies (HTPs) », *Research Policy*, vol. 25, pp. 1161-1188.
- UNION EUROPÉENNE (1994), « EUROSTAT/OECD », dans *The European Report on Science and Technology Indicators 1994*, Commission européenne, EUR 15897.
- VINCENTI, W.G. (1991), *What Engineers Know and How They Know It*, Johns Hopkins University Press.

DÉFAILLANCE DU MARCHÉ OU MAGIE DU MARCHÉ ? LE CHANGEMENT STRUCTUREL DANS LE SYSTÈME NATIONAL D'INNOVATION AUX ÉTATS-UNIS

TABLE DES MATIÈRES

I. Introduction	116
II. La « nouvelle pensée » sur les caractéristiques du système de connaissances et du système national d'innovation	117
III. Le changement structurel dans le système national de R-D aux États-Unis, 1980-95	120
IV. Évaluation	129
V. Conclusion	147
Notes	151
Bibliographie	155

Le présent article a été rédigé par David C. Mowery et Arvids A. Ziedonis, de la Haas School of Business, Université de Californie, Berkeley (e-mail : mowery@haas.berkeley.edu et ziedonis@haas.berkeley.edu). La recherche effectuée pour la préparation de ce document a bénéficié du soutien de la Fondation Alfred P. Sloan, de la Fondation Andrew Mellon, du California Policy Seminar, et du US Japan Industry and Technology Management Training Program. Michael Barnes et Guy Holburn ont apporté une assistance très précieuse à la collecte et à l'analyse des données. Les auteurs ont également tiré parti des observations formulées à propos d'une précédente version du texte par Richard Nelson, Rose Marie Ham et Richard Rosenbloom, ainsi que par les participants à la réunion de l'OCDE.

I. INTRODUCTION

Une « nouvelle vague » de pensée et d'action est apparue dans le domaine de la politique scientifique et technologique, résultant de la combinaison de plusieurs facteurs : *i)* la recherche universitaire, avec notamment les contributions de Nelson, Romer, Metcalfe, David et Foray¹ ; *ii)* la fin de la confrontation militaire et politique entre l'Est et l'Ouest ; *iii)* le ralentissement de la croissance économique et une pression concurrentielle accrue au sein des économies du G7 ; et *iv)* le ralentissement de l'augmentation des budgets des gouvernements centraux dans les pays du G7, qui a eu pour effet de limiter sévèrement les dépenses consacrées à des programmes délibérés comme les programmes de R-D. Certains éléments de cette nouvelle approche de la politique scientifique et technologique sont énoncés dans un rapport intérimaire récemment publié par l'OCDE sur les meilleures pratiques en matière d'action des pouvoirs publics (OCDE, 1997), qui insiste sur la nécessité de ne pas fonder l'élaboration de la politique uniquement sur les « défaillances du marché », et plaide en faveur d'une concentration sur les « systèmes institutionnels » pour le soutien de l'innovation aux échelons national et régional. L'une des prescriptions clés, dans ce nouveau cadre, est d'utiliser les politiques pour encourager les interactions entre les acteurs institutionnels au sein des systèmes d'innovation, en partant de la reconnaissance du fait que le modèle linéaire de processus d'innovation a beaucoup perdu de la validité qu'il a pu un jour avoir.

Le document de l'OCDE a pour objet de tirer l'essence des « pratiques exemplaires » des expériences acquises par les pays Membres de l'OCDE à l'occasion de restructurations des politiques scientifique et technologique. Toutefois, quelques-unes seulement de ces initiatives ont fait l'objet d'évaluations rigoureuses, et la faisabilité et l'efficacité de ces « meilleures pratiques » demeurent donc sujettes à caution. De telles évaluations sont essentielles, principalement parce que dans l'économie de l'innovation, la « nouvelle pensée » citée plus haut ne produit pas toujours des prescriptions précises en termes de mesures à prendre par les pouvoirs publics, et que nombre de ses prescriptions supposent des taxinomies conceptuelles ou des données qui n'existent pas encore.

Le présent document examine quelques expériences récentes menées dans le cadre de la politique scientifique et technologique aux États-Unis et dans lesquelles on a compté sur la création de marchés de la propriété intellectuelle pour encourager les types d'interactions inter-institutionnelles et de commercialisation de la technologie prescrits par la « nouvelle pensée ». Ces initiatives améri-

caines s'écartent sensiblement des prescriptions formulées par les chercheurs cités plus haut. Certaines d'entre elles, en particulier, encouragent la commercialisation de la technologie et la collaboration entre les institutions par le biais de la limitation d'autres voies de diffusion des connaissances au sein des systèmes d'innovation, américain et mondial.

La question clé est de savoir si le moyen utilisé pour promouvoir ces collaborations est approprié. Les récentes initiatives américaines mettent fortement l'accent sur la création de marchés de la propriété intellectuelle ce qui, paradoxalement, pourrait décourager ou faire obstacle à certaines formes souhaitables d'interaction tout en privilégiant d'autres formes, moins efficaces du point de vue de la performance d'ensemble du système. De telles politiques présentent au moins deux types de risques pour les institutions qu'elles visent à influencer. Certaines institutions, comme les laboratoires gouvernementaux, ne sont pas suffisamment réceptives aux incitations fondées sur le jeu du marché, telles que les offrent les programmes actuels. D'autres institutions, par contre, comme les universités de recherche américaines, risquent d'être trop réceptives, et les changements dans les normes internes et le comportement qui en résultent pourraient compromettre les rôles de recherche et de formation que ces institutions ont rempli avec succès au cours de l'après-guerre.

On passera brièvement en revue, dans la section suivante, les fondements intellectuels des nouvelles approches de la politique scientifique et technologique, en se concentrant sur les limites des orientations qu'elles peuvent fournir aux décideurs. La section III décrit les changements intervenus dans le système d'innovation américain depuis le début des années 80, et compare de façon succincte les changements structurels dans le système américain de R-D avec ceux d'autres grandes économies de l'OCDE. La quatrième section examine les mesures prises depuis 1980 par le gouvernement des États-Unis pour renforcer la protection de la propriété intellectuelle née grâce au financement public de la recherche, et présente quelques éléments préliminaires sur leur mise en œuvre et leurs effets. Les conclusions, enfin, font l'objet de la section V.

II. LA « NOUVELLE PENSÉE » SUR LES CARACTÉRISTIQUES DU SYSTÈME DE CONNAISSANCES ET DU SYSTÈME NATIONAL D'INNOVATION

Dans plusieurs documents récents, Richard Nelson et Paul Romer ont, conjointement et séparément, insisté sur la nécessité de faire une distinction entre les différents ensembles de connaissances à l'intérieur du processus de

changement scientifique et technologique. L'argument avancé par Nelson (1992) est que dans les économies capitalistes, les acteurs de la R-D, tant publics que privés, produisent des connaissances « publiques » et « privées ». La recherche fondamentale produit, essentiellement, des biens publics pour lesquels il est difficile et peu souhaitable de créer des droits de propriété privée. Bien qu'une grande partie de l'innovation technologique intervienne en l'absence d'une solide base scientifique, les résultats de la recherche fondamentale peuvent servir d'information et améliorer la productivité des efforts de recherche appliquée. Dans ce contexte, même les expériences ayant échoué sont utiles, puisqu'elles peuvent aider les autres chercheurs à éviter les « puits taris » (David, Mowery et Steinmueller, 1992). Mais, toujours selon Nelson, les efforts de recherche appliquée menés par des institutions publiques et privées produisent aussi un important savoir « générique » qu'il est préférable de conserver dans le domaine public, parce qu'il aide et accélère le processus d'innovation. On peut citer, comme exemples de ces connaissances génériques, les informations sur les propriétés des matériaux ou les normes, le savoir-faire lié au processus de fabrication, les informations divulguées lorsqu'un brevet est délivré, et les résultats de la recherche scientifique fondamentale sous-jacents à l'innovation technologique dans de nombreux secteurs.

Romer (1997) et Nelson et Romer (1997) développent et affinent cet argument, en prenant appui sur les distinctions, proposées par Romer, entre biens « rivaux » et biens « non excluables ». Les biens rivaux sont ceux dont l'utilisation par un consommateur amoindrit ou élimine la possibilité d'utilisation par un autre consommateur ; il s'agit typiquement d'objets tangibles (ou de ressources naturelles), et qui se différencient de biens tels que l'information ou le logiciel, dont l'utilisation par un individu n'amoindrit ni n'élimine la possibilité d'utilisation par un autre. Cette distinction rappelle l'analyse classique faite en 1962 par Arrow des « défaillances du marché » dans l'investissement en matière de R-D. Mais Romer et Nelson font observer que dans de nombreux cas, ce sont les politiques qui déterminent l'« excluabilité » associée à des biens présentant des degrés de rivalité variables. Le logiciel et de nombreuses autres formes d'information (y compris les résultats de la recherche fondamentale) peuvent être rendus plus ou moins « excluables » par les actions privées de leurs auteurs, et par les formes de protection accordée par les pouvoirs publics à la propriété intellectuelle. La difficulté principale dans l'optique de Romer-Nelson, assez proche de la formulation antérieure de Nelson, est de placer au bon endroit et à la bonne hauteur la « barrière d'excluabilité », permettant de protéger certains types de biens non rivaux et d'en utiliser d'autres à un coût faible ou nul. Les auteurs suggèrent d'accorder cette protection aux « applications », mais non aux « concepts » fondamentaux qui les sous-tendent, et recommandent que les examinateurs des brevets rejettent les revendications génériques et générales allant au-delà des spécifications de l'invention dans la demande de brevet. Bien que cette recom-

mandation soit séduisante, sa mise en œuvre exige une profonde compréhension des caractéristiques hautement idiosyncratiques des différents ensembles de connaissances. Il n'existe pas de données permettant d'établir de telles distinctions, de sorte que cette analyse constitue un élément important à prendre en compte pour l'action des pouvoirs publics, mais demeure à ce jour une prescription inapplicable à cet effet.

D'autres études de Nelson (1993), David et Foray (1996), et Metcalfe (1995) sur les systèmes nationaux d'innovation suscitent des observations du même ordre pour la conception ou la réforme des systèmes nationaux de R-D. David et Foray soulignent l'importance de la répartition des résultats de la R-D entre les divers acteurs intervenant dans ces systèmes. Tout comme Nelson et Romer, David et Foray affirment qu'en diffusant plus largement les connaissances et le savoir-faire et en y donnant plus largement accès, on peut obtenir de meilleures performances des systèmes nationaux de R-D puisque cette information améliore les données préalables à la disposition des aspirants inventeurs quant aux voies prometteuses à explorer, et peut réduire les doubles emplois inutiles dans les efforts d'invention. L'avis normatif de David et Foray justifie l'adoption d'une attitude sceptique quant à l'attribution de droits de propriété intellectuelle très larges ou exclusifs à des inventeurs pris individuellement, et encourage celle d'une exigence selon laquelle toute attribution d'un droit exclusif de propriété intellectuelle doit être assorti de conditions significatives de divulgation du contenu technique de ces progrès. A l'heure actuelle, toutefois, la mise en œuvre de cette prescription d'action demeure, tout comme celle de Romer et Nelson, impossible faute de données détaillées, dont ne disposent ni les décideurs ni d'autres personnes. En fait, David et Foray proposent un ambitieux programme de collecte des données afin d'améliorer ces informations en vue de l'élaboration des politiques.

Metcalfe (1995) souligne qu'il est important d'analyser les systèmes nationaux d'innovation en tant que systèmes, plutôt que de se concentrer sur les différentes institutions indépendamment les unes des autres. Ainsi, les politiques ayant pour but d'améliorer la performance du système devraient être axées sur les interactions entre les institutions typiquement incluses dans la plupart des définitions des systèmes nationaux d'innovation, ainsi que sur les interactions entre ces institutions et certaines autres (organes chargés des politiques réglementaire ou de la concurrence, par exemple), généralement exclues de ces définitions. La solidité, l'efficacité, l'adaptabilité et l'évolution future probable du système sont aussi importantes que le comportement de chacune de ses composantes. Mais ici aussi l'avis normatif fait défaut, à cause du haut niveau d'agrégation de l'analyse et de l'absence de données fiables sur lesquelles fonder les évaluations de la performance ou de la dynamique de l'ensemble du système.

Toutes ces contributions à l'économie de la politique scientifique et technologique rejettent les « modèles linéaires » simplistes de l'interaction entre les connaissances scientifiques et technologiques au sein du processus d'innovation. A des degrés divers, elles mettent également l'accent sur l'importance des différences, entre secteurs d'activité, dans la structure du processus d'innovation, dans la dépendance de ces secteurs à l'égard des différents ensembles de connaissances, et dans l'importance des divers acteurs et bailleurs de fonds institutionnels de la recherche scientifique et technique. Toutes ces analyses sont également circonspectes vis-à-vis de politiques globales cherchant à renforcer les droits de propriété intellectuelle, et expriment des doutes quant au caractère faisable ou souhaitable d'un recours exclusif aux mécanismes du marché pour la diffusion des connaissances ou pour la gestion de la coopération entre institutions. Ce dernier point mérite d'être souligné, compte tenu de la tendance inverse apparente dans l'évolution de la politique aux États-Unis, et de la possibilité de voir cette évolution préfigurer des tendances du même ordre dans d'autres pays de l'OCDE.

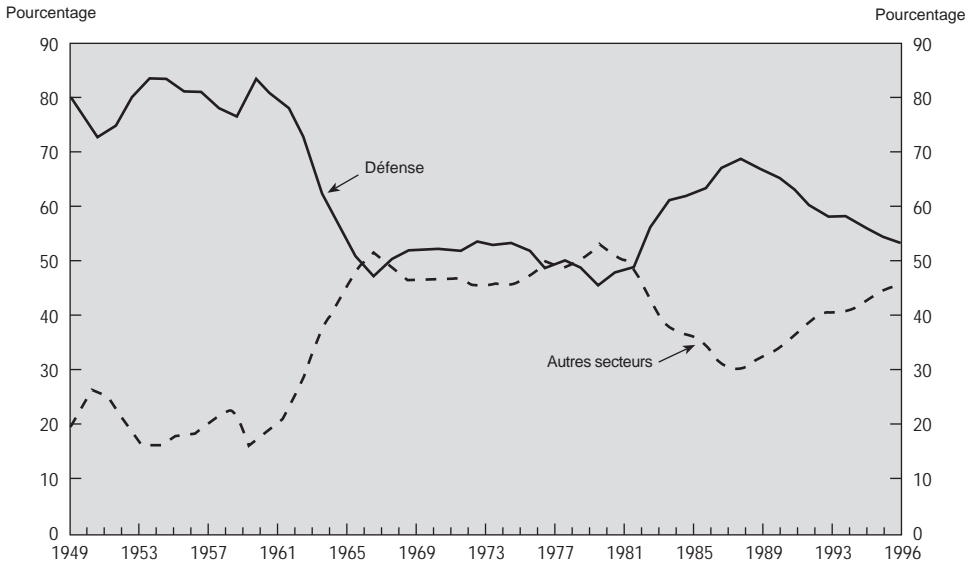
III. LE CHANGEMENT STRUCTUREL DANS LE SYSTÈME NATIONAL DE R-D AUX ÉTATS-UNIS, 1980-95

Introduction

Les fondations de la structure du « système national d'innovation » de l'après-guerre aux États-Unis ont été largement mises en place au cours de la période 1945-50, lorsque la démobilisation pour la paix a cédé la place au réarmement de la guerre froide. Le gouvernement fédéral a pris, en tant que soutien financier de la R-D, un rôle de loin supérieur à ce qu'il était avant 1940, puisque la part fédérale dans les dépenses nationales de R-D, qui était d'environ 20 pour cent en 1939 dépassait les 50 pour cent en 1962. Les dépenses fédérales soutenaient les activités de R-D dans l'industrie et les universités, plutôt que de se concentrer sur les laboratoires relevant du gouvernement fédéral; en 1988, année arbitrairement choisie comme la dernière de la guerre froide, 11 pour cent des activités de R-D étaient menées dans le secteur public, 14 pour cent dans les universités, et 73 pour cent dans l'industrie.

La recherche fondamentale (spécialement dans le domaine des sciences biomédicales) et la recherche sur les technologies liées à la défense bénéficiaient de l'essentiel des dépenses fédérales de R-D. Au cours de la fin des années 50 (voir figure 1), les dépenses liées à la défense représentaient jusqu'à 80 pour cent des dépenses fédérales de R-D. Le gouvernement fédéral et les gouvernements

Figure 1. **La conduite de la R-D fédérale : part du secteur de la défense et des autres secteurs**
Exercices financiers 1949-96¹



1. Les dépenses pour l'exercice financier 1995 sont des estimations, celles pour l'exercice 1996 des propositions.
Source : US Office of Management and Budget (1995).

des États n'ont guère investi dans les programmes destinés à aider les entreprises à adopter la technologie, ce qui a peut-être contribué à la relative lenteur de l'adoption des techniques de fabrication de pointe par les entreprises manufacturières américaines (Mowery et Rosenberg, 1993; Edquist et Jacobsson, 1988). Avec son vaste réseau d'agents de vulgarisation financés par les gouvernements fédéral et des États, l'agriculture américaine constituait naturellement une exception notable à cette caractérisation (voir Evenson, 1982).

La modification spectaculaire de l'ampleur et des sources de financement des activités de R-D dans l'économie américaine de l'après-guerre (ainsi que l'émigration aux États-Unis, au cours des années 30 et 40, de nombreux scientifiques européens de haut niveau) a contribué à faire des États-Unis un foyer de premier plan de recherche scientifique fondamentale, caractéristique qui n'était certes pas celle du système d'innovation des États-Unis au cours des années 30.

Alors qu'entre les deux guerres les chercheurs américains étaient au mieux à égalité dans certains domaines, et largement à l'arrière de la frontière scientifique dans d'autres, ils sont parvenus, dans l'après-guerre, à une position dominante dans les publications scientifiques et dans les grands prix comme le prix Nobel². Cette évolution dans le niveau de la recherche scientifique américaine a été associée à l'émergence de plusieurs autres caractéristiques spécifiques au système national d'innovation. Les programmes de R-D et les marchés publics liés à la défense ont donné un puissant élan au développement et à la commercialisation de nouvelles technologies civiles dans les secteurs de l'aérospatiale commerciale, des semi-conducteurs, des ordinateurs et des logiciels (ces « retombées » de la défense se sont avérées beaucoup moins intéressantes pour les entreprises civiles du secteur de l'énergie nucléaire). Dans la plupart de ces secteurs d'activité, à l'exception de l'aérospatiale commerciale, de nouvelles entreprises ont joué un rôle prééminent, et parfois même dominant, dans la commercialisation des grandes avancées technologiques. L'importance du rôle de ces nouvelles entreprises semble constituer un cas unique dans les grandes économies industrielles de l'après-guerre, et reflète la conjonction peu courante des politiques des marchés publics dans le domaine de la défense, de la politique antitrust des États-Unis et d'un système financier domestique qui a facilité la création de nouvelles entreprises dans les secteurs de haute technologie (Mowery, 1997a, fournit des détails supplémentaires).

Évolution des dépenses publiques et privées de R-D, 1980-95

Le déclin des dépenses fédérales de R-D constitue le facteur le plus spectaculaire dans l'évolution, au cours des quinze dernières années, des dépenses au sein du système américain de R-D. Après avoir connu une augmentation annuelle moyenne de 6 pour cent en termes réels entre 1980 et 1985, les dépenses fédérales de R-D, ajustées pour tenir compte de l'inflation, ont diminué à un taux moyen d'environ 1 pour cent par an au cours de la période 1985-95³. L'industrie, avec 59 pour cent des dépenses totales en 1995, constitue l'autre grande source de financement de la R-D dans le système américain ; ce financement par l'industrie n'a pratiquement pas augmenté, en termes réels, au début des années 90, mais cette tendance s'est nettement inversée en 1993, et les données de la National Science Foundation pour la période 1993-95 font apparaître une augmentation réelle annuelle proche de 10 pour cent des dépenses de R-D financées par l'industrie (National Science Foundation, 1998).

Ces mouvements dans l'évolution de la croissance de la R-D financée par l'industrie et par les pouvoirs publics ont eu pour conséquence de fortes fluctuations du taux de croissance global des dépenses de R-D aux États-Unis depuis 1980. Au cours de la période 1980-85, les dépenses nationales totales de

R-D ont augmenté d'environ 7 pour cent par an en dollars constants ; au cours de la période 1985-93, le taux de croissance moyen des dépenses totales de R-D en dollars constants n'était plus que de 1 pour cent. Plus récemment, entre 1993 et 1995, le taux correspondant augmentait toutefois, pour atteindre près de 3 pour cent.

Les baisses des dépenses fédérales de R-D sont largement dues aux réductions des dépenses de R-D liées à la défense, dont la part dans les dépenses fédérales de R-D passait de 50 pour cent en 1980 à près de 70 pour cent en 1986, niveau à partir duquel elles amorçaient un nouveau déclin, pour revenir à environ 52 pour cent (figure 1)⁴. Il semble peu probable que l'on assiste à de nouvelles baisses qui réduiraient encore le pourcentage de ces dépenses dans le budget fédéral total de R-D, encore que les pressions en faveur d'une augmentation des dépenses dans le cadre des marchés publics pourraient accroître la part des activités de développement dans le budget de R-D liée à la défense. Pour ce qui concerne les dépenses fédérales civiles de R-D, la perspective de croissance à long terme est incertaine. Les dispositions législatives adoptées par le Sénat et la Chambre des représentants ont augmenté le budget fédéral de R-D pour l'exercice 1998 de plus de 4 pour cent par rapport au niveau de l'année précédente, et les prévisions plus récentes d'excédents budgétaires pourraient se traduire par une nouvelle augmentation des dépenses fédérales de R-D, notamment dans le domaine de la recherche biomédicale. Les tendances à long terme sont cependant moins favorables à la croissance des dépenses civiles de R-D. En l'absence d'un accord politique sur les réductions des dépenses d'aide sociale aux personnes âgées et des soins de santé, la croissance de ces postes limitera celle des dépenses fédérales de R-D. Même dans le contexte d'un équilibre du budget fédéral global, état de grâce dont on peut penser qu'il sera au mieux temporaire, il est peu probable que la part des dépenses fédérales dans le total des dépenses américaines de R-D dépasse de manière sensible son niveau de 1995, soit 34 pour cent.

Au cours des années 90, le profil de la croissance des dépenses américaines de R-D a été marqué par une autre évolution importante, à savoir la diminution de la part de la « recherche » dans l'ensemble de la « R-D ». Au cours de la période 1991-95, les dépenses totales consacrées à la recherche fondamentale ont diminué à un taux annuel moyen d'environ 1 pour cent. Ce déclin reflète la baisse du financement de la recherche fondamentale par l'industrie, de 7.4 milliards de dollars EU en 1991 à 6.2 milliards en 1995 (en dollars de 1992). Les dépenses fédérales réelles de recherche fondamentale ont légèrement augmenté au cours de la même période, passant de 15.5 à près de 15.7 milliards de dollars EU. Pour ce qui concerne la recherche appliquée, les investissements financés par l'industrie n'ont guère augmenté au cours de cette période, tandis que les dépenses fédérales diminuaient à un taux annuel moyen proche de 4 pour cent. Autrement dit, l'augmentation des dépenses réelles de R-D ayant

résultat d'une croissance plus rapide des investissements financés par l'industrie dans ce secteur peut être presque entièrement attribuée à l'augmentation des dépenses consacrées par l'industrie américaine au développement, plutôt qu'à la recherche. En fait, un rapport de la National Science Foundation indique que les dépenses réelles de « développement » financées par l'industrie ont augmenté de plus de 14 pour cent au cours de la période 1991-95, passant de 65 à 74.2 milliards de dollars EU (les dépenses fédérales de développement diminuaient au cours de la même période, résultat des réductions dans les dépenses de R-D liée à la défense).

Il est risqué d'extrapoler les tendances futures à partir de données récentes ne couvrant que quatre années. Si toutefois les tendances du début des années 90 se maintiennent, le profil et le type de croissance des dépenses américaines de R-D pourraient connaître un changement significatif. La diminution de la part du gouvernement fédéral dans l'ensemble de la R-D signifie qu'une augmentation des dépenses fédérales de R-D parviendra moins à compenser les effets de toute future réduction du taux de croissance des dépenses de R-D financées par l'industrie sur les niveaux d'ensemble des dépenses de R-D aux États-Unis. Étant donné que les investissements financés par l'industrie dans le domaine de la R-D tendent à évoluer de façon pro-cyclique, il est probable que les tendances des dépenses totales américaines de R-D seront à l'avenir plus sensibles à la conjoncture intérieure. En outre, la diminution de la part du gouvernement fédéral dans les dépenses totales de R-D, et l'évolution visible du profil des dépenses de R-D financées par l'industrie, favorisant davantage le développement que les activités de recherche (fondamentale et appliquée) « en amont », pourraient raccourcir la perspective de l'ensemble des investissements de R-D, avec d'importantes conséquences pour les progrès scientifiques et technologiques, tant nationaux qu'internationaux.

Promouvoir la « privatisation » des résultats de la R-D

La politique des États-Unis en matière de droits de propriété intellectuelle (DPI) a commencé à évoluer au début des années 80, suscitant des actions dans différentes sphères. En 1982, le Congrès a créé la Cour d'appel pour le Circuit fédéral, qui a renforcé la protection accordée aux détenteurs de brevets⁵. Le gouvernement des États-Unis a également recherché une protection internationale accrue des DPI à l'occasion des négociations commerciales de l'Accord d'Uruguay et dans d'autres enceintes bilatérales. La croyance en les DPI en tant qu'instrument critique d'action pour l'amélioration de la position concurrentielle des États-Unis a trouvé sa traduction dans deux autres lois des années 80 visant à encourager l'établissement de liens plus étroits entre les sociétés industrielles américaines et d'autres institutions clés du système de R-D des États-Unis. La loi

Bayh-Dole de 1980 (Patent and Trademark Amendments Act) a permis aux intervenants dans la recherche financée par des fonds fédéraux de déposer des demandes de brevet sur les résultats de cette recherche et de concéder à des tiers des licences sur ces brevets, y compris des licences exclusives. Le Federal Technology Transfer Act de 1986 et les amendements à ce texte adoptés en 1989 ont autorisé les laboratoires fédéraux à conclure des accords de recherche et de développement en coopération (CRADA)⁶ avec des entreprises privées, et permis la cession à ces entreprises de tout brevet qui en résulterait.

Cette évolution générale de la politique à l'égard des droits de propriété intellectuelle montrait que les responsables des politiques et les gestionnaires du secteur privé étaient de plus en plus conscients de ce que la concurrence étrangère accrue rendait nécessaire une protection plus étroite des biens intellectuels. L'évolution de la politique a également été influencée par la place accrue de la compétitivité et de la croissance économique dans le débat politique intérieur à partir de 1980. La préoccupation croissante quant à la performance économique nationale a rendu plus pressante l'exigence politique de voir des avantages économiques tangibles dériver des dépenses publiques de R-D. Comme l'a fait observer Eisenberg (1996), les responsables des politiques croyaient (en s'appuyant sur des preuves assez minces) qu'une meilleure protection des résultats de la R-D financée par les pouvoirs publics accélérerait leur commercialisation et la concrétisation, pour les contribuables américains, de ces avantages économiques. Enfin, et c'est là un élément de grande importance, ces nouvelles politiques de soutien à la prise de brevets sur les résultats des programmes publics de R-D offraient la promesse de rendements économiques supérieurs en échange d'un faible investissement supplémentaire de fonds publics, proposition extrêmement attrayante pour des responsables confrontés à de sévères contraintes budgétaires. Cette dernière caractéristique de la politique des « marchés de la propriété intellectuelle » pourra sans doute la rendre également plus intéressante pour d'autres gouvernements des pays de l'OCDE confrontés à des restrictions budgétaires tout aussi contraignantes.

Bien que l'on puisse avancer que cette évolution de la politique dans le sens de la protection des résultats des programmes publics de R-D est compatible avec l'analyse des « défaillances du marché » de la R-D décrite dans le rapport de l'OCDE sur les pratiques exemplaires, elle inverse l'analyse classique des défaillances du marché proposée par Arrow (1962) et Nelson (1959). Ces deux chercheurs, et notamment Arrow, ont affirmé que les caractéristiques « non excluables » des résultats de la recherche fondamentale font qu'il est inefficace, sur le plan social, de fixer le prix de ces résultats à un niveau suffisamment élevé pour récompenser leur auteur. En outre, Arrow note que le marché des inventions n'est pas lui-même à l'abri des défaillances, à cause du paradoxe de l'information, de l'incertitude et d'autres problèmes⁷. La loi Bayh-Dole et ses divers amendements adoptent le point de vue opposé : à moins que le découvreur ne puisse

faire la preuve de droits de propriété sur ces résultats, les mécanismes de distribution et de transfert échoueront, faisant obstacle à la commercialisation de ces résultats et à la concrétisation de la rentabilité de l'investissement de fonds publics.

Plutôt que de mettre l'accent sur le financement public et sur des modalités relativement libérales de divulgation et de dissémination, la loi Bayh-Dole retient comme hypothèse que les restrictions imposées à la dissémination des résultats de nombreux projets de R-D favoriseront l'efficacité économique en soutenant leur commercialisation. A de nombreux égards, la loi Bayh-Dole est une profession de foi fondamentale en le « modèle linéaire » d'innovation : si les résultats de la recherche fondamentale peuvent être achetés par des développeurs potentiels, l'innovation commerciale en sera accélérée. Mais, comme le font observer Nelson et Romer, ou David et Foray, les effets d'une augmentation des rendements privés des inventions seront sans doute différents des effets d'une subvention à la R-D, telle que la recommande Arrow⁸.

Une comparaison de l'économie américaine et d'autres économies de l'OCDE

Il est difficile d'obtenir des données sur des changements du même ordre dans le traitement des résultats de la R-D financée par les pouvoirs publics dans d'autres économies de l'OCDE. Il semble néanmoins probable que la politique américaine ait été plus loin que d'autres grandes économies de l'OCDE dans la protection officielle de la propriété intellectuelle des résultats de la recherche financée par les pouvoirs publics. En fait, la tendance à l'augmentation globale du recours à cette forme de protection officielle aux États-Unis, depuis le début des années 80, contraste avec celle observée dans les autres grandes économies de l'OCDE. Les demandes de brevets déposées aux États-Unis par des inventeurs américains ont connu une forte augmentation depuis le milieu des années 80⁹, et la prise de brevets par les universités américaines a augmenté de manière encore plus spectaculaire (voir ci-dessous). En Allemagne, en France, au Japon et au Royaume-Uni, les demandes de brevets déposées par les inventeurs nationaux n'ont pas connu de forte augmentation comparable depuis le milieu des années 80 (Kortum et Lerner, 1997).

Par contre, le changement structurel observé dans d'autres caractéristiques, plus facilement mesurables, du système américain de R-D semble suivre des tendances beaucoup plus proches de celles d'autres économies de l'OCDE. Le tableau 1 présente des données sur les tendances, au cours de la période 1971-93, en ce qui concerne la répartition de la conduite et du financement des activités de R-D entre les pouvoirs publics, les universités et l'industrie dans les grands pays de l'OCDE. Ces indicateurs donnent à penser qu'à partir

Tableau 1. **Changement structurel dans les systèmes de R-D dans les cinq plus grandes économies de l'OCDE, 1971-93**

	Sources de financement de la R-D (en pourcentage)											
	Industrie				Gouvernement				Autres sources nationales			
	1971	1981	1991	1993	1971	1981	1991	1993	1971	1981	1991	1993
États-Unis	39.3	48.8	57.5	58.7	58.5	49.3	40.5	39.2	2.1	1.9	2.0	2.1
Japon	64.8	67.7	77.4	73.4	26.5	24.9	16.4	19.6	8.5	7.3	6.1	7.0
France	36.7	40.9	42.5	46.2	58.7	53.4	48.8	44.3	0.9	0.6	0.7	1.3
Allemagne	52.0	57.9	61.7	60.2	46.5	40.7	35.8	37.0	0.6	0.4	0.5	0.5
Royaume-Uni	43.5	42.0	50.4	52.1	48.8	48.1	34.2	32.3	2.3	3.0	3.6	3.9

	Parts dans le total des activités de R-D (en pourcentage)											
	Industrie				Gouvernement				Autres sources nationales			
	1971	1981	1991	1993	1971	1981	1991	1993	1971	1981	1991	1993
États-Unis	65.9	70.3	72.8	71.2	15.5	12.1	9.9	10.2	15.3	14.5	14.1	15.2
Japon	64.7	66.0	75.4	71.1	13.8	12.0	8.1	10.0	19.8	17.6	12.1	14.0
France	56.2	58.9	61.5	61.7	26.9	23.6	22.7	21.2	15.6	16.4	15.1	15.7
Allemagne	63.7	70.2	69.3	66.9	14.2	13.7	13.9	14.8	21.6	15.6	16.3	18.1
Royaume-Uni	62.8	63.0	65.6	65.9	25.8	20.6	14.2	13.8	8.7	13.6	16.3	16.5

Source : *Perspectives de la science, de la technologie et de l'industrie*, 1996.

de 1981, la restructuration des sources de financement dans le système américain de R-D suit des lignes ressemblant étroitement à celles des quatre autres plus grands pays Membres de l'OCDE (Royaume-Uni, France, Allemagne et Japon), avec une diminution du financement public et une augmentation du financement de l'industrie (bien que le gouvernement japonais se soit publiquement engagé, en 1996, à augmenter de manière significative les dépenses publiques de R-D, la faiblesse de la croissance économique pourrait limiter la croissance des dépenses publiques de R-D – voir Normile, 1997). Au cours de la période 1981-93, c'est le Royaume-Uni qui, parmi ces cinq pays, a connu le plus fort déclin – environ un tiers – du financement de la R-D par le secteur public. Aux États-Unis et en France, le déclin du financement public correspond à environ 10 pour cent des dépenses de R-D, soit une réduction d'environ 20 pour cent de la part du secteur public. Les données relatives à l'Allemagne et au Japon font apparaître, jusqu'en 1993, une baisse moins importante de la part du secteur public.

Les évolutions intervenues entre 1981 et 1993 dans la répartition des activités de R-D entre les universités, l'industrie et les pouvoirs publics au sein de ces cinq économies sont moins significatives (exception faite, ici aussi, du Royaume-Uni, où un certain nombre de laboratoires publics de recherche ont été privatisés). Les données relatives aux États-Unis indiquent une très faible augmentation (inférieure à 1 pour cent pour chacune des deux catégories) de la part des activités de R-D menées par l'industrie et les universités, et une baisse légèrement plus importante (près de 2 pour cent) de la part des travaux conduits dans les laboratoires gouvernementaux. Au Japon et en France, la part des activités de R-D menées par le secteur public a diminué dans une proportion semblable ou légèrement supérieure, tandis que les données concernant l'Allemagne (qui prennent en compte les effets de l'unification) montrent une faible augmentation. Quant au Royaume-Uni, les données font apparaître un déclin de près de 7 pour cent de la part des activités de R-D menées dans les laboratoires publics.

S'il est un cas atypique dans ces mesures du changement structurel intervenu, depuis le début des années 80, dans les systèmes nationaux de R-D, c'est bien celui du Royaume-Uni plutôt que celui des États-Unis. En général, les mouvements des sources de financement aux États-Unis et dans les autres plus grandes économies de l'OCDE sont légèrement plus importants que les variations dans les performances. En fait, la différence d'ampleur entre ces tendances dans le changement structurel reflète les difficultés auxquelles on est confronté lorsque l'on entreprend, dans les systèmes nationaux de R-D, des changements structurels radicaux comme ce fut le cas au Royaume-Uni. Les coûts politiques, extrêmement visibles, de la fermeture ou de la privatisation de grands centres de recherche publics pèsent beaucoup plus lourd que ceux associés à la perte progressive d'importance de ces installations, due à des mouvements évolutifs

des parts respectives des secteurs public et privé dans les dépenses de R-D. Il semble néanmoins que les États-Unis diffèrent des autres grandes économies de l'OCDE en ce qui concerne les initiatives prises par les pouvoirs publics et ayant une incidence sur la propriété des résultats de la recherche financée par des fonds publics.

IV. ÉVALUATION

Cette section présente des informations détaillées sur la mise en œuvre et les effets de deux politiques ayant pour objet de soutenir la collaboration inter-institutionnelle au sein du système américain de R-D, et toutes deux influencées par la loi Bayh-Dole et le Federal Technology Transfer Act. La première de ces politiques a encouragé la coopération, aux États-Unis, entre les universités de recherche et l'industrie sur les plans du développement technologique et de la concession de licences. La seconde est axée sur la conclusion, par les laboratoires fédéraux, d'accords de recherche et de développement en coopération (CRADA) pour soutenir la collaboration avec l'industrie. Ces deux politiques se sont appuyées sur un renforcement des moyens nécessaires, au plan national et international, pour assurer le respect des DPI, augmentant l'« excluabilité » des résultats de la recherche et rendant dans le même temps possible, pour les universités et les laboratoires menant les activités de R-D, de prendre des brevets sur les résultats de la recherche financée par le secteur public et de concéder des licences à l'industrie.

Ces cas donnent aussi à penser qu'il existe certaines limitations à la collaboration inter-institutionnelle au plan domestique : faute de créer de nouvelles institutions pour jeter des ponts entre les universités et l'industrie, ou d'imposer aux laboratoires fédéraux des réformes structurelles et budgétaires de bien plus grande portée, les efforts de réforme structurelle pourraient n'offrir que des avantages limités. S'agissant des universités, ces nouvelles politiques peuvent induire un changement significatif, restreignant le fonctionnement d'importantes voies de dissémination des connaissances qui renforcent la rentabilité sociale de la recherche universitaire. Dans les laboratoires fédéraux, ces politiques sont de portée trop modeste pour intensifier une collaboration significative, même lorsqu'elles imposent des charges administratives substantielles et (comme dans le cas des universités) lorsqu'elles restreignent d'autres voies de collaboration.

Un nouveau rôle pour la recherche universitaire ?

Le rôle central que jouent les universités de recherche dans les travaux de recherche fondamentale est l'une des caractéristiques entrant dans la définition du système d'innovation américain de l'après-guerre. La position des universités américaines au sein du système national d'innovation a été transformée par l'augmentation des dépenses fédérales de R-D au cours de la période postérieure à la guerre. La part des universités dans l'ensemble des activités de R-D aux États-Unis est passée de 7.4 pour cent en 1960 à près de 16 pour cent en 1995, année au cours de laquelle plus de 61 pour cent de la recherche fondamentale aux États-Unis était conduite par les universités (National Science Foundation, 1996). La contribution du gouvernement fédéral à la recherche dans les universités a diminué depuis le début des années 70, époque où les fonds fédéraux entraient pour plus de 65 pour cent dans le financement de cette recherche et le soutien de l'industrie ne représentait que 2.3 pour cent. En 1995, les fonds fédéraux n'entraient plus que pour 60 pour cent dans cette recherche, alors que la contribution de l'industrie avait triplé et atteignait 7 pour cent. L'essentiel de l'augmentation de la part de l'industrie dans le financement de la recherche menée dans les universités est toutefois intervenu au cours des années 80 ; depuis 1990, la part de l'industrie est demeurée à peu près constante.

Le rôle croissant joué par l'industrie dans le financement de la recherche universitaire trouve son expression dans l'augmentation du nombre d'instituts de recherche qui, au sein des universités, souhaitent soutenir des recherches sur des thèmes présentant un intérêt direct pour l'industrie. On comptait, en 1992, plus de 1 050 instituts de ce type, et les données présentées par Cohen, Florida et Goe (1994) indiquent que 57 pour cent des instituts existants en 1992 ont été créés au cours des années 80. Près de 45 pour cent de ces instituts comptent de une à cinq entreprises parmi leurs membres et, pour plus de 46 pour cent d'entre eux, des fonds gouvernementaux assurent un soutien venant compléter (et parfois remplacer) celui de l'industrie.

Un élément présente un intérêt particulier pour l'analyse des « pratiques exemplaires », notamment à la lumière des critères de réforme des politiques proposés par David et Foray (1996) : il s'agit de l'apparente disposition de certaines universités américaines à accepter des restrictions significatives à la publication des résultats de la recherche entreprise sous le parrainage de l'industrie. Cohen *et al.* (1994) ont constaté, au cours de leur enquête sur les centres de recherche université-industrie, que 35 pour cent de ces centres permettent aux entreprises participantes d'exiger la suppression de certaines informations des mémoires de recherche avant leur soumission pour publication, 52.5 pour cent des centres permettent à ces entreprises de retarder la publication des résultats des recherches, et 31.1 pour cent leur permettent d'exiger à la fois la suppression d'information et le report de la publication. Cohen *et al.* (1994) font remarquer que

leurs données indiquent seulement le pourcentage de centres qui permettent aux entreprises participantes d'imposer de telles restrictions, mais qu'elles ne rendent pas compte de la fréquence avec laquelle les entreprises parrainant une recherche demandent effectivement de retarder la publication ou de supprimer des informations. L'étude ne fournit pas non plus d'informations sur la fréquence des restrictions à la publication dans les plus grandes universités de recherche américaines qui effectuent l'essentiel des travaux de recherche financés par le secteur public aux États-Unis.

Les restrictions à la publication des résultats des recherches universitaires ne sont pas nouvelles aux États-Unis, puisqu'au cours des années 50 et 60, le financement des recherches liées à la défense était parfois assorti de ce type de restrictions. Néanmoins, l'apparente disposition d'un grand nombre d'universités américaines à accepter de restreindre la dissémination des résultats de la recherche devrait constituer un motif de préoccupation, et pourrait représenter une sérieuse évolution par rapport aux normes relativement « ouvertes » de la recherche universitaire, caractéristiques des universités américaines dans la plus grande partie de la période de l'après-guerre. Une attitude libérale vis-à-vis de la divulgation et de la dissémination des résultats de la recherche universitaire (par le biais de publications, de conférences et de nombreuses autres voies, parmi lesquelles la création, par le corps enseignant, d'entreprises « rejets ») multiplie l'efficacité de l'ensemble du système d'innovation en élargissant le volume de connaissances mis à la disposition d'autres innovateurs potentiels (David, Mowery et Steinmueller, 1992; David et Foray, 1996)¹⁰. Des retards ou des restrictions à la divulgation pourraient avoir, en termes d'innovation et en termes économiques, des incidences négatives sur la performance du système national d'innovation aux États-Unis, risquant de peser plus lourd que les avantages découlant d'une relation plus étroite, en matière de R-D, entre l'université et l'industrie.

Un autre fait nouveau a des incidences significatives sur le rôle des universités au sein du système d'innovation aux États-Unis : il s'agit de l'essor, depuis l'adoption de la loi Bayh-Dole, des bureaux universitaires de concession de licences de brevets et de « transfert de technologie ». Ces politiques ont également accru l'« excluabilité » associée à une grande partie de la recherche universitaire. Le nombre de brevets américains délivrés aux 100 principales universités de recherche aux États-Unis (mesurées en termes de financement de la R-D en 1993) est passé de 177 en 1974 à 1 486 en 1994 (tableau 2). Les données du tableau 2 montrent qu'après l'adoption de la loi Bayh-Dole, en 1980, le nombre de prises de brevets par les universités a connu une vive augmentation, puisqu'il a plus que doublé pour ces 100 universités entre 1979 et 1984, et plus que doublé une nouvelle fois entre 1984 et 1989. Trajtenberg, Henderson et Jaffe (1994) ont noté que le pourcentage des brevets pris par les universités aux États-Unis est passé de moins de 1 pour cent de l'ensemble des brevets en 1975 à près de

**Tableau 2. Nombre de brevets américains délivrés
aux 100 institutions universitaires américaines
disposant des plus grands crédits pour la R-D,
1974-94**

	Nombre de brevets américains
1974	177
1979	196
1984	408
1989	1 004
1994	1 486

Source : National Science Board (1996).

2.5 pour cent en 1990. De plus, le ratio entre les brevets et les dépenses de R-D au sein des universités a pratiquement doublé entre 1975 et 1990 (de 57 brevets par milliard de dollars EU de dépenses de R-D en dollars constants en 1975 à 96 brevets en 1990), tandis que le même indicateur pour l'ensemble des brevets américains était en forte baisse (de 780 en 1975 à 429 en 1990). Autrement dit, les universités ont accru leur prise de brevets par dollar de R-D pendant une période au cours de laquelle la prise de brevets globale par dollar de R-D diminuait de manière sensible¹¹.

Les universités américaines n'ont pas seulement augmenté leurs activités de prise de brevets, mais elles ont aussi accru leurs efforts en vue de concéder des licences et tirer des revenus de ces brevets. L'Association of University Technology Managers (AUTM) note, dans un rapport, que le nombre d'universités disposant de bureaux de concession de licences de brevets et de transfert de technologie est passé de 25 en 1980 à 200 en 1990, et que les recettes de concessions de licences des universités membres de l'AUTM sont passées, en trois ans à peine, de 1991 à 1994, de 183 à 318 millions de dollars EU (Cohen *et al.*, 1997). Les données relatives à l'Université de Californie, la plus grande des institutions tirant des revenus des concessions de licences, indiquent que le revenu total de ces concessions est passé de 22.5 millions de dollars EU au cours de l'exercice budgétaire 1991 à près de 75 millions au cours de l'exercice 1997 (Office of Technology Transfer, 1997). La plus grande partie de ce revenu est assurée par un très petit nombre de brevets : les cinq plus importants brevets que l'Université de Californie détient dans son portefeuille (le « top 5 »), tous fondés sur la recherche biomédicale, représentaient 74 pour cent des revenus de concessions de licences au cours de l'exercice budgétaire 1997, et il est probable que la réparti-

tion des bénéfiques engendrés dans les autres universités par le portefeuille de brevets qu'elles détiennent soit également déséquilibrée.

La croissance rapide des activités de prise de brevets et de concession de licences par les universités ne doit pas inévitablement restreindre les voies de transmission des connaissances au sein de l'économie américaine. Aux États-Unis, la délivrance d'un brevet exige la divulgation des caractéristiques techniques de l'invention, ce qui dissémine les connaissances codifiées spécifiques à cette invention. De plus, il semble dans certains cas (le brevet Cohen-Boyer sur les techniques d'épissage des gènes, par exemple) que la délivrance d'un brevet et sa dissémination générale par le biais de licences non exclusives n'aient pas fait obstacle à la très large application commerciale d'un progrès résultant des recherches d'une grande université.

Néanmoins, tout comme les restrictions à la publication dans le cadre des instituts de recherche université-industrie, l'essor rapide des programmes de concession de licences par les universités, qui comportent souvent des restrictions à la publication avant que la demande de brevet ne soit déposée, pourrait limiter la diffusion d'importantes connaissances scientifiques et techniques au sein du système d'innovation américain. C'est ainsi que des conditions restrictives de concession de licences (licences exclusives couvrant un large éventail de domaines d'utilisation possibles, par exemple) pourraient réduire la vitesse et l'ampleur de la « distribution des connaissances » au sein des systèmes d'innovation, américain et international (David et Foray, 1995). La loi Bayh-Dole et les initiatives connexes visant à renforcer les contributions des universités de recherche à la croissance économique sont fondées sur une vision étroite des voies par lesquelles les universités et le corps enseignant entrent en interaction avec l'industrie et influent sur le processus d'innovation. Les transferts des résultats de la recherche universitaire à l'industrie, et *vice versa*, ne se font pas seulement par les publications, mais aussi par les conférences, les services de consultants, l'enseignement du deuxième cycle universitaire et la participation à des conseils consultatifs scientifiques. Les incitations créées par la loi Bayh-Dole peuvent conduire à favoriser une voie aux dépens des autres : mettre l'accent sur la prise de brevets plutôt que sur la publication des résultats des recherches pourrait réduire le volume d'information acheminé par les voies classiques de dissémination et favoriser au contraire les transactions fondées sur le jeu du marché.

Paradoxalement, compte tenu du fait que le Congrès est à l'origine des mesures ayant donné un nouvel élan à leurs efforts dans ce domaine, l'utilisation par les universités américaines de fonds fédéraux pour « privatiser » les résultats de la recherche pourrait menacer la tradition de fort soutien politique au financement de la recherche fondamentale par le gouvernement fédéral. Ainsi, le soutien de l'industrie au financement public de la recherche universitaire pourrait perdre de son intérêt si les universités adoptent une approche très restrictive à l'égard de

la protection de la propriété intellectuelle née grâce à ce financement. Les politiques restrictives, telles que le recours intensif aux contrats de licence exclusifs, font courir le risque de susciter des protestations des entreprises contre l'utilisation des crédits publics pour avantager des entreprises concurrentes, problème qui s'est posé à l'occasion de travaux de recherche en coopération menés par les laboratoires du Département de l'énergie. Les accords, de licence ou autres, avec des sociétés non américaines présentent des risques du même type et pourraient même susciter des controverses politiques plus sérieuses.

Une évaluation des effets d'une « connectivité » et d'une collaboration accrues entre les universités et l'industrie aux États-Unis doit prendre en compte les effets de cette collaboration sur le processus de la recherche universitaire, et notamment sur l'engagement des chercheurs et des administrateurs universitaires à l'égard de la libre dissémination des résultats de la recherche. L'analyse qui précède laisse entrevoir quelques motifs de préoccupation à propos de ces effets, encore que les récentes « histoires d'épouvante » relatives aux restrictions à la divulgation (voir la série d'articles publiés dans *Science*, 25 avril 1997) pourraient ne pas être représentatives. Il existe, cependant, un autre motif de préoccupation, tout aussi raisonnable : la propriété intellectuelle protégée par ces efforts accrus des universités pourrait ne pas être particulièrement précieuse. Dans leur analyse des brevets pris par les universités américaines après 1980, Henderson *et al.* (1994) utilisent les citations de ces brevets dans des demandes ultérieures de brevets comme mesure de qualité, procédure déjà utilisée par d'autres chercheurs. Les résultats de leur travail donnent à penser que la « qualité moyenne » des brevets postérieurs à 1980 a décliné par rapport à celle d'un échantillon témoin prélevé sur l'ensemble des brevets délivrés au cours de la même période.

Analyse des activités de l'Université de Californie en matière de prise de brevets et de concession de licence avant et après la loi Bayh-Dole

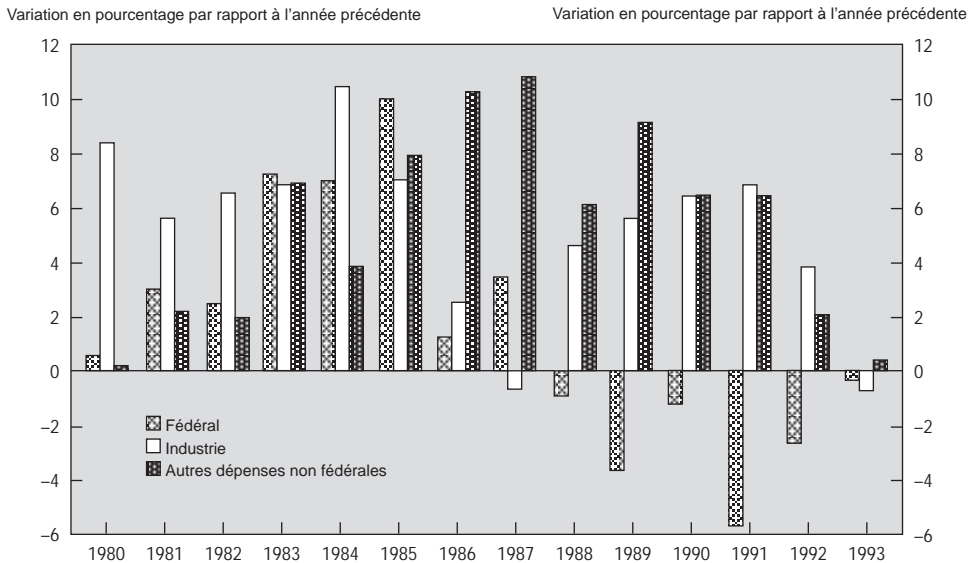
Une évaluation détaillée des effets de la loi Bayh-Dole sur les activités des universités en matière de prise de brevets et de concession de licence doit établir une distinction entre les effets sur les universités déjà actives dans ce domaine et ceux sur les universités « entrantes ». Les données présentées ci-dessus indiquent qu'un grand nombre d'universités américaines qui ne s'étaient pas préoccupées, par le passé, de prendre des brevets et de concéder des licences ont créé, à partir de 1980, de nouveaux bureaux chargés de ces activités. Un certain nombre d'autres universités, comme l'Université de Californie, l'Université Stanford, le MIT et l'Université du Wisconsin ont déposé des brevets et concédé des licences pendant une grande partie du xx^e siècle. Les données sur les activités de prise de brevets de ces universités « en place » pourraient mieux

éclairer les changements dans la qualité des brevets délivrés aux universités à partir de 1980.

A titre de première étape dans cette analyse, on trouvera dans le présent article des données sur les activités de l'Université de Californie en matière de prise de brevets et de concession de licence pour les périodes 1975-79 (avant la loi Bayh-Dole) et 1984-88 (après l'adoption de cette loi). Le nombre annuel moyen de « divulgations d'inventions » au cours de la période 1984-88 est d'environ 237, alors qu'il était nettement inférieur (140) pour la période 1975-79¹². La période suivant l'adoption de la loi Bayh-Dole est donc associée à une augmentation significative du nombre d'inventions divulguées à l'*Office of Technology Transfer* (OTT) à l'Université de Californie. Un aspect légèrement différent des effets de la loi Bayh-Dole apparaît toutefois dans la figure 2, qui présente une

Figure 2. **Changements annuels dans les dépenses annuelles de R-D, par source de financement, 1980-94¹**

En dollars EU de 1987 constants



1. Les données relatives à 1993 et 1994 sont des estimations. Les données relatives aux années 1988-92 ont été révisées, à la suite d'une nouvelle conception de l'échantillon utilisé pour l'enquête sous-jacente (Survey of Industrial Research and Development).

Source : National Science Foundation.

moyenne mobile sur trois ans des divulgations d'« inventions » par les chercheurs de l'Université de Californie, et qui ne prend pas en compte la première et la dernière années de la période 1975-88. L'augmentation du nombre moyen de divulgations d'inventions, que fait apparaître la figure 2, est antérieure à l'adoption de la loi Bayh-Dole; en fait, sur l'ensemble de la période 1974-88, la plus forte augmentation, en pourcentage d'une année à l'autre, des divulgations est intervenue en 1978-79, avant l'adoption de la loi. Cette augmentation des divulgations pourrait refléter les importants progrès réalisés par l'UC de San Francisco dans le domaine des biotechnologies au cours des années 70, ou d'autres changements dans la structure et les activités du bureau de concession de licences de brevets de l'UC, sans rapport avec la loi Bayh-Dole.

Quelles sont les indications que l'on peut tirer de ces données quant au changement de « qualité » des grands portefeuilles de divulgations d'informations dans le système de l'UC après 1980? On peut citer, parmi les mesures de cette qualité, les pourcentages de divulgations dont découlent des demandes de brevets, des délivrances de brevets et des concessions de licences¹³. La comparaison des divulgations pour les périodes 1975-79 et 1984-88 (tableau 3) montre que ces trois pourcentages sont plus élevés pour les divulgations postérieures à l'adoption de la loi Bayh-Dole, bien que le pourcentage de divulgations aboutissant à la délivrance de brevets n'augmente que légèrement¹⁴. Le pourcentage de divulgations aboutissant à des concessions de licence générant des redevances a également connu une légère augmentation au cours de la seconde période (de 3.9 pour cent pour 1975-79 à 5.0 pour cent pour 1984-88). Aucune de ces

**Tableau 3. Divulgations d'inventions, brevets et licences
à l'Université de Californie, 1975-79 et 1984-88**

En pourcentage

	1975-79	1984-88
Divulgations générant des demandes de brevets/divulgations d'inventions	24.0	31.2
Divulgations aboutissant à la délivrance de brevets/divulgations d'inventions	20.2	21.9
Divulgations licenciées/divulgations d'inventions	4.9	12.6
Divulgations aboutissant à des licences générant des redevances/divulgations d'inventions	3.9	5.0
Brevets délivrés/demandes de brevets	62.1	43.6
Brevets concédés/brevets délivrés	25.1	35.5
Licences avec redevances/licences	87.2	59.3

Source : Office of Technology Transfer, Université de Californie.

mesures n'indique de déclin significatif de la qualité des divulgations d'inventions à l'Université de Californie après 1980.

On obtient, avec d'autres mesures, un tableau plus contrasté des tendances quant à la qualité du sous-ensemble d'inventions de l'UC pour lesquelles les administrateurs de l'UC ont déposé des demandes de brevets après 1980. Le pourcentage de demandes de brevets fondées sur les inventions aboutissant à la délivrance de brevets décline entre les deux périodes (passant de 62.1 pour cent pour 1975-79 à 43.6 pour cent pour 1984-88), ce qui indique soit une diminution de la nouveauté, soit un manque d'évidence des applications résultant des divulgations. Ce déclin pourrait s'expliquer par un plus grand effort, de la part des administrateurs de l'UC, pour protéger par des brevets un plus large éventail de divulgations après l'adoption de la loi Bayh-Dole. L'augmentation du pourcentage de divulgations aboutissant à des concessions de licence générant des redevances (de 3.9 pour cent pour 1975-79 à 5 pour cent pour 1984-88) est également beaucoup moins importante que celle du pourcentage de divulgations ayant pour résultat la concession de licences, qui passe de 4.9 pour cent pour 1975-79 à 12.6 pour cent pour 1984-88, soit plus du double. Tout comme la baisse du pourcentage de demandes de brevets aboutissant à une délivrance de brevets, ces données semblent indiquer un certain déclin de la qualité du sous-ensemble de divulgations ayant abouti à des accords de licence au cours de la période 1984-88 (149 divulgations de cette période se sont traduites par au moins un accord de licence) par rapport au sous-ensemble associé aux divulgations de la période 1975-79 (34 divulgations de cette période s'étaient traduites par au moins une concession de licence). En fait, le pourcentage de l'ensemble des accords de licence associés aux divulgations de la seconde période et générant des redevances positives (59.3 pour cent) est inférieur à la valeur correspondante pour les divulgations de la période 1975-79 (87.2 pour cent).

Dans l'ensemble, donc, ces données sur les divulgations de l'UC ne font pas apparaître, après l'adoption de la loi Bayh-Dole, de chute abrupte de la qualité des inventions portées à la connaissance des administrateurs en vue d'une éventuelle prise de brevet et/ou concession de licence. Ces données indiquent, toutefois, que les administrateurs ont cherché à protéger par des brevets une plus large part de la population sous-jacente de divulgations, et la diminution du pourcentage de demandes aboutissant à la délivrance d'un brevet donne à penser que cet ensemble élargi de demandes est d'une qualité légèrement inférieure. La multiplication des licences, à partir de 1980, semble avoir eu pour effet une diminution de leur « productivité », mesurée en termes de pourcentage de licences générant des redevances positives¹⁵. Bien que ces résultats soient quelque peu différents de ceux de Henderson *et al.* (1994), une comparaison rigoureuse avec ce travail antérieur exige une analyse des références aux brevets de l'UC fondée sur ces divulgations. Nos résultats donnent à penser que l'observation, par ces chercheurs, d'un déclin dans la qualité des brevets des universités à

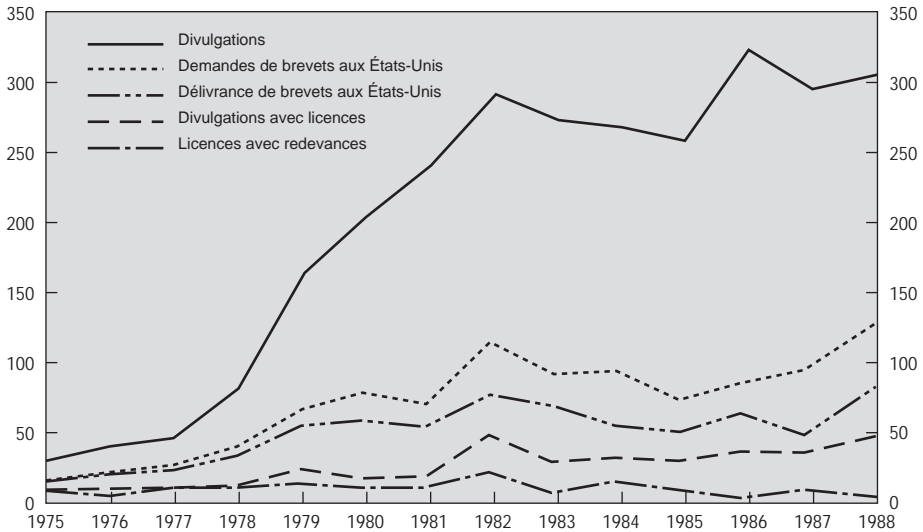
partir de 1980 pourrait refléter les activités de prise de brevets des universités « entrantes » dans ce domaine plutôt que celles « en place », depuis longtemps actives dans le domaine de la prise de brevets et de la concession de licences. Toute nouvelle recherche sur les effets de la loi Bayh-Dole sur les activités des universités en matière de prise de brevets et de concession de licence devrait analyser séparément les activités des universités « en place », et celles des universités « entrantes ».

Nous avons noté plus haut que les revenus des concessions de licences de brevets de l'Université de Californie ont longtemps été dominés par les licences fondés sur la divulgation des inventions biomédicales. Les années 70 ont été les témoins d'une remarquable activité scientifique et novatrice dans le domaine des sciences biomédicales, l'Université de Californie, et particulièrement le campus de San Francisco (UCSF), jouant un rôle de premier plan dans ces progrès. L'un des brevets universitaires ayant fait l'objet du plus grand nombre de concessions de licences au cours des années 80, et l'un des plus rentables du portefeuille de brevets de l'UC, le brevet Cohen-Boyer sur les techniques d'épissage des gènes, a été le fruit de recherches menées à l'UCSF et à Stanford au cours de cette période. Quel rôle les inventions biomédicales ont-elles joué dans la croissance régulière des divulgations d'inventions par l'UC avant 1980 ?

La figure 3 montre que la part des inventions biomédicales, dans les divulgations d'inventions de l'UC, a commencé à augmenter au milieu des années 70, bien avant l'adoption de la loi Bayh-Dole. De plus, ces inventions biomédicales ont longtemps représenté un pourcentage disproportionné des activités de prise de brevets et de concession de licences de l'Université de Californie : au cours de la période 1975-79, les divulgations d'inventions biomédicales représentaient 33 pour cent du total des divulgations de l'UC, mais 60 pour cent des brevets délivrés à l'Université de Californie pour des inventions divulguées au cours de cette période. Les brevets biomédicaux jouaient un rôle encore plus important dans les activités de concession de licences de l'UC au cours de cette période, puisqu'ils représentaient 70 pour cent des brevets concédés pour cet ensemble de divulgations. Les inventions médicales n'ont pas perdu de leur importance au cours de la période 1984-88, puisqu'elles représentaient 60 pour cent des divulgations et 65 pour cent des brevets, et que 74 pour cent des brevets résultant de ces divulgations faisaient l'objet d'une concession de licence. Les licences biomédicales représentaient 59 pour cent des licences de l'UC fondées sur les divulgations de la période 1975-79 ayant généré des redevances positives. Pour ce qui concerne les divulgations de la période 1984-88, leur part dans cette population était encore plus élevée, à savoir 73 pour cent. A l'Université de Californie, les inventions biomédicales ont donc représenté, avant et après 1980, un pourcentage disproportionné des activités de prise de brevets et de concession de licences générant des redevances. En outre, la croissance du nombre de divulgations dans le domaine biomédical est antérieure à l'adoption de la loi Bayh-Dole.

Figure 3. **Divulgations d'inventions, demandes de brevets, délivrance de brevets et concession de licences à l'Université de Californie, 1975-88**

Moyenne mobile de 3 ans



Source : Office of Technology Transfer, Université de Californie.

Les effets apparents de cette loi sur les activités de l'UC en matière de divulgations d'inventions, de prise de brevets et de concession de licences se confondent donc avec ceux d'une évolution, à peu près simultanée, dans les programmes de recherche sous-jacents, étant donné que le financement de la recherche biomédicale et les progrès scientifiques ont connu une croissance rapide au cours des années 70 et 80.

Évaluation sommaire

La loi Bayh-Dole a incité de très nombreuses universités à étendre (ou à entreprendre) d'ambitieux programmes de prise de brevets et de concession de licences liés aux résultats des recherches financées par le gouvernement fédéral et par l'industrie, mais les effets économiques de cette importante évolution de la

politique fédérale sur les inventions et les demandes de brevets du corps enseignant ont eu pour préalable une évolution de la recherche universitaire vers les inventions dans le domaine biomédical. Les données relatives à l'Université de Californie permettent de penser que pour les universités menant déjà des activités de prise de brevets et de concession de licences, les effets de la loi Bayh-Dole ont été modestes, compte tenu notamment de l'évolution simultanée dans la composition de ce portefeuille d'inventions universitaires.

La loi Bayh-Dole et les activités connexes que mènent les universités américaines à la recherche d'un financement industriel pour une R-D en coopération peuvent accroître de manière considérable l'« excluabilité » des résultats de la recherche universitaire et réduire les possibilités de « distribution des connaissances » de la recherche universitaire. L'intérêt commercial que peut présenter la recherche universitaire pour l'industrie, et la possibilité d'obtenir une protection officielle de la propriété intellectuelle pour « exclure » d'autres acteurs, varient de façon significative selon les technologies : dans le domaine de la biotechnologie et dans d'autres domaines de la recherche biomédicale, les brevets sont relativement solides et l'intérêt de l'industrie élevé. Dans d'autres secteurs, et par exemple les technologies de fabrication des semi-conducteurs, la recherche universitaire peut se trouver bien en retard par rapport à la pratique industrielle, et l'efficacité de la protection officielle de la propriété intellectuelle est limitée. Ces différences entre technologies signifient également que les différentes voies de transfert de technologie et de collaboration en matière de R-D n'auront pas la même importance selon les catégories de technologie. Aux États-Unis, pourtant, de nombreux administrateurs d'universités persistent à croire que ce sont des domaines tels que les biotechnologies qui définissent la règle, alors qu'ils constituent plus probablement l'exception.

Il n'existe pas de données détaillées qui permettraient de déterminer si la recherche et l'enseignement universitaires dans des domaines tels que la biologie moléculaire ou l'informatique ont été sérieusement compromis du fait d'une collaboration accrue avec l'industrie et des éventuelles restrictions à la divulgation ou à la dissémination des résultats de la recherche qui pourraient être associées à une telle collaboration. Ces risques apparaissent comme les plus élevés dans les domaines où l'écart entre la recherche universitaire et l'application industrielle est particulièrement étroit. L'université américaine, avec l'esprit d'entreprise de son corps enseignant et de ses étudiants, devenus experts en la collecte, auprès de sources extérieures, de fonds pour la recherche, réagit très rapidement aux évolutions dans l'environnement des possibilités et des contraintes de financement de la recherche. A de nombreux égards, cette souplesse institutionnelle constitue justement un argument en faveur d'une certaine distance, qui éviterait à la recherche universitaire de s'engager trop profondément dans une R-D en collaboration avec l'industrie, ou du moins dans des activités en coopération qui entraîneraient des restrictions significatives à la publication ou à la divulgation.

Pour ce type d'activités, une forme d'institution « de transition », peut-être dans l'esprit des Fraunhofer Institutes en Allemagne, pourrait présenter des avantages significatifs. Les débats en cours au sein du gouvernement fédéral et des universités, aux États-Unis, n'ont toutefois pratiquement pas envisagé une telle possibilité.

Les CRADA et la collaboration entre secteurs public et privé

Les accords de recherche et de développement en coopération (CRADA), définis plus haut, constituent un autre moyen important de politique technologique utilisé par le gouvernement fédéral dans la période de l'après-guerre froide ; cette politique compte sur les marchés de la propriété intellectuelle pour susciter des collaborations entre secteurs public et privé en matière de R-D. Les CRADA ont été mis en place par le Federal Technology Transfer Act de 1986, mais les laboratoires fédéraux appartenant au gouvernement et gérés par des contractants n'ont été autorisés à conclure des CRADA avec des entreprises privées qu'après l'adoption, en 1989, d'amendements à la loi. A la fin de 1995, les agences et laboratoires de recherche fédéraux avaient signé plus de 2 000 CRADA. Nombre de ces accords comportent des dispositions de partage des coûts qui prévoient un soutien « en nature » (généralement, des installations, du personnel ou du matériel de laboratoire), allant jusqu'à 50 pour cent du coût total du projet.

Tout comme l'extension aux universités des droits de concession de licences, les CRADA ont été conçus pour encourager les investissements privés dans le développement commercial de technologies dont la découverte initiale a été entièrement ou partiellement financée par des fonds publics. Le transfert à une partie privée, dans le cadre du CRADA, des droits de propriété intellectuelle sur ces technologies a pour objet d'offrir des incitations à leur commercialisation. Comme c'est le cas pour la loi Bayh-Dole, la politique des CRADA retient comme hypothèse que l'un des obstacles critiques à l'exploitation commerciale des progrès de la recherche financée par le secteur public réside dans la « non-excluabilité » de ces progrès. Les CRADA, qui visent à établir des droits de propriété privés clairs sur ces progrès, prennent pour prémisse une inversion de l'analyse des défaillances du marché proposée par Arrow et Nelson, très semblable à celle sous-jacente à la loi Bayh-Dole – l'« excluabilité » accrue de biens non rivaux devrait augmenter les rendements privés de l'exploitation commerciale, augmentant ainsi la rentabilité sociale des investissements publics dans le domaine de la recherche.

Les institutions concernées par les CRADA, c'est-à-dire les laboratoires fédéraux, n'ont toutefois qu'une lointaine ressemblance avec les universités de recherche américaines. A quelques exceptions près, ces organisations ont été

financées par l'intermédiaire de budgets de programme associés aux missions de leurs agences de tutelle. Il est rare que les chercheurs doivent compter sur le soutien de fonds de projet attribués de manière compétitive au terme d'un examen par les pairs. Les capacités scientifiques et technologiques de ces laboratoires sont étroitement liées aux missions de l'agence plutôt qu'aux préoccupations de l'industrie, et le personnel de recherche a moins d'incitations à la poursuite de financements de sources concurrentielles. Il est donc probable que les modestes incitations financières supplémentaires offertes par la plupart des CRADA auront moins d'influence sur le programme de recherche des laboratoires fédéraux que ne pourraient avoir les initiatives de la loi Bayh-Dole sur le corps enseignant.

Études de cas de CRADA dans un laboratoire américain d'armement

Les CRADA ont fait l'objet de pas mal d'attention, mais de peu d'évaluation. En fait, on dispose de très peu d'informations quant à l'ampleur même des dépenses fédérales consacrées aux CRADA pour lesquels des fonds fédéraux servent à financer une partie des coûts de la R-D conjointe¹⁶. Ham et Mowery (1995, 1998) ont récemment conduit une étude sur les CRADA conclus entre un grand laboratoire d'armement nucléaire géré par le Département de l'énergie (le Lawrence Livermore National Laboratory, LLNL) et des entreprises privées. Les résultats en sont brièvement résumés ici.

Les CRADA ont, en particulier, joué un rôle de premier plan dans les activités menées dans la période de l'après-guerre froide par le complexe de laboratoires du Département de l'énergie (DOE), réseau de 26 laboratoires dont les opérations coûtaient, en 1996, plus de 8 milliards de dollars EU, et dont le personnel comptait plus de 50 000 salariés; selon une estimation du DOE lui-même, ces laboratoires ont reçu plus de 100 milliards de dollars EU de fonds publics depuis leur création, au cours des années 40, dans le cadre du programme d'armement atomique (US General Accounting Office, 1995; Lawler, 1996). Plus de la moitié des 2 000 CRADA conclus par le gouvernement fédéral à la fin de 1995 l'avaient été par le DOE. Une grande partie des CRADA conclus par le DOE concernaient les laboratoires d'armement nucléaire du DOE (laboratoires nationaux de Los Alamos, Lawrence Livermore et Sandia) dont les frais de fonctionnement à la charge du budget fédéral dépassaient, en 1996, 3,4 milliards de dollars EU (Lawler, 1996).

Le programme de recherche sur le terrain rapporté ici a consisté en des études de cas détaillées de cinq projets CRADA conclus entre des entreprises privées et le Lawrence Livermore National Laboratory (LLNL)¹⁷. Les projets étudiés sont d'ampleur très variable, avec des budgets allant de moins de 1 à plus de 20 millions de dollars EU; les entreprises participantes étaient également de différentes tailles. Les CRADA couvraient des technologies allant de l'analyse des

matériaux à l'électronique. Malgré le rôle central de la question des droits de propriété intellectuelle dans la conception des CRADA en tant qu'instruments, dans quatre des cinq cas étudiés, l'obtention des DPI pour les résultats obtenus en commun dans le cadre du CRADA ne présentait pas, pour les entreprises participantes, une importance primordiale. Plutôt que d'estimer une « rentabilité de l'investissement » pour des éléments spécifiques de propriété intellectuelle générés par les projets, les gestionnaires des entreprises ont déclaré qu'une grande partie des avantages découlant de leur CRADA avec le LLNL étaient de nature générique¹⁸. Le plus grand avantage de leur CRADA était ressenti tout autant dans les autres lignes de produits et dans les produits futurs que dans les « produits livrables » spécifiques du CRADA. Peu, ou pas, de ces avantages génériques sont couverts par les instruments de protection de la propriété intellectuelle qui sont au cœur de la plupart des CRADA. La négociation et l'approbation des dispositions relatives à la propriété intellectuelle de ces CRADA ont néanmoins pris un temps considérable et retardé le début des projets, entravant l'effort de collaboration.

La création et le transfert au partenaire du secteur privé des DPI dans le cadre du CRADA étaient donc d'importance secondaire et ont constitué, dans la majorité de ces projets, un obstacle. Bien que le transfert des DPI soit essentiel dans certains projets de recherche en coopération, des instruments de collaboration plus simples seraient peut-être préférables aux CRADA dans les projets où les DPI sont de moindre importance. En effet, une autre approche susceptible de soutenir la dissémination des connaissances « génériques » nées dans le cadre du CRADA pourrait offrir de plus grands avantages privés aux partenaires industriels et une rentabilité sociale plus élevée.

Les différences fondamentales dans l'historique et les environnements de travail de ces entreprises privées et du laboratoire d'armement nucléaire Livermore ont également exercé une influence sur le déroulement et les résultats des projets que nous avons étudiés. De plus, l'instrument que constitue un CRADA n'offre qu'un potentiel limité pour surmonter ces différences. Nombre de chercheurs du LLNL participaient depuis des années à des recherches classifiées sur des systèmes d'armes où la performance était l'impératif absolu, et ils attribuaient souvent la plus haute priorité, dans le cadre du projet, à la solution des questions relevant de la recherche fondamentale. Les équipes du secteur privé, pour leur part, avaient pour préoccupation essentielle d'achever le plus rapidement possible les étapes critiques de développement, sans nécessairement chercher à comprendre les questions scientifiques sous-jacentes.

On trouve une autre expression de la différence de « styles » de R-D entre les dirigeants du LLNL et ceux des entreprises privées dans la diversité des niveaux de familiarité des participants de chacune des deux parties, dans la plupart des projets, avec les besoins des utilisateurs et les exigences du marché. Le méca-

nisme du CRADA a fonctionné assez bien dans l'un des projets couverts par notre étude, qui se concentrait sur la mise au point d'un produit dont le LLNL était un important utilisateur et avait fabriqué des modèles antérieurs, à usage interne ; en tant que client, le LLNL était en mesure d'exprimer clairement ses besoins. De plus, autre facteur de réussite, le projet était essentiellement axé sur le transfert à une entreprise d'une technologie développée par le laboratoire. En revanche, les dirigeants d'une autre petite entreprise participant à un CRADA ont estimé que les malentendus entre leurs ingénieurs et ceux du LLNL étaient alimentés par le manque de familiarité de ces derniers avec l'environnement de travail dans lequel le produit en cours de mise au point serait utilisé. Ces types de problèmes reflètent également l'incapacité dans laquelle se trouvent les partenaires de la R-D d'évaluer pleinement leurs capacités et performances potentielles réciproques : les malentendus ont été fréquents entre le personnel du LLNL et celui des entreprises privées à propos des besoins des utilisateurs, des exigences opérationnelles et du niveau de connaissances fondamentales quant aux aspects technologiques et scientifiques sous-jacents. Ces malentendus se retrouvent constamment dans les contrats de R-D et il faudrait, pour les dissiper, utiliser à l'intention du personnel de recherche du laboratoire des incitations plus puissantes que celles générées par les CRADA.

Les limites étroites du contrat CRADA ont contribué à l'émergence d'un autre problème au terme de plusieurs de ces projets, dans lesquels l'activité du LLNL prenait fin immédiatement après la mise au point et la démonstration d'un prototype de laboratoire. Cette interruption rapide de la collaboration a suscité des problèmes au niveau du « débogage » des prototypes de laboratoire avant la fabrication de série, tâche exigeante qui a souvent une incidence sur les caractéristiques de fonctionnement et la qualité du produit. Dans l'un des CRADA, cette phase « post-prototype » impliquait le débogage d'une pièce complexe d'un équipement d'essai à utiliser pour l'analyse des matériaux. Bien qu'ils aient finalement réussi à améliorer la performance de l'équipement mis au point dans le cadre d'un CRADA avec le LLNL, la portant au niveau correspondant à leurs attentes, les ingénieurs de l'entreprise ont estimé qu'une meilleure interaction avec le personnel du LLNL aurait pu raccourcir ce processus d'apprentissage, qui a duré quatre mois. Le personnel du Laboratoire a parfois travaillé de manière informelle, mais sans soutien budgétaire, avec les entreprises après la fin du financement lié au CRADA. La situation est différente lorsque des accords de développement en collaboration sont conclus entre des entreprises privées : on veille souvent, dans les dispositions relatives au partage des bénéfices, à faire en sorte que les partenaires demeurent engagés dans l'effort de développement en commun d'un produit jusqu'à un stade avancé de la fabrication commerciale.

Ces études de cas donnent à penser que l'efficacité du secteur privé, sans parler de la rentabilité sociale de telles collaborations, exige que l'on prête une attention particulière à ce que les exigences de la collaboration dans un domaine

spécifique correspondent aux capacités des partenaires et aux moyens d'action utilisés pour soutenir cette collaboration. Bien que les CRADA puissent être utiles dans le cas de certaines technologies ou de certains projets, l'accent qu'ils mettent sur les droits de propriété intellectuelle s'est avéré dysfonctionnel pour la majorité des projets envisagés dans la présente étude. La conception des CRADA par le Congrès et leur mise en œuvre dans de nombreux laboratoires fédéraux semblent retenir comme hypothèse que ces installations sont des « coffres au trésor », des organisations possédant une grande quantité de technologies directement applicables dans le secteur industriel privé (Ham et Mowery, 1995). Dans cette perspective, la commercialisation de ces technologies exige que leur propriété soit définie par l'attribution des DPI, et que ces droits soient transférés au secteur privé par le biais d'un accord entre l'entreprise et le laboratoire – seul un modeste développement supplémentaire étant nécessaire. Mais le modèle du coffre au trésor constitue une caractérisation inexacte des atouts technologiques des laboratoires et des processus par lesquels ces atouts peuvent aider l'industrie américaine. Peu de technologies de laboratoire sont réellement « prêtes à l'emploi », et leur application commerciale exige un co-développement et une amélioration qui constituent une tâche beaucoup plus exigeante et incertaine que ne le laisse supposer ce modèle. Au contraire, le co-développement est typiquement lourd d'incertitude, exigeant une interaction et une communication intensives, et s'étendant jusqu'aux phases initiales de la fabrication à grande échelle des produits intégrant la technologie. Un portefeuille élargi de mécanismes de collaboration et des évaluations plus détaillées de leur efficacité dans des domaines et des projets spécifiques amélioreraient la performance du projet.

Il existe un autre obstacle au bon fonctionnement des CRADA entre le LLNL et les entreprises privées, qui tient naturellement au fait qu'une grande partie des capacités fondamentales des laboratoires d'armement nucléaire pourraient ne trouver que peu d'applications pour la solution des problèmes technologiques des entreprises privées. Même lorsque ces capacités présentent un intérêt, le personnel des laboratoires du secteur public pourrait trouver difficile de travailler dans l'environnement caractéristique de la plupart des projets du secteur privé, avec des cycles de développement réduits et des budgets limités. Dans le contexte de notre étude, le rôle du LLNL, en tant qu'important utilisateur et fabricant de modèles antérieurs du produit résultant du projet, a contribué à son succès. La réussite apparente de ce CRADA donne également à penser que les bons candidats, pour ce type de mécanisme, sont les projets de co-développement de technologies dont les résultats (équipement, idées ou services) sont largement utilisés par le LLNL ou d'autres laboratoires fédéraux. On peut trouver dans ces considérations un argument supplémentaire plaidant pour que le LLNL, et les autres installations similaires, concentrent leurs activités de R-D en collaboration sur des secteurs en rapport avec les missions traditionnelles du Laboratoire, à

savoir la recherche dans les domaines de la défense, de l'énergie et de l'environnement. Dans la plupart des cas, les chercheurs du Laboratoire seront moins au fait des besoins des utilisateurs ou de l'industrie dans des domaines trop éloignés de ceux énumérés ci-dessus.

Contrairement à ce qui s'est produit pour une grande partie de l'infrastructure du secteur privé affectée à la R-D pour la défense pendant la période de la guerre froide, les réductions du budget américain de la défense n'ont pas entraîné de baisses spectaculaires des budgets des laboratoires fédéraux du domaine de la défense gérés par les Départements de la défense et de l'énergie. En fait, l'une des caractéristiques particulièrement attrayantes des CRADA, au début des années 90, est qu'ils étaient porteurs d'une promesse de « conversion » de ces laboratoires, qui pourraient mobiliser leurs vastes installations et leurs compétences scientifiques et techniques en vue de résoudre les défis de la technologie civile. Ces études de cas justifient un scepticisme considérable quant à la capacité des CRADA d'opérer cette conversion, et leurs conclusions tendent à corroborer les observations critiques formulées dans le rapport du groupe de travail (généralement désigné sous le nom de Comité Galvin) chargé par le Département de l'énergie d'étudier les diverses options d'avenir pour les laboratoires du Département (1995), et portant sur la faisabilité d'un rôle de large « compétitivité civile » pour les laboratoires d'armement du Département.

La simple existence de capacités pertinentes aux activités de production ou de recherche, tant civiles que liées à la défense (on trouvera dans Kelly et Watkins, 1995, une analyse empirique récente), peut être nécessaire, mais sûrement pas suffisante, pour soutenir l'application de ces capacités à des objectifs civils dans des conditions rentables. L'influence des facteurs historiques et des incitations intra-organisationnelles sur le comportement des chercheurs au LLNL et dans d'autres installations est si forte qu'une réorientation des activités de ces centres de recherche exigera beaucoup de temps, des changements de grande portée dans leur gestion interne et des incitations, financières ou autres, beaucoup plus élevées pour permettre d'accomplir de manière rentable des tâches de R-D intéressant les entreprises privées.

Évaluation sommaire

La création d'un marché pour la propriété intellectuelle créée par les projets conjoints de R-D ne suffit pas à surmonter les profondes différences dans les approches de ces projets par les spécialistes de la R-D des secteurs public et privé, différences reflétant les incitations, les structures organisationnelles et la pression concurrentielle caractérisant l'environnement dans lequel opère chacun des deux groupes. La création d'un tel marché ne résout pas non plus les problèmes que pose le transfert de technologie par l'intermédiaire des voies indiquées dans des travaux précédents (Arrow, 1962; Mowery, 1983). En effet, il

semble que le rôle de premier plan attribué aux droits de propriété intellectuelle dans le cadre des CRADA examinés dans ces études de cas ait fait obstacle à une coopération fructueuse au moins aussi souvent qu'elle l'a facilitée. Les possibilités de collaboration entre des laboratoires axés sur la défense, comme le LLNL, et des entreprises privées dans des domaines sans rapport direct avec les missions traditionnelles du LLNL semblent limitées; de plus, même dans ces domaines en rapport avec la mission, une collaboration efficace exige, au niveau des politiques budgétaire et de gestion, un ensemble de changements beaucoup plus vaste que celui réalisable par l'attribution des droits de propriété intellectuelle.

V. CONCLUSION

Pendant la plus grande partie de l'après-guerre, le système national d'innovation des États-Unis a été très différent, de par sa structure, son échelle et son fonctionnement, des systèmes de la plupart des autres pays de l'OCDE (Mowery et Rosenberg, 1993). Certaines de ces différences au moins pourraient perdre de leur importance du fait des évolutions, depuis le début des années 80, dans la structure des dépenses (notamment le déclin des dépenses publiques de R-D en matière de défense) et dans la conduite de la R-D. Les changements structurels observés dans le système américain de R-D à partir de 1980 semblent, au moins dans leurs grandes lignes, du même ordre que ceux intervenus dans les autres grandes économies de l'OCDE, à l'exception du Royaume-Uni. Le changement de la structure du système d'innovation américain a une autre source importante, dont le présent article ne dit pratiquement rien : son internationalisation qui, depuis le milieu des années 80, se traduit par des taux de croissance élevés des investissements de R-D effectués aux États-Unis par des entreprises ayant leur siège dans d'autres pays (Mowery, 1997*b*). L'interdépendance économique accrue a pour corollaire une interdépendance croissante entre les systèmes d'innovation des États-Unis et d'autres pays.

Malgré les similitudes que présentent les tendances du changement structurel au sein des systèmes de R-D dans les grands pays de l'OCDE, il n'y a pas beaucoup d'éléments indiquant que ces autres pays auraient connu, comme les États-Unis au cours des 15 dernières années, une évolution dans le sens d'une protection officielle de la propriété intellectuelle des résultats de la recherche financée par les pouvoirs publics. Ces changements dans les politiques (associés à d'autres développements) pourraient transformer le rôle de l'université de recherche au sein du système d'innovation américain, avec des avantages et des

coûts très incertains. Bien que certains éléments permettent de penser que l'augmentation, depuis 1980, des prises de brevets par les universités ne concerne qu'une propriété intellectuelle sans grande importance, cet effet pourrait refléter les prises de brevets par les universités dont les activités en la matière n'ont commencé qu'après 1980. Rien n'indique qu'il y ait eu une chute de la qualité des inventions pour lesquelles l'Université de Californie a demandé un brevet après 1980. D'autres éléments indiquent que l'importance accrue de la concession de licences de brevets par les universités pourrait refléter des changements intervenus dans les programmes de recherche universitaire pour des raisons n'ayant aucun rapport avec l'évolution de la politique fédérale. Néanmoins, le souci de la prise de brevets manifesté par le corps enseignant et les administrateurs des universités a parfois été associé à des restrictions à la libre circulation de l'information scientifique, développement qui devrait susciter des préoccupations et mérite qu'on le surveille étroitement.

Une transformation semble moins probable, alors qu'elle est sans doute bien plus nécessaire, dans les laboratoires fédéraux qui s'efforcent de créer des marchés pour les fruits de leur recherche, par le biais des CRADA. La vague de popularité des CRADA, notamment ceux auxquels étaient partie des laboratoires du secteur de la défense, dans les premiers temps de l'Administration Clinton, était largement due au fait que cette politique pouvait offrir un compromis politiquement souhaitable. Les CRADA semblaient promettre une augmentation de la rentabilité économique des vastes investissements consacrés par le gouvernement fédéral aux laboratoires du secteur de la défense, tout en permettant aux décideurs, tant au Congrès qu'au sein de l'exécutif, d'éviter la solution, politiquement douloureuse, des fortes réductions du personnel et des budgets de ces institutions. Mais la création d'un marché pour les résultats de leurs recherches ne change pas grand chose à la structure et aux incitations internes, ni à l'héritage historique de la recherche liée à la défense, qui sont des obstacles à une collaboration efficace entre ces laboratoires et les entreprises privées. Une telle collaboration est particulièrement difficile, et à déconseiller, dans les domaines éloignés de ceux auxquels s'intéressent traditionnellement ces laboratoires.

Tous les décideurs, qu'ils soient Républicains ou Démocrates, croient fermement en la « magie du marché » pour le transfert et la commercialisation de la technologie, ce qui modifie radicalement le diagnostic normatif de l'analyse du début des années 60, fondée sur les « défaillances du marché ». De plus, ces initiatives semblent en contradiction avec une grande partie des travaux récents sur le rôle des connaissances et de l'innovation dans la croissance des sociétés industrielles modernes (David et Foray, 1996 ; Nelson et Romer, 1997). En fait, la croyance plus générale qui veut que les droits de propriété intellectuelle apportent à la fois une solution aux « défaillances du marché » et un moyen de soutenir la collaboration inter-institutionnelle mériterait un examen et une évaluation beaucoup plus sérieux. Il est certain que de telles initiatives semblent, à de nombreux

égards, incompatibles avec les arguments de ces chercheurs en faveur d'une plus large distribution et d'une réduction des niveaux d'«excluabilité» des connaissances au sein des systèmes nationaux d'innovation. Néanmoins, dans l'ensemble des pays Membres de l'OCDE, confrontés à des budgets publics limités et à une demande de dépenses publiques qui s'envole (notamment pour les programmes d'aide sociale), les décideurs pourraient trouver attrayantes les politiques telles que celles des États-Unis, parce qu'elles n'exigent que des coûts publics supplémentaires minimales et qu'elles portent la promesse (quand bien même peu réaliste) d'une amélioration de la performance, tout en dispensant de la tâche politiquement beaucoup plus douloureuse d'une réforme structurelle à grande échelle des systèmes nationaux de R-D, et notamment des laboratoires publics. Les politiques «favorisant les mécanismes du marché», dont les États-Unis donnent l'exemple, pourraient ainsi être imitées par d'autres gouvernements.

Compte tenu de cette possibilité, il y a dans ces initiatives un autre élément alarmant, dont le présent article ne dit pratiquement rien : leurs sous-entendus souvent nationalistes. La concession, par les universités, de licences d'exploitation de DPI à des entreprises non américaines a parfois fait l'objet de critiques politiques, et la participation d'entreprises non américaines à des CRADA n'est autorisée que lorsque le participant étranger peut garantir que les produits qui pourraient résulter du projet seront «substantiellement fabriqués» aux États-Unis. Cette attitude «technonationaliste» est naturellement cohérente avec la préoccupation sous-jacente des décideurs américains, qui est de ne pas laisser échapper les bénéfices économiques des investissements publics de R-D. Mais il est probable que les efforts visant à ériger des obstacles à la coopération scientifique et technologique internationale vont à l'encontre du bien-être des citoyens des États-Unis et d'autres pays. De plus, si les initiatives des pouvoirs publics aux États-Unis sont reprises par d'autres pays Membres de l'OCDE, on verra s'intensifier le conflit entre une interdépendance internationale croissante dans le domaine de la science et de la technologie et les efforts nationalistes des gouvernements pour s'assurer des bénéfices de leurs investissements de R-D, tandis qu'augmentera le risque de politiques obstructionnistes.

Cette évaluation devrait mettre en lumière certaines des limites de la collaboration inter-institutionnelle, dont la faisabilité et parfois le caractère souhaitable peuvent être exagérés. Il est plus important encore, du point de vue de la recherche, de disposer de bons meilleurs indicateurs de l'effet de ces politiques de «privatisation des connaissances» parmi les pays de l'OCDE, et de meilleurs instruments permettant de déterminer dans quelle mesure les activités de prise de brevets ou de concession de licences peuvent, *per se*, limiter la circulation nationale et internationale des connaissances. Entre le dispositif conceptuel naissant, qui servira à évaluer la «conception» des systèmes nationaux d'innovation, et les données empiriques disponibles pour soutenir l'application de ces théories,

l'une des plus sérieuses lacunes tient justement à l'absence de données fiables sur l'ampleur, l'importance et les effets potentiels des changements dans le traitement de la propriété intellectuelle créée par la R-D financée par le secteur public. Il serait intéressant de lancer, à titre exploratoire, une initiative visant à construire de telles mesures pour un petit nombre de secteurs ou d'acteurs de la R-D au sein de quelques unes des grandes économies de l'OCDE, et de mettre à l'essai leur robustesse, leur couverture et leur validité. A défaut de meilleures mesures de ce type, le dispositif conceptuel prometteur en cours d'élaboration ne fournira pas les formes d'orientations générales dont il est capable. Les tendances récentes de la politique scientifique et technologique aux États-Unis indiquent que de telles orientations sont particulièrement nécessaires.

NOTES

1. Voir Nelson (1992, 1993); Nelson et Romer (1997); Metcalfe (1995); David et Foray (1995).
2. On a comparé, pour ce qui concerne le prix Nobel de chimie, l'évolution des attributions à des citoyens des États-Unis et à des citoyens des grandes puissances européennes avant et après 1940. Cette comparaison fait apparaître, pour la recherche fondamentale dans un domaine scientifique, l'ampleur de la transformation de la force des États-Unis. Jusqu'en 1939, 15 des 30 prix Nobel de chimie avaient été décernés à des chercheurs allemands, trois seulement à des chercheurs américains, six à des chercheurs français et autant à des britanniques. Entre 1940 et 1994, les chercheurs américains recevaient 36 des 65 prix Nobel attribués, les chercheurs allemands 11, les britanniques 17 et les français un seulement (*Encyclopaedia Britannica*, 1995, pp. 740-47).
3. Les dépenses de R-D de la catégorie « Autres sources non fédérales » (R-D financée par les États et les collectivités locales, ainsi que par les collèges et universités) ont augmenté de 2 pour cent en termes réels en 1994-95. Parmi les données qui seront prochainement publiées par la National Science Foundation (NSF) dans le document « National Patterns of R&D Resources: 1997 », celles déjà disponibles ne comportent que des estimations des niveaux de dépenses de R-D pour 1996 et 1997, lesquelles sont moins fiables, en particulier pour les investissements en matière de R-D financés par l'industrie, que les niveaux effectifs de dépenses rapportés (avec un certain retard) par la NSF. En outre, les modifications apportées aux procédures de collecte de données de la NSF font que les données relatives à la R-D financée par l'industrie avant et après 1991 ne sont pas strictement comparables, notamment pour les composantes des dépenses de R-D après ventilation, et pour les différents secteurs d'activité (voir National Science Foundation, 1996). Par conséquent, notre analyse des tendances des dépenses ne couvre que la période allant jusqu'à 1995, et nous limitons à la période 1991-95 l'analyse des tendances concernant les composantes des investissements de R-D financés par l'industrie.
4. Il est difficile d'établir une projection quant aux conséquences économiques de cette forte réduction des dépenses de R-D liées à la défense. Les « retombées » technologiques de ces dépenses, des applications de la défense aux applications civiles, sont aujourd'hui moins importantes qu'elles ne l'étaient au cours des années 50 et au début des années 60, et dans des domaines technologiques comme l'aérospatiale ou l'électronique, les exigences liées aux applications civiles et militaires ont suivi des voies

divergentes. En outre, une part considérable des dépenses fédérales de R-D liées à la défense était consacrée à des recherches appliquées (la mise à l'essai des armes, par exemple) qui ne généraient que peu d'avantages économiques dans le domaine civil. Néanmoins, l'énorme budget de R-D liée à la défense comportait une importante composante de recherche fondamentale, et la R-D liée à la défense entrait pour une part considérable dans les recherches conduites dans les universités américaines grâce à des financements fédéraux dans des domaines tels que l'électronique. La réduction des dépenses dans ces domaines pourrait avoir des conséquences négatives sur la performance civile en matière d'innovation.

5. Selon Katz et Ordover (1990), au moins 14 lois votées par le Congrès au cours des années 80 ont été axées sur le renforcement de la protection nationale et internationale des droits de propriété intellectuelle, et la Cour d'appel du Circuit Fédéral, créée en 1982, a confirmé les droits de brevet dans 80 pour cent des cas qui lui ont été soumis, augmentation considérable par rapport au taux de 30 pour cent enregistré devant les tribunaux fédéraux avant 1982.
6. Un CRADA précise les conditions auxquelles une organisation privée fournit du personnel, de l'équipement ou un financement pour des activités de R-D s'inscrivant dans le cadre de la mission générale d'un laboratoire spécifique. La plupart des CRADA incluent des dispositions couvrant le partage des droits de propriété intellectuelle relatifs à toute technologie qui résulterait du projet.
7. En fait, ces initiatives gouvernementales récentes s'appuient fortement sur l'efficacité des marchés pour la concession de licences liées à la propriété intellectuelle, malgré la multiplicité des preuves recueillies par les chercheurs quant aux problèmes transactionnels ou autres associés à ces marchés. Les inefficiences ou les défaillances de ces marchés proviennent d'un certain nombre de sources, parmi lesquelles le paradoxe de l'information de Arrow, les niveaux élevés d'incertitude quant à la qualité de la technologie qu'il est proposé de breveter et quant au comportement du concessionnaire de la licence, et le nombre restreint d'acheteurs et de vendeurs sur les marchés de technologies spécifiques (Caves, Crookell et Killing, 1983; Williamson, 1979, 1985; Mowery, 1983, 1988).
8. Les tensions internes, pour ne pas dire les contradictions, dans cette attitude de principe peuvent être illustrées par une référence au Advanced Technology Program (ATP) mis en œuvre par le Département américain du commerce. L'ATP a été lancé en 1989 pour financer des activités de R-D « à haut risque et à fortes retombées » menées par des entreprises privées, en fournissant des fonds équivalents à des projets soumis à un examen minutieux sur la base de leur intérêt technique et économique. Toutefois, ayant entrepris de fournir des fonds publics pour soutenir la création de retombées, les architectes et les gestionnaires de ce programme insistent également sur le fait que la protection de la propriété intellectuelle créée dans le cadre du programme est essentielle pour parvenir à des applications commerciales des résultats de la recherche financée par l'ATP. On pourra trouver un examen plus poussé dans Yager et Schmidt (1997).
9. Kortum et Lerner (1997) ont constaté une augmentation significative des demandes de brevets des inventeurs nationaux aux États-Unis, et notent que « ... jusqu'au milieu des années 80, le nombre de demandes [de brevets] variait dans une fourchette de 40

- à 80 000 par an, alors qu'en 1995 les inventeurs américains ont déposé plus de 120 000 demandes de brevets sur leurs inventions » (p. 1). Les données de Kortum et Lerner montrent que depuis 1980, le nombre de brevets demandés et obtenus par les inventeurs américains aux États-Unis a connu une vive augmentation.
10. Cohen *et al.* (1991) citent des données extraites de l'enquête menée en 1986 aux États-Unis auprès des gestionnaires de la R-D dans l'industrie et indiquant que les publications, les réunions publiques et conférences, les échanges informels d'informations et les consultations avec le corps enseignant constituent les principaux moyens par lesquels ces scientifiques et ces ingénieurs prennent connaissance des progrès réalisés par la recherche universitaire. Les brevets, licences et entreprises en coopération sont considérés par ces gestionnaires comme des voies d'interaction beaucoup moins importantes.
 11. On ne dispose pas, à propos de la prise de brevets et de la concession de licences par les universités, de données comparables pour d'autres économies de l'OCDE, qui seraient pourtant particulièrement utiles pour étendre l'analyse de David et Foray. Les quelques données disponibles sur ces politiques donnent à penser que la politique américaine permet aux universités d'adopter une approche plus restrictive de la concession de licences de brevets. C'est ainsi que les résultats de la recherche financée par le secteur public dans les universités allemandes peuvent faire l'objet de licences accordées uniquement sur une base non exclusive à des partenaires industriels, et une partie du revenu de ces licences doit revenir à l'agence fédérale de financement. De manière générale, toutefois, les universités allemandes ne semblent pas poursuivre activement le développement de programmes de prise de brevets ou de concession de licences.
 12. Tout le corps enseignant, les étudiants et autres chercheurs de l'Université de Californie (UC) sont tenus de faire part à l'Office of Technology Transfer (OTT) de l'université des inventions qui pourraient présenter un intérêt pour l'industrie ou l'agriculture. Nous estimons, par conséquent, que l'échantillon des inventions du corps enseignant et des chercheurs de l'UC capturé dans les données de l'OTT est raisonnablement sans biais et plus complet que les données de nombreuses autres universités de recherche des États-Unis.
 13. On peut aussi utiliser comme mesure de la « qualité » des brevets le nombre de références à un brevet dans les demandes de brevets ultérieures ; cette mesure a été utilisée par Henderson *et al.* (1994). Nous prévoyons d'analyser, dans une prochaine étude, les tendances avant et après 1980 dans les références aux brevets de l'UC.
 14. Le dépôt de demandes de brevets et la négociation de licences sont des processus qui demandent beaucoup de temps, parfois plusieurs années et dans certains cas plus d'une décennie. Par conséquent, certaines des divulgations d'inventions de la période 1984-88 n'ont que récemment fait l'objet d'un brevet ou d'une licence, tandis que d'autres pourraient encore attendre la délivrance d'un brevet ou la mise au point finale d'un accord de licence. Pour éviter de biaiser les résultats de notre comparaison des divulgations des périodes 1975-79 et 1984-88, nous avons limité aux huit années suivant la divulgation de l'invention notre recherche de preuves de brevets ou d'accords de licence.

15. On notera que nous analysons ici les changements dans le pourcentage de licences générant des redevances positives plutôt que tout changement dans le revenu moyen généré par licence au cours des deux périodes. Il n'est pas impossible que le revenu moyen généré par licence ait augmenté au cours de la seconde période, encore que la distribution asymétrique du revenu des licences de l'Office of Technology Transfer signifie que d'éventuels changements de ce type seront sans doute de faible ampleur.
16. Cohen et Noll (1995) estiment que la part de financement du gouvernement fédéral, pour le sous-ensemble de CRADA où les coûts sont partagés entre des acteurs publics et privés, s'est élevée à environ 1 milliard de dollars EU en 1993, mais cette estimation repose sur des données incomplètes compilées par un analyste privé.
17. Cette recherche a été conduite avec Rose Marie Ham de la Haas School of Business à l'UC Berkeley, et a bénéficié de l'aide de Hank Chesbrough et Brian Silverman. On trouvera des détails complémentaires sur ces différents cas dans Ham et Mowery (1995, 1998).
18. En effet, les gestionnaires ont régulièrement estimé ne pas être en mesure de formuler une estimation précise de la rentabilité de leurs investissements dans ces projets, comme les répondants aux enquêtes sur d'autres programmes fédéraux de développement technologique tels que l'Advanced Technology Program (voir Solomon Associates, 1993).

BIBLIOGRAPHIE

- ASSOCIATION OF UNIVERSITY TECHNOLOGY MANAGERS (1994), *The AUTM Licensing Survey: Executive Summary and Selected Data, Fiscal Years 1993, 1992, and 1991*, Association of University Technology Managers, Norwalk, CT.
- CAVES, R.E., H. CROOKELL et J.P. KILLING (1983), «The Imperfect Market for Technology Licenses », *Oxford Bulletin of Economics and Statistics* 45, pp. 249-268.
- COHEN, L. et R. NOLL (1995), «The Feasibility of Effective Public-Private R&D Collaboration: The Case of CRADAs », CEPR Publication n° 412, Université Stanford.
- COHEN, W., R. FLORIDA et R. GOE (1994), « University-Industry Research Centers in the United States », Technical Report, Center for Economic Development, Université Carnegie-Mellon.
- COHEN, W., R. FLORIDA, L. RANDAZZESE et J. WALSH (1997), « Industry and the Academy: Uneasy Partners in the Cause of Technological Advance », à paraître dans R. Noll (éd.), *Challenge to the Research University*, Brookings Institution, Washington, DC.
- DAVID, P.A. et D. FORAY (1995), « Distribution et expansion de la base de connaissances scientifiques et technologiques », *Revue STI*, n° 16, Numéro spécial : innovation et normes, OCDE, Paris, pp. 13-73.
- DAVID, P.A., DC MOWERY et W.E. STEINMUELLER (1992), « Analysing the Economic Payoffs from Basic Research », *Economics of Innovation and New Technology* 2, pp. 73-90.
- EDQUIST, C. et S. JACOBSSON (1988), *Flexible Automation*, Blackwell, Oxford.
- EISENBERG, R. (1996), « Public Research and Private Development: Patents and Technology Transfer in Government-Sponsored Research », *Virginia Law Review* 82, pp. 1663-1727.
- EVENSON, R.E. (1982), « Agriculture », dans R.R. Nelson (éd.), *Government and Technical Progress: A Cross-Industry Analysis*, Pergamon, New York.
- HAM, R.M. et D.C. MOWERY (1995), « Improving Industry-Government Co-operative R&D », *Issues in Science and Technology*, été.
- HAM, R.M. et D.C. MOWERY (1998), « Technology Transfer and Collaboration between Industry and National Laboratories », *Research Policy* (à paraître).

- HENDERSON, R., A.B. JAFFE et M. TRAJTENBERG (1994), « Numbers Up, Quality Down? Trends in University Patenting, 1965-1992 », document présenté à la conférence CEPR sur le thème « University Goals, Institutional Mechanisms, and the « Industrial Transferability » of Research », Université Stanford, 18-20 mars.
- KATZ, M.L. et J.A. ORDOVER (1990), « R&D Competition and Cooperation », *Brookings Papers on Economic Activity: Microeconomics 1990*, pp. 137-192.
- KELLEY, M.R. et T.A. WATKINS (1995), « In from the Cold: Prospects for Conversion of the Defense Industrial Base », *Science* 268, pp. 525-532.
- KOIZUMI, K. (1997), « R&D Trends and Special Analyses », in Intersociety Working Group, *AAAS Report XXII: Research and Development, FY 1998*, American Association for the Advancement of Science, Washington, DC.
- KORTUM, S. et J. LERNER (1997), « Stronger Protection or Technological Revolution: Which is Behind the Recent Surge in Patenting? », non publié, Université de Boston.
- LAWLER, A. (1996), « Grim Budgets Spur Call to Action », *Science* 272, 26 avril, p. 477.
- METCALFE, S. (1995), « The Economic Foundations of Technology Policy: Equilibrium and Evolutionary Perspectives », dans P. Stoneman (éd.), *Handbook of the Economics of Innovation and Technological Change*, Blackwell, Oxford.
- MOWERY, D.C. (éd.) (1983), « The Relationship Between Intrafirm and Contractual Forms of Industrial Research in American Manufacturing, 100-1940 », *Explorations in Economic History*, 1983, pp. 351-374.
- MOWERY, D.C. (1997a), « US Postwar Technology Policy and the Creation of New Industries », dans *Creativity, Innovation and Job Creation*, OCDE, Paris.
- MOWERY, D.C. (1997b), « Technological Innovation in a Multipolar System: Analysis and Implications for US Policy », document préparé à l'intention du groupe d'étude sur le thème « The Globalization of Industrial R&D », Council on Foreign Relations, New York.
- MOWERY, D.C. et N. ROSENBERG (1993), « The US National Innovation System », dans R.R. Nelson (éd.), *National Innovation Systems: A Comparative Analysis*, Oxford University Press, New York.
- NATIONAL SCIENCE BOARD (1996), *Science and Engineering Indicators: 1996*, US Government Printing Office, Washington, DC.
- NATIONAL SCIENCE FOUNDATION (1994), *National Patterns of R&D Resources: 1994*, US Government Printing Office, Washington, DC.
- NATIONAL SCIENCE FOUNDATION (1996), *National Patterns of R&D Resources: 1996*, US Government Printing Office, Washington, DC.
- NATIONAL SCIENCE FOUNDATION (1998), *National Patterns of R&D Resources: 1998*, US Government Printing Office, Washington, DC.
- NELSON, R.R. (1959), « The Simple Economics of Basic Scientific Research », *Journal of Political Economy*, pp. 297-306.
- NELSON, R.R. (1992), « What is 'Commercial' and What is 'Public' About Technology, and What Should Be? », dans N. Rosenberg, R. Landau et D. Mowery (éd.), *Technology and the Wealth of Nations*, Stanford University Press, Stanford, CA.

- NELSON, R.R. (éd.) (1993), *National Systems of Innovation*, Oxford University Press, New York.
- NELSON, R.R. et P. ROMER (1997), « Science, Economic Growth, and Public Policy », dans B. Smith et C. Barfield (éd.), *Technology, R&D, and the Economy*, Brookings Institution, Washington, DC.
- NORMILE, D. (1997), « War on Debt Puts Big Science Under Fire », *Science* 276, 2 mai, p. 670.
- OCDE (1996), *Perspectives de la science, de la technologie et de l'industrie 1996*, Paris.
- OCDE (1998), « Technologie, productivité et création d'emplois. Pratiques exemplaires », Paris, memorandum interne.
- OFFICE OF TECHNOLOGY TRANSFER, UNIVERSITY OF CALIFORNIA (1997), *Annual Report: University of California Technology Transfer Program*, Université de Californie, Oakland, CA.
- ROMER, P. (1997), « Beyond Market Failure », dans A. Teich, S. Nelson et C. McEnerly (éd.), *AAAS Science and Technology Policy Yearbook: 1996-97*, American Association for the Advancement of Science, Washington, DC.
- SCIENCE (1997), « Publishing Sensitive Data: Who's Calling the Shots? », 25 avril, pp. 523-526.
- SOLOMON ASSOCIATES (1993), *The Advanced Technology Program: An Assessment of Short-Term Impacts*, Solomon Associates, Gaithersburg, MD.
- TRAJTENBERG, M., R. HENDERSON et A. JAFFE (1994), « University Versus Corporate Patents: A Window on the Basicness of Inventions », CEPR Working Paper No. 372, Université Stanford.
- US DEPARTMENT OF ENERGY, TASK FORCE ON ALTERNATIVE FUTURES FOR THE DEPARTMENT OF ENERGY NATIONAL LABORATORIES (1995), *Alternative Futures for the Department of Energy National Laboratories*, US Department of Energy, Washington, DC.
- US GENERAL ACCOUNTING OFFICE (1995), *University Research: Effects of Indirect Cost Revisions and Options for Future Changes*, US Government Printing Office, Washington, DC.
- US OFFICE OF MANAGEMENT AND BUDGET, EXECUTIVE OFFICE OF THE PRESIDENT (1995), *The Budget of the United States Government for Fiscal 1996*, US Government Printing Office, Washington, DC.
- WILLIAMSON, O.E. (1979), « Transaction Cost Economics: The Governance of Contractual Relations », *Journal of Law and Economics*, pp. 233-262.
- WILLIAMSON, O.E. (1985), *The Economic Institutions of Capitalism* (New York: Free Press).
- YAGER, L. et R. SCHMIDT (1997), *The Advanced Technology Program: A Case Study in Federal Technology Policy*, American Enterprise Institute, Washington, DC.

LES POLITIQUES VISANT A ENCOURAGER LA RESTRUCTURATION DES ENTREPRISES DES SYSTÈMES NATIONAUX D'INNOVATION : SUSCITER L'APPRENTISSAGE CUMULATIF ET INFLÉCHIR LES SYSTÈMES

TABLE DES MATIÈRES

I. Introduction	160
II. Le cadre d'analyse	163
III. Évolution des systèmes nationaux d'innovation et conséquences au plan de l'action gouvernementale	169
IV. Conséquences au plan de l'action d'une approche dynamique et intégrée de la politique technologique dans une optique structuraliste, évolutionniste et systémique	174
V. Résumé, conclusions et thèmes de recherche futurs	185
Notes	190
Bibliographie	195

Cet article a été rédigé par Morris Teubal de l'Université juive de Jérusalem (sciences économiques) ; il est également membre du groupe des politiques de développement industriel de l'Institut d'études sur Israël de Jérusalem. L'auteur est reconnaissant des commentaires adressés à l'occasion de l'Atelier de l'OCDE sur les « pratiques exemplaires de politique de l'innovation et de la technologie » qui s'est tenu à Vienne en 1997, et des séminaires de l'IMRI (Université de Paris-Dauphine), de l'Université Roskilde et du séminaire DRUID (unité de recherche danoise sur la dynamique industrielle). Il aimerait aussi remercier les participants à ces séminaires, en particulier S. Borras, G. Dosi, D. Ernst, D. Foray, B. Johnson, A. Link, R. Lipsey, B. Lundwall, S. Metcalfe, F. Malerba et P. Peneder pour leurs remarques.

I. INTRODUCTION

Cet article a pour objet d'examiner la configuration temporelle que doivent adopter les politiques technologiques (et industrielles) pour permettre l'adaptation du *système national d'innovation* (SNI) aux évolutions du contexte extérieur et intérieur auxquelles est confrontée l'économie d'un pays donné. L'analyse repose sur le modèle théorique « d'appréciation » (Nelson et Winter, 1982 ; Nelson, 1994) de l'évolution des SNI élaborée pour la première fois dans un précédent article (Teubal, 1997*b*). La théorie appréciative représente un premier pas dans la compréhension et la conceptualisation de processus complexes mettant en jeu de nombreuses variables ; elle peut s'accompagner ultérieurement d'une modélisation formelle qui s'intéressera normalement à un aspect spécifique d'un sujet plus vaste mais comportant un nombre de variables plus limité. Bien qu'elle ne constitue pas en soi une théorie formelle, Nelson souligne qu'elle en présente néanmoins les caractéristiques puisqu'elle sélectionne des variables et étudie leurs interactions possibles ; elle peut également revêtir une importance capitale pour la détermination des objectifs d'une politique dans des contextes très fluctuants (la complexité des processus et la brièveté des délais de prise de décision font qu'on ne peut que porter des jugements éclairés sur l'action gouvernementale en s'appuyant sur des principes économiques généraux et certaines données (Lipsey et Carlaw, 1997).

On peut considérer que les évolutions qui exigent une adaptation sont la libéralisation du commerce extérieur, la mondialisation, l'apparition de nouvelles technologies comme la micro-électronique et les changements de modèles en matière d'innovation et son organisation (Freeman et Perez, 1988). Ce dernier aspect recouvre les nouvelles formes de coopération dans le domaine de l'innovation et la création d'infrastructures techniques (Galli et Teubal, 1997 ; Justman et Teubal, 1995 ; Teubal *et al.*, 1996). Bien qu'il s'appuie sur le cadre théorique existant et s'intéresse aussi à l'action des pouvoirs publics et à la restructuration des entreprises industrielles et commerciales, cet article diffère en ceci qu'il approfondit l'analyse de leurs conséquence au plan de l'action en les inscrivant dans la perspective plus large des thèses néoclassiques, structuralistes et évolutionnistes sur la politique de la technologie (Arrow, 1962 et autres éléments de la théorie économique ; Lipsey et Carlaw, 1995, 1997 ; Justman et Teubal, 1986 ; Smith, 1991 ; Metcalfe, 1993 ; Metcalfe et Georghiou, 1997 ; Malerba, 1997 ; et Teubal, 1996*a*, 1997*a*).

Les contours « dynamiques » du présent article permettent un débat fructueux sur l'action gouvernementale qui va au-delà de la transcription de principes généraux en une nomenclature de mesures/programmes (dont chaque catégorie se distingue par ses objectifs, son domaine d'action et par les types d'instruments mis en œuvre). Ils permettent plus précisément d'analyser le dosage de politiques à un moment déterminé, le suivi des programmes ainsi que le calendrier et la coordination des mesures en général. Il va sans dire que cet article, pas plus que d'autres traitant des politiques de la technologie ne semble avoir appréhendé le concept de « sous-ensemble de politique » – ou composante du SNI qui intervient dans la formulation et l'exécution des politiques (Galli et Teubal, 1997) – ni la théorie de « l'apprentissage des politiques » à même de remplacer utilement la dualité entre l'échec et le succès des pouvoirs publics contenue implicitement dans les thèses « néoclassiques ».

L'article établit enfin une distinction entre les défaillances du marché et l'insuffisance du système. L'analyse des défaillances du marché constitue le fondement de la vision néoclassique des politiques de la technologie. Les limites de cette approche ont fait l'objet d'études approfondies au cours des années 1980 et 1990 (Nelson, 1983, 1987; Metcalfe, 1993; Lipsey et Carlaw, 1995, 1997), la complexité des processus explique par exemple qu'il est extrêmement difficile de cerner voire même de définir les défaillances du marché; elle ignore le cadre institutionnel plus large qui détermine le mode de fonctionnement du marché; elle suppose que les mécanismes de l'offre et de la demande (sélection) possèdent un avantage concurrentiel sur les autres processus qui interviennent dans toutes les activités industrielles, technologiques et les actions d'intérêt commun au service de l'action gouvernementale; enfin, elle ne permet peut-être pas de dégager de grandes orientations et de déterminer un objectif d'action dans une situation dominée par les facteurs extérieurs. J'insiste ici sur la redéfinition du concept de défaillance du marché (Teubal, 1997a), de son rôle et de ses limites dans le cadre plus large de l'action des pouvoirs publics dans une optique structuraliste-évolutionniste et systémique.

Pour comprendre la notion de « défaillance du système », il importe de préciser que, dans le modèle, la restructuration complète des activités commerciales et industrielles passe par la mise en place de nouvelles organisations/institutions « collectives » pour abriter les infrastructures techniques nécessaires à l'apport de ressources technologiques fraîches qui n'existaient pas auparavant dans l'économie (la proximité géographique revêt de l'importance en raison de la nécessité d'adapter les applications à la nouvelle technologie). Ces organisations/institutions collectives nouvelles intègrent une composante originale plus complexe du SNI (adapté) et qui, dans une certaine mesure, annoncerait son évolution (Galli et Teubal, 1997). J'aimerais réserver l'expression « défaillance du marché » aux situations dans lesquelles les entreprises ne parviennent pas à mener à bien leur réorganisation alors même que cette nouvelle composante du

système est déjà effective et active¹; et utiliser le terme « insuffisance du système » dans les cas où ces organisations collectives nouvelles n'ont pas vu le jour en temps opportun. L'impuissance des entreprises à se restructurer peut donc procéder de la défaillance du marché ou de l'insuffisance du système ou d'une combinaison des deux phénomènes (surmonter la carence du système, c'est-à-dire infléchir son évolution², n'est qu'une condition nécessaire à la réorganisation des entreprises; une défaillance du marché peut encore se produire).

La distinction entre défaillance du marché et insuffisance du système est importante car elle peut révéler le problème essentiel qui empêche les entreprises de s'adapter aux fluctuations de leur environnement. Elle peut également apporter des renseignements sur les actions prioritaires qui risquent de devoir être menées. Si, dans le cadre conceptuel retenu, la création des nouvelles organisations/institutions collectives est dans une certaine mesure dictée par la demande, et résulte des mécanismes du marché, le rôle de l'action gouvernementale au niveau de la définition des nouvelles priorités et du cadre institutionnel plus large reste déterminant pour l'émergence de cette composante inédite du système. En outre, le fait que ces organisations collectives ne fassent pas leur apparition, ne traduit pas, dans ce schéma d'analyse, une simple « défaillance du marché ».

La section II présente le cadre d'analyse, ainsi qu'une description du processus de restructuration, des types d'entreprises, des catégories de politiques et des phases d'évolution du SNI. On établit une distinction capitale entre politiques à caractère *horizontal* qui encouragent *directement* la réorganisation des entreprises, et mesures *ciblées* qui ont pour objet de donner naissance à des structures collectives nouvelles et plus complexes (les centres de technologies ou CT) qui favorisent ce processus en induisant des incidences sur le système. Cette section examine aussi le processus d'évolution du SNI en suivant très fidèlement le schéma élaboré par Teubal (1997*b*). La section III étudie l'évolution du SNI et certaines conséquences au plan de l'action qui conditionnent la réussite de la restructuration des entreprises. La question essentielle en l'occurrence est comment donner un caractère « cumulatif » au processus de restructuration, aspect qui détermine le calendrier et le découpage des politiques. La dernière section inscrit le débat sur l'action gouvernementale dans la perspective structuraliste et évolutionniste des politiques technologiques (et industrielles) telle que la présentent les auteurs cités précédemment. Elle vise à illustrer la façon dont une vision « dynamique » du système d'innovation, fondée sur une théorie et une analyse appréciatives, pourrait contribuer au renforcement recherché du cadre d'action global des pouvoirs publics en matière de politique industrielle et technologique, permettant de faire face aux perturbations actuelles de l'environnement économique.

II. LE CADRE D'ANALYSE

J'examinerai successivement la nature des restructurations d'entreprises considérées dans cet article ; les types de politiques envisagées ; les catégories de firmes et les phases du processus de transition du SNI. Je m'emploierai, par une analyse appréciative, à définir la trajectoire entière ou complète de l'évolution du SNI qui suppose la réorganisation d'une fraction significative des entreprises du secteur commerciales et industrielles.

Restructuration des entreprises

La restructuration des entreprises comporte des aspects à la fois *généraux* et *spécifiques*. Au niveau général, on peut considérer qu'elle concerne les innovations organisationnelles comme l'introduction au sein de l'entreprise de la R-D ou de pratiques liées à la conception, processus conditionné dans une large mesure par l'existence d'informations et d'expériences permettant de connaître la nature des avantages apportés par cette mesure et les modalités de sa mise en œuvre. La dimension spécifique concerne l'assimilation d'une nouvelle ressource technique comme l'intégration effective de puces personnalisées dans la conception de produits existants ou inédits. Ces éléments devraient être disponibles au niveau de l'entreprise en raison de l'indispensable adaptation aux besoins du client et du fait que « l'accès » aux nouvelles ressources et leur utilisation effective ne s'effectuent pas de façon automatique ni à la légère. La nouvelle ressource n'est par conséquent pas facilement accessible et ne peut être acquise sur le marché mondial (au moins au départ) bien que la technique de fabrication le soit. Pour reprendre l'exemple cité ci-dessus, le CT a pour mission d'adopter et d'assimiler ces technologies « génériques » dans le but de donner naissance à l'infrastructure technique qui assurera la conception et la fabrication des différents modèles de puces demandés par l'entreprise.

On reconnaît que le succès de la restructuration d'une entreprise passe par la mise en œuvre des aspects spécifiques et généraux du processus. Seule la combinaison de ces deux aspects leur permettra de s'adapter efficacement aux mutations auxquelles est confrontée l'économie. Ils sont liés et la mise en œuvre du processus de restructuration dans ses aspects généraux (par exemple l'introduction d'une fonction « conception produits » dans les activités d'une PME) renforcera la « demande » d'aspects spécifiques (prise de conscience des besoins et recherche de circuits intégrés personnalisés ou propres à une application qui permettront d'améliorer davantage la conception des produits). Des différences importantes existent entre les entreprises à la fois au niveau de l'expression de leurs besoins de ces ressources et de leur capacité à en faire une utilisation efficace (mais celles-ci peuvent également tirer parti de l'expérience de reconver-

sion acquise par d'autres). En outre, seules quelques firmes, faisant œuvre de précurseurs, contribueront à instaurer les conditions propices à l'offre « locale » de ces ressources, action que les autres entreprises mettront à profit une fois que cette source d'approvisionnement sera devenue facilement accessible à tous.

Les étapes de la restructuration et les catégories d'entreprises

La restructuration se déroule en trois phases et, dans une progression idéale, une catégorie d'entreprise monte dans le train de la restructuration à chaque étape. Lors de la première phase, une catégorie de firmes qualifiées d'*innovantes* par Schumpeter, engageront le processus de réorganisation (certaines avant de mettre en œuvre les mesures appropriées, d'autres après l'avoir fait). Celles-ci seules sont conscientes de la nécessité de lancer cette série d'initiatives et, en même temps, capables d'agir de manière à assurer de façon temporaire la production locale de la nouvelle ressource technique et veiller à ce qu'elle soit utilisée efficacement au sein de l'organisation.

Dans la phase 2, les entreprises *imitatrices* commencent leur réorganisation. Elles peuvent tirer parti de l'expérience accumulée lors de la restructuration des entreprises avancées. La prise de conscience de la nécessité de se réorganiser s'est renforcée en conséquence ainsi que la capacité d'intégrer la nouvelle donne technique. Elles profitent également des initiatives des firmes du premier groupe pour assurer la régularité des sources d'approvisionnement de ces ressources. Ceci s'explique par le fait que, si les entreprises avancées ont, dans la phase 1, élaboré des solutions internes temporaires moins performantes pour faire face à leurs besoins en matière de conception de produits, elles se sont également efforcées de coopérer au niveau de leur production collective. Ces efforts ont été complétés par les mesures prises par les pouvoirs publics qui se conjuguent pour aboutir à la création de centres de technologies qui ont commencé à fonctionner lors de la phase 2.

Durant la phase 3, les firmes *retardataires* intègrent le processus mais leur champ d'action et leur diversité demandent l'adoption de mesures particulières pour élargir le mécanisme de restructuration. Ceci nous amène à discuter des politiques mises en œuvre par les pouvoirs publics (voir ci-dessous).

Le tableau 1 résume les conditions d'offre et de demande de la nouvelle ressource technologique (X) ainsi que la capacité à l'utiliser des différentes catégories d'entreprises durant les trois phases. Si la nouvelle organisation collective (CT) joue un rôle important dans l'offre de X au cours des phases 1 et 2, la dernière colonne du tableau montre l'évolution que subit le centre durant la phase 3 : d'une part, un véritable marché se substitue partiellement au centre pour l'offre de X et, d'autre part le CT, restructuré et redimensionné, fournit la nouvelle ressource aux catégories des firmes qui accusent un retard important³.

Tableau 1. **Offre et demande de la nouvelle ressource technologique (X) et capacité à l'utiliser**

Catégorie d'entreprise	D : demande A : capacité à utiliser	Offre
A. Entreprise avancée (phase 1)	D : prise de conscience spontanée et sentiment de besoin A : capacité totale	Offre assurée au départ uniquement par des initiatives internes
I. Imitateurs potentiels (phase 2)	D : prise de conscience et expression partielle des besoins (apprentissage fondé sur l'expérience des entreprises avancées) A : capacité partielle	Offre assurée par le CT
R. Retardataires (phase 3)		
– Léger retard	D : une certaine prise de conscience des besoins (apprentissage s'inspirant d'autres firmes) A : capacité partielle	Offre émanant du nouveau marché
– Retard important	D : aucune prise de conscience ni expression des besoins A : capacité limitée	Offre résiduelle fournie par un CT restructuré

Source : Teubal (1997b).

Les politiques des pouvoirs publics

Cinq catégories de politiques industrielles et technologiques ont été examinées dans le modèle :

- changement institutionnel anticipé (AIC);
- politiques de restructuration à caractère horizontal (HRP);
- politiques de diffusion proactives (PD);
- développement du marché (MB);
- constitution de réseaux.

Le changement institutionnel anticipé est un ensemble de politiques aboutissant à la création et à l'ouverture opérationnelle du CT. Les principaux éléments

de cette politique sont : l'adaptation du cadre institutionnel (par exemple, une modification de la législation antitrust pour autoriser la coopération entre les entreprises en matière d'intégration et de diffusion des technologies); aider les entreprises à coordonner leurs activités et à coopérer; incitations pour mettre en place de nouvelles infrastructures techniques; soutenir la diffusion initiale des nouvelles ressources technologiques issues de ces infrastructures (se reporter à Galli et Teubal, 1997, pour approfondir ces initiatives). Ce type de politique appartient à la catégorie des mesures ciblées puisqu'elle suppose d'identifier une nouvelle technologie ou une ressource technique jugée déterminante pour la réorganisation des entreprises commerciales et industrielles. Dans la classification de Lipsey, le changement institutionnel anticipé appartient à la catégorie des politiques ciblées ou générales plutôt qu'à celles qu'il qualifie de « politiques cadres »⁴.

Par le passé les politiques HRP ont fait l'objet d'études systématiques dans le contexte d'activités techniques souhaitables pour la collectivité (et des pratiques de gestion associées) comme la R-D, l'intégration et la diffusion des technologies, voire même les infrastructures techniques (Teubal, 1996a, 1997a). L'approche évolutionniste axée sur les actions de stimulation, adoptée dans ces circonstances, s'applique ici dans le cas de l'introduction de nouvelles procédures liées à la conception/R-D au sein des entreprises industrielles et commerciales (aspects généraux de la restructuration). Une politique HRP comprend un ensemble de programmes, dédiés chacun à une catégorie particulière d'entreprise du secteur industriel et commercial (on peut considérer les programmes consacrés aux firmes retardataires comme des dispositifs d'aide aux PME). Ceci suppose que l'activité ou la fonction qui bénéficie d'un soutien à caractère horizontal dispensé à l'ensemble des entreprises, risque aussi de varier, comme par exemple, la R-D dans les firmes avancées et des fonctions de conception plus simples dans les autres entreprises. Dans la phase 1, on applique une politique HRP aux entreprises avancées afin de renforcer leur processus spontané de réorganisation. Il n'y a pas lieu de mettre en œuvre une autre politique de ce type pour les firmes retardataires durant la phase 1, dans la mesure où celles-ci ne sont pas encore « préparées » à une véritable réorganisation. *L'apprentissage cumulatif de la restructuration fondé sur l'expérience des entreprises avancées durant la phase 1, est supposé jouer un rôle capital dans le succès de la réorganisation à la fois des firmes retardataires et imitatrices, en faisant naître une prise de conscience et en les aidant à définir et formuler leurs besoins en matière de réaménagement à la fois sur le plan organisationnel et concernant les formes que doivent revêtir la nouvelle ressource technologique*⁵.

Une raison supplémentaire de ne pas appliquer une politique HRP aux entreprises imitatrices et/ou retardataires au début de la phase, est que la source d'approvisionnement de la nouvelle ressource (X) n'est pas assurée. Cette source d'approvisionnement ne verra le jour que lorsque la restructuration des

entreprises avancées aura été menée à bien et à l'issue des actions conduites en parallèle pour mettre en place de nouvelles organisations collectives. On peut dire inversement que des incidences doivent déjà s'être faites sentir sur le système avant même que ne soit envisagée la réorganisation des entreprises non innovantes. Dans les cas extrêmes, il est même possible qu'on n'observe aucune défaillance du marché pour ce qui est de la restructuration de ces entreprises avant la phase 2 (la disponibilité générale de la nouvelle ressource se traduirait par des avantages nets pour la collectivité qui n'aurait pas à supporter les coûts).

Les politiques de diffusion (PD) et de développement du marché (MD) sont des mesures prises par l'organisation collective (CT) pour encourager l'intégration et la diffusion de la nouvelle ressource technologique. Compte tenu des capacités limitées des entreprises retardataires et imitatrices, le processus de diffusion ne revêt jamais un aspect superficiel ou automatique. Il ne suffit pas de vendre et de distribuer ; un processus d'adaptation clair de la ressource, fondé sur une perception approfondie des besoins des diverses catégories d'entreprises, doit se mettre en œuvre (une assistance technique est de la même façon nécessaire pour que la ressource X soit effectivement intégrée dans les organisations). *La politique de diffusion se traduit essentiellement par « la stimulation de la demande de X » ou, bien encore, par la transformation d'un besoin abstrait non formulé en demande⁶.* Les politiques de diffusion sont mises en œuvre lors des phases 2 et 3. Durant la phase 3, elles s'intègrent dans un ensemble plus large de mesures visant à développer le marché et qui englobe aussi des actions pour inciter des acteurs supplémentaires à fournir la nouvelle ressource

Tableau 2. **Le déploiement des politiques : segments d'entreprises et phases du processus**

Segment	Entreprises avancées	Entreprises imitatrices	Entreprises retardataires
Phase 1	HRPa, AIC*	Constitution de réseaux	Constitution de réseaux
Phase 2		HRPi, MB*, PD*	Constitution de réseaux
Phase 3			PME, PD*
			<i>Endogénéisation</i>

Symboles :

HRP : politiques HRP (HRPa, HRPi, PME)

AIC : changement institutionnel anticipé

PD : politiques de diffusion proactives

MB : développement du marché

PME : programme d'aide aux PME

* : Politiques « ciblées »

Source : Teubal (1997b).

Tableau 3. Restructuration (R) des entreprises industrielles et commerciales : capacité d'accéder à la nouvelle ressource (X) et à l'utiliser et conséquences au plan de l'action des pouvoirs publics

Entreprises avancées (phase 1)	
<i>Capacités</i>	
1a)	Capacité à engager R avec des solutions de remplacement internes imparfaites ; et aptitude à mener une action coordonnée et conjointe pour créer un CT (nécessaire mais insuffisant pour mener à bien le projet).
1b)	Capacité à achever R (après création du CT et disponibilité de X).
<i>Conséquences au plan des politiques</i>	
1a)	Politiques HRP (HRP) pour renforcer une R spontanée et susciter un apprentissage collectif (non ciblées mais à l'intention des entreprises avancées).
1b)	Mesure ciblée (AIC) : modifications du cadre institutionnel, efforts de coordination, définition et promotion de nouvelles infrastructures techniques adaptées et incitations à la création d'un CT.
Entreprises imitatrices potentielles (phase 2)	
<i>Capacité</i>	
	X étant produit par le CT, capacité partielle à intégrer la nouvelle ressource et à engager une réorganisation en raison de compétences techniques insuffisantes et inaptitude à formuler ou exprimer des « besoins » spécifiques de R qui prennent en compte la nouvelle ressource.
<i>Conséquences au plan des politiques</i>	
	Poursuite de HRP avec nouvelle orientation vers les entreprises imitatrices de préférence aux firmes avancées.
	Politiques de diffusion proactives ciblées – fort soutien technique des ventes et actions systématiques pour faire naître la demande (par le CT).
	Mesures ciblées visant à développer le marché (poursuite par le CT des politiques de stimulation de la demande et démarrage des mesures de renforcement de l'offre).
Entreprises retardataires (phase 3)	
<i>Capacités</i>	
Léger retard	Compte tenu du marché de X, capacité partielle à se réorganiser en raison de l'insuffisance des compétences et de l'absence de potentiel organisationnel.
Retard important	Capacités extrêmement faibles.
<i>Conséquences au plan des politiques</i>	
	Programme d'aide aux PME (au lieu d'une politique HRP ordinaire). Poursuite d'une politique de diffusion proactive par le CT (restructuré) à l'intention des entreprises qui n'ont pas accès au marché avec ou sans mesures d'incitation.

Source : Teubal (1997b).

technologique⁷. Nous considérons qu'il s'agit de politiques ciblées bien que la décentralisation du processus d'élaboration (c'est-à-dire le fait que la mise en œuvre est assurée par des organisations collectives contrôlées par des intérêts privés tout en bénéficiant d'aides publiques) peut laisser entendre que cette classification n'est pas tout à fait aussi claire. D'autre part, le fait que les pouvoirs publics apporteront en général leur soutien à ces politiques signifie qu'ils risquent de devoir contribuer à la détermination de certains de leurs objectifs.

Un dernier type de politique est la constitution de *réseaux d'entreprises* ce qui, dans le présent article, signifie l'adoption d'un ensemble de mesures afin de promouvoir des clubs de firmes avec deux objectifs principaux à l'esprit : favoriser la prise de conscience de la nécessité d'une restructuration parmi les entreprises retardataires et imitatrices ; rassembler des informations et recueillir l'expérience des autres entreprises concernant les modalités de leur réorganisation. Ces politiques ont été appliquées dans de nombreux pays (par exemple le Chili) ; elles préparent la voie à la mise en œuvre d'autres mesures.

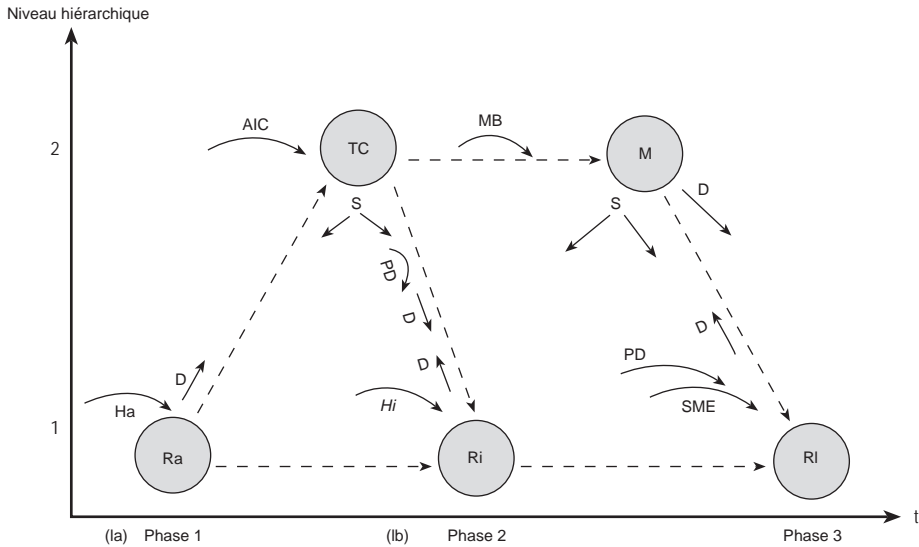
Le tableau 2 donne un aperçu de la structure des politiques et des programmes technologiques au cours des trois phases de l'évolution idéale d'un système national d'innovation. Le tableau 3 agrège les politiques menées et les capacités des entreprises lors des différentes phases du processus, en résumant les questions qui viennent d'être traitées et en les complétant.

III. ÉVOLUTION DES SYSTÈMES NATIONAUX D'INNOVATION ET CONSÉQUENCES AU PLAN DE L'ACTION GOUVERNEMENTALE

Le processus d'évolution

Le processus d'évolution est résumé à la figure 1. L'élément à l'origine du changement du SNI est la restructuration spontanée des entreprises avancées (Ra). Ra engloberait les aspects généraux de la restructuration et permettrait aussi de mesurer le phénomène au plan global puisque certaines entreprises avancées assureraient leur propre approvisionnement de substituts de X. Nos hypothèses et les conséquences de la mise en œuvre réussie d'une politique HRP à l'intention de ce segment d'entreprise (Ha dans la figure) font apparaître un apprentissage cumulatif de la restructuration qui profite aux firmes imitatrices. Ra, crée en outre une demande de X et exerce des pressions pour la mise en place d'une organisation collective afin d'exploiter les économies de champ d'activité pour l'offre de la ressource. Une fois que celle-ci est assurée par les centres de technologies (CT) (représentés dans la figure par un « S » avec des flèches), elle encouragera – en se conjuguant avec le processus d'apprentissage décrit

Figure 1. Les facteurs dynamiques de la restructuration des entreprises commerciales et industrielles et les politiques publiques s'y rapportant – exemple de l'évolution complète du SNI



Légende :

- - - -> Direction des effets produits par les facteurs dynamiques et retombées

$\xrightarrow{S} \xrightarrow{D}$ Incidences de l'offre et de la demande (de X)

\xrightarrow{G} Actions des pouvoirs publics (ou du CT)

G = (Ha, Hi, PME, AIC, PD, MB)

Rj = Restructuration du segment des entreprises industrielles et commerciales J (J = avancées, imitatrices, retardataires)

Ha = Politiques de restructuration à caractère horizontal (à l'intention des entreprises avancées)

Hi = Politiques de restructuration à caractère horizontal (à l'intention des entreprises imitatrices)

PME = Programmes d'aides aux PME (destinés aux entreprises retardataires)

PD = Politiques de diffusion proactives

MB = Mesures visant à développer un marché

AIC = Changement institutionnel anticipé

M = Le nouveau marché

CT = Centre de technologies

Source : Teubal (1997b).

précédemment et dans la mesure où les politiques de diffusion (PD) sont suivies – la restructuration des entreprises imitatrices (Ri). Les incidences sur le système se combinant aux effets cumulatifs de l'apprentissage aboutissent à Ri.

L'absence de réorganisation des firmes imitatrices durant la phase 2 peut traduire un défaut d'apprentissage et des répercussions sur le système insuffisantes ou intempestives. Le reste de la figure doit s'interpréter selon un schéma identique à celui des phases 1 et 2. Un complément d'information est disponible dans Teubal (1997b) (section 3.2).

On peut considérer le succès de l'évolution du SNI comme un processus de stimulation coordonnée de l'offre et de la demande d'une nouvelle ressource technologique qui joue un rôle stratégique dans le mécanisme de restructuration du secteur des entreprises industrielles et commerciales. Il ne s'agit bien sûr pas uniquement d'un processus de renforcement de l'offre, mais aussi de diffusion et de stimulation de la demande. L'absence de demande de la part des entreprises imitatrices et/ou retardataires est imputable à l'ignorance des besoins de la nouvelle ressource et/ou à l'incapacité de les formuler à la lumière du changement d'environnement⁸. Les politiques publiques ont pour objet de contribuer à constituer une offre (différentiée) ou à créer une demande (diversifiée) en présence de rigidités, et ceci impose de les axer sur des activités ou des fonctions, des catégories d'entreprises et/ou des nouvelles technologies spécifiques. Ainsi, durant la phase 1, une certaine demande de X existe ou se dessine au sein des entreprises avancées mais il n'y a pas de source d'approvisionnement régulière ou efficace. Un train de mesures ciblées visant à changer le cadre institutionnel de façon anticipée aura pour objet de créer une nouvelle source d'approvisionnement. Toutefois, cette nouvelle source d'approvisionnement (les CT) ne répond pas seulement aux besoins actuels des entreprises avancées en matière de restructuration, mais offre aussi une occasion de réorganisation supplémentaire aux autres firmes en fournissant des ressources à des prix compétitifs. Sa réalisation passe cependant par la stimulation de la demande de la nouvelle ressource, qui est l'un des objectifs des politiques HRP destinées à cette catégorie d'entreprises (ainsi que des mesures de diffusion proactives). *On observe que la création de la demande (et, indirectement, de l'offre) est conditionnée par la capacité de susciter des effets d'apprentissage cumulatifs et de produire des incidences sur le système.* Alors que les firmes imitatrices ou retardataires ne sont pas en mesure de se réorganiser lors des phases initiales du processus, cette possibilité leur est offerte ultérieurement ou lorsqu'elles auront accès aux nouvelles sources d'approvisionnement de la ressource stratégique et qu'elles auront tiré des enseignements de la restructuration menée par les entreprises innovantes⁹.

La transformation complète du SNI a pour effet d'*intégrer le secteur des entreprises dans une structure élargie qui englobe des organisations, des institutions et des marchés nouveaux.* L'intégration est la *capacité répartie* de s'adapter avec souplesse et rapidité à des changements superficiels de contexte (Imai

et al., 1988; Lundvall, 1985) ainsi que la faculté d'améliorer régulièrement les produits existants (Teubal, 1982).

Conséquences du modèle au plan de l'action

Il convient de préciser et, si cela a déjà été fait, de résumer les conséquences au plan de l'action qui ont été exposées jusqu'à présent avant de les inscrire dans le cadre plus vaste des politiques industrielles et technologiques. Il est important de rappeler que notre modèle repose sur l'hétérogénéité des entreprises, c'est-à-dire leur capacité différenciée à s'adapter et à agir face aux changements d'environnement. Il s'appuie également sur l'hypothèse qu'il existe un segment d'entreprises avancées susceptibles de déclencher le processus.

La liste de ces conséquences, très longue, comprend :

- *L'importance des politiques initiales* en raison de la dépendance des trajectoires d'évolution des processus encouragés et de la nécessité d'assurer l'aspect cumulatif du mécanisme de restructuration. Ainsi n'y a-t-il aucun intérêt, dans ce modèle, à apporter une aide d'abord aux PME plutôt qu'aux entreprises avancées alors que les premières sont pour la plupart en retard (il n'existe pas de banque de données relatives aux expériences préalables de restructuration, susceptibles d'aider ces entreprises à s'adapter; manque d'offre locale des nouvelles ressources technologiques). Au mieux, cette démarche peut freiner la restructuration *au niveau global* en raison de la faiblesse des retombées initiales et de l'insuffisance, voire de l'absence d'effets cumulatifs ultérieurs. Au pire elle risque de gâcher une occasion de déclencher ce processus si le contexte continue de se détériorer (par exemple, dégradation supplémentaire de la compétitivité imputable à l'arrivée de nouvelles économies dynamiques sur le marché mondial).
- *Les pouvoirs publics devraient commencer par encourager la restructuration des entreprises avancées et préparer la voie aux phases ultérieures du processus* : réorganisation des firmes imitatrices et retardataires. Bien que ceci semble découler de la structure du modèle, il souligne un point important que les décideurs publics devraient prendre en compte lorsqu'ils arrêtent les stratégies visant à faire évoluer le SNI. On remarque que les entreprises avancées dans ce modèle ne sont pas forcément de grande taille, ni même en fait, rentables. Le terme « avancé » dans cet article a vocation à définir la restructuration visée et convient probablement mieux pour qualifier les entreprises conscientes de l'évolution de leur contexte, qui *apprennent rapidement* et qui ont déjà procédé de façon spontanée à des adaptations ou des ajustements stratégiques. De nombreuses

grandes entreprises et même des organismes de R-D empreints de conservatisme ne figureraient pas dans cette catégorie¹⁰.

- *Nécessité de combiner les politiques* en associant des mesures HRP qui ont pour objet de promouvoir directement la réorganisation et de susciter un processus d'apprentissage collectif (à la fois à l'intérieur et à l'extérieur du périmètre des entreprises visées) et des actions ciblées destinées en tout premier lieu à produire des incidences sur le système et, en conséquence, à créer de nouveaux marchés. La combinaison des deux types de politiques, prônée dans ce modèle, assurera le caractère cumulatif du processus de restructuration.
- *Les politiques **créent la demande** plus qu'elles ne sont **induites*** par celle-ci et ce constat est cohérent avec le fait que le succès du processus d'évolution des SNI se mesure essentiellement l'efficacité de la restructuration des entreprises commerciales et industrielles. Par demande on entend, dans le contexte spécifique de cet article, la demande de ces technologies et nouvelles ressources techniques, d'innovations organisationnelles et de procédures innovantes, émanant des entreprises commerciales et industrielles, qui déterminent la réussite de leur réorganisation. La demande à laquelle je me réfère donc dans ces lignes concerne très précisément la réorientation de la stratégie de ces entreprises (il ne s'agit pas de la demande de produits spécifiques possédant des caractéristiques connues, intervenant dans un cadre budgétaire clairement défini). Ce point précisé, j'affirme que, si certaines politiques peuvent répondre en partie à la demande existante des entreprises commerciales et industrielles, l'anticipation et la stimulation de la demande constitueront toujours un élément important¹¹. Cet aspect capital pour la réussite de l'évolution des SNI ne me paraît pas susciter suffisamment d'intérêt dans la littérature. Les politiques à caractère horizontal, par exemple, peuvent agir de deux manières : elles fournissent des incitations aux entreprises du segment visé qui se restructurent ; elles encouragent l'apprentissage collectif de la restructuration. Dans le premier cas elles touchent directement les entreprises qui expriment clairement une demande d'innovations organisationnelles et technologiques apportées par la restructuration. Dans le second, « l'effet d'apprentissage » ne renforce pas seulement la capacité de ces firmes à se réorganiser, mais contribue également à stimuler la demande en diffusant à la fraction d'entreprises non restructurées les expériences/ connaissances s'y rapportant.
- *Le calendrier, le dosage et la coordination des politiques déterminent le succès du processus d'évolution des SNI*, qui exige, au-delà des aspects généraux de la restructuration, de renforcer par une action coordonnée l'offre et la demande de la nouvelle ressource technologique. Les politiques à caractère horizontal comme les mesures ciblées influent sur l'offre

et sur la demande de cette ressource, même si les premières visent directement à soutenir la demande alors que les secondes (en particulier les AIC) sont destinées à renforcer l'offre¹².

- *L'évolution harmonieuse du SNI a pour effet d'insérer les entreprises commerciales et industrielles dans une structure d'innovation élargie et plus complexe.*
- *Dans la réalité, la portée souhaitable du mécanisme de « diffusion » du processus de restructuration peut dépasser en ampleur les effets produits par le seul jeu des mécanismes du marché.* Ceci s'explique par un certain nombre de raisons :
 - défaillances du système et insuffisances institutionnelles ;
 - impuissance des politiques à faire naître un processus d'apprentissage collectif puissant (nécessaire pour obtenir un effet cumulatif) ;
 - des raisons d'ordre non économique comme par exemple la nécessité de promouvoir la cohésion sociale peuvent justifier que les politiques de restructuration mises en œuvre à l'intention des entreprises retardataires durant la phase 3 aillent au-delà des limites dictées par des simples considérations de compétitivité.

IV. CONSÉQUENCES AU PLAN DE L'ACTION D'UNE APPROCHE DYNAMIQUE ET INTÉGRÉE DE LA POLITIQUE TECHNOLOGIQUE DANS UNE OPTIQUE STRUCTURALISTE, ÉVOLUTIONNISTE ET SYSTÉMIQUE

Le point de vue qui vient d'être présenté sur l'évolution du SNI, axé à la fois sur la restructuration des entreprises et la politique technologique et industrielle, va globalement dans le sens d'une approche structuraliste et évolutionniste des politiques publiques. Il indique qu'*est possible d'entreprendre une analyse dynamique de l'action gouvernementale et de la mener à bien dans un cadre systématique.* Bien qu'il revête des aspects spécifiques, le modèle illustre le type de réflexion et de recommandations d'actions que l'on pourrait observer avec une catégorie de modèles plus général. En outre, en partant de l'hypothèse d'une structure d'analyse dynamique, mon propos dans cet article est d'aller au-delà des principes généraux (néoclassiques, structuralistes ou évolutionnistes) et des définitions des nomenclatures d'actions gouvernementales. Je m'efforce de *préciser les contextes dans lesquels les différentes politiques ou catégories de politiques sont susceptibles d'être appliquées et comment ces deux éléments, touchant au contexte et aux conséquences, évoluent en parallèle.*

Pour illustrer les conséquences possibles d'une approche dynamique, je prendrai comme exemple le profil temporel d'une série de politiques technologiques à caractère horizontal comme le dispositif d'aides à la R-D, destiné à l'ensemble des entreprises, secteurs d'activité et technologies (Teubal, 1983, 1993). On pourrait considérer cette politique comme une des composantes de la panoplie de mesures HRP, à l'intention par exemple des firmes avancées. On a fait valoir dans de précédents travaux que l'absence de moyens lors de la phase initiale de mise en œuvre des politiques et la méconnaissance généralisée, au sein des entreprises, de la nouvelle activité bénéficiant des aides pouvaient justifier l'adoption d'une formule d'incitations neutre (par exemple, tous les projets reçoivent une subvention égale à 50 pour cent des coûts de R-D autorisés). Cette politique devrait être infléchie lors de la phase de maturité de mise en œuvre des mesures, pour tenir compte des connaissances acquises par les entreprises bénéficiaires des aides (y compris de l'apprentissage organisationnel) et de l'expérience engrangée par les pouvoirs publics. Ainsi, le programme qui était auparavant neutre, deviendra plus sélectif au niveau des incitations; une panoplie d'autres dispositifs de promotion est susceptible de voir le jour; il est peut-être même souhaitable de remplacer le programme de politiques à caractère horizontal par une série limitée de mesures ciblées visant des secteurs d'activité et des technologies spécifiques (dans la terminologie de Lipsey et Carlaw, il s'agirait de réorienter la politique cadre vers un nombre réduit de mesures ciblées; voir ci-dessous)¹³.

Cet exemple illustre sur une petite échelle – c'est-à-dire au niveau de ce qui était au départ un programme unique – les relations possibles dans le temps entre les politiques et entre celles-ci et le contexte/réalité sous-jacent. L'assise plus large du présent article qui concerne le SNI permet de révéler un réseau plus dense de relations dynamiques afférentes aux politiques. C'est à mon sens la source de valeur ajoutée potentielle de cette approche de l'analyse de l'action gouvernementale.

J'engagerai, dans la dernière section de cet article, une réflexion pour consolider le cadre d'analyse dynamique de l'action des pouvoirs publics présentée dans les sections II, III et IV. Cette démarche *visé en premier lieu à inscrire l'analyse dans le cadre plus large de la politique technologique – néoclassique, structuraliste et évolutionniste*. Je ne la mènerai que de façon partielle, en particulier au regard des approches néoclassiques et structuralistes de la politique technologique (je ferai apparaître dans les conclusions certains liens avec l'approche évolutionniste de la politique technologique; d'autres relations revêtent un caractère évident déjà mis en évidence dans mes travaux précédents ainsi que dans ceux de Metcalfe et Malerba). *Le second objectif est de contribuer à jeter les bases théoriques et d'analyse des divers types de politiques industrielles et technologiques*, d'examiner le concept de défaillance du marché et les autres méthodes d'analyse. A cette fin, il me faudra redéfinir la notion de défaillance du

marché et, même alors, son utilité pour mettre en évidence et construire les politiques sera réduite. Même sans adopter une vision fondamentalement évolutionniste de l'action gouvernementale, l'approche dynamique et systémique choisie devra de toute évidence prendre en compte d'autres types de défaillances, en particulier les insuffisances du système.

Les principaux sujets spécifiques à étudier sont les suivants :

- structure du modèle et types de politiques technologiques ;
- redéfinition de la méthode d'analyse des défaillances du marché ;
- défaillance du marché et insuffisances du système ;
- autres limites de la méthode d'analyse des défaillances du marché.

Structure du modèle et types de politique technologique

Cet article implique que l'évolution du SNI est conditionnée à la fois par le *développement de l'innovation* et par sa *diffusion* au sein des entreprises (« restructuration des entreprises » dans le modèle) et par l'extension ou la *consolidation du « système d'aides »*¹⁴. La mise en œuvre d'un seul de ces aspects n'est pas suffisant pour garantir une trajectoire d'évolution harmonieuse. C'est la raison essentielle qui fait que le succès du profil d'évolution demande l'application de politiques à caractère horizontal comme de mesures ciblées ; comme nous le démontrerons, ces catégories de mesures correspondent approximativement aux types de politiques proposés par Justman et Teubal (1986), Lipsey et Carlaw (1997) et Metcalfe (1996). En outre, la nécessité de mettre l'accent sur ces deux aspects de l'innovation explique, selon moi, pourquoi le modèle défini dans ces lignes possède potentiellement une dimension plus large. Il traduirait, semble-t-il, les besoins d'ajustement de tous les systèmes d'innovation confrontés à des contextes en évolutions rapides et soumis à des perturbations. Ces adaptations demandent généralement de nouvelles actions des pouvoirs publics, en particulier des politiques ciblées, de manière à entraîner les réformes de structure nécessaires. Dans ce modèle la nouvelle organisation transparait dans le niveau de complexité plus élevé du système qui se fait jour au travers de la création d'infrastructures collectives originales. *Des organisations/institutions nouvelles et des capacités génériques supplémentaires sont nécessaires, et pas exclusivement ces dernières. C'est, en fait, ce vers quoi tend le train de mesures visant à modifier le cadre institutionnel de façon anticipée (AIC).*

Ces conditions nécessaires à l'adaptation harmonieuse du SNI (et indirectement le besoin de politiques « ciblées ») découlent du fait que la mondialisation et la révolution technologique donnent naissance à un éventail toujours plus large de technologies et de ressources techniques nouvelles que les entreprises doivent s'approprier pour maintenir leur compétitivité. Malgré l'essor des marchés,

ces biens ne peuvent faire totalement l'objet d'échanges ni être facilement reproduits par chaque entreprise, au moins à court terme. Non seulement leur mise au point mais aussi leur diffusion sont soumises à des économies de gammes. Si des entreprises particulières ont, dans certains cas, accès à certaines technologies clés à titre individuel, l'accès généralisé et rapide – aux conditions citées précédemment – aux technologies d'importance stratégique exige de les sélectionner et de les héberger dans des nouvelles organisations collectives¹⁵. On sait parfaitement que certaines de ces capacités génériques peuvent, finalement, être « transférées » aux acteurs économiques (voir Teubal *et al.*, 1996, Introduction)¹⁶.

S'agissant des questions de nomenclature des actions gouvernementales, Lipsey et Carlaw (1997 et travaux antérieurs) classent les politiques en fonction de la technologie, du secteur d'activité ou de l'entreprise à laquelle elles s'appliquent. Leurs *politiques cadres* correspondent dans une large mesure à mes politiques à caractère horizontal (les HRP du modèle) étant donné qu'elles « apportent une aide générale à des activités spécifiques présentes dans toute l'économie... et n'établissent pas de discrimination entre les firmes, les industries ou les technologies... et qu'elles sont en général ouvertes à quiconque entreprend l'activité en question »¹⁷. D'autre part, les politiques ciblées telles que je les définie, notamment les réformes institutionnelles anticipées, sont très proches de leurs mesures orientées comme de leurs politiques générales, en particulier de ces dernières. Elles ressemblent aux premières en ceci qu'elles soutiennent une technologie spécifique; et aux secondes puisqu'elles peuvent être adaptées et que « tous ceux qui participent aux activités couvertes par ces dispositions y ont généralement accès ». Une raison supplémentaire fait que mes mesures ciblées AIC sont en réalité des politiques dans la mesure où elles ont pour objet de créer et de stimuler les organisations collectives génératrices des ressources essentielles au processus de restructuration qui, dans ce modèle, est la contrepartie du système d'aide à l'innovation de Lipsey et Carlaw.

Les deux principales catégories de mesures – à caractère horizontal et ciblées – correspondent aussi approximativement à la classification de Metcalfe : *i)* les politiques d'aide à l'innovation qui modifient les incitations tout en conservant les capacités technologiques existantes; et *ii)* les actions qui visent directement à accroître les capacités technologiques ou à multiplier les occasions d'innover (Metcalfe, 1996). La finalité ou contrepartie de « l'innovation » dans mon modèle est la restructuration des entreprises, qui fait intervenir à la fois les composantes organisationnelles et technologiques. Les politiques HRP ont une incidence directe sur les incitations poussant les entreprises à se réorganiser sans modifier immédiatement leurs capacités profondes à le faire (outre les effets d'apprentissage induits par la mise en œuvre du programme). En revanche, les mesures AIC renforcent les capacités profondes de restructuration en permettant de produire « à des prix compétitifs » les nouvelles ressources technologiques

qu'il est impossible de se procurer sur le marché mondial et qui sont déterminantes pour « innover »¹⁸.

Vers une redéfinition de la méthode d'analyse des défaillances du marché

Dans plusieurs articles parus dans les années 1980 et antérieurement, Nelson a souligné les limites de la méthode d'analyse des défaillances du marché qui ne permettent pas d'identifier et de mettre en œuvre les politiques technologiques (Nelson, 1983, 1987). Il met l'accent sur :

- l'hypothèse (implicite) contenue dans la méthode d'analyse des défaillances du marché que le jeu de l'offre et de la demande constitue le mécanisme le plus performant pour mener des actions en matière d'innovation et de changement technologique ;
- le fait que, dans de nombreuses situations dominées par les facteurs externes, cette méthode ne permet donc pas de dégager clairement des grandes lignes d'action ;
- les difficultés à définir des projets en cas de défaillance du marché (par exemple, les questions relatives à la divulgation par les entreprises d'informations utiles).

La consolidation des thèses évolutionnistes a soulevé d'autres formes de critiques :

- le système économique ne se trouve pas dans une position d'équilibre mais plutôt en mouvement (Metcalfe, 1993 ; Nelson, 1994) ;
- il est impossible d'apprécier une quantité « optimale » de R-D (Lipsey et Carlaw, 1995, 1997) ; et l'élaboration des politiques est davantage un processus évolutif qu'un mécanisme d'optimisation (Metcalfe, 1993) ;
- toute innovation survenant dans une situation d'équilibre concurrentiel parfait doit être considérée comme une « défaillance du marché » puisqu'elle suppose par nature une information asymétrique – qui laisse entendre que le concept de défaillance du marché n'est pas exploitable en matière de politique technologique (Dosi, 1988 ; Metcalfe, 1993) ;
- *complexité et incertitude fondamentale* : il s'avère impossible de cerner et même de définir une défaillance du marché en matière d'innovation en raison de la complexité, de l'interactivité et de l'évolution parallèle des processus en jeu et de l'incertitude fondamentale qui entoure les sources d'innovation et ses répercussions (Metcalfe, 1993 ; Malerba, 1997).

Le deuxième volet de critiques (à l'exception du dernier point) trouve son origine dans l'analyse ordinaire du concept de défaillance du marché, fondée sur le modèle de la concurrence parfaite qui repose sur des hypothèses simplistes de

la réalité (Lipsey et Carlaw, 1997, en font une analyse intéressante). Dans des travaux antérieurs, j'ai déclaré qu'il ne fallait pas réduire l'importance de « l'étude des défaillances du marché » à cette définition étroite. Même si l'on refuse de définir la « défaillance » par rapport à cette situation, déterminer le rôle des mécanismes du marché dans le domaine de l'innovation et du développement technologique demeure une gageure dans la mesure où d'autres processus interviennent – administratifs/institutionnels/professionnels/politiques – certains en se substituant, d'autres en complétant (dans une acception dynamique) le jeu de l'offre et de la demande (voir Nelson, 1994; Teubal, 1997a; Galli et Teubal, 1997).

De nouveaux éléments d'analyse des défaillances du marché

Trois conditions doivent être réunies :

- La notion de défaillance du marché devrait concerner ces activités pour lesquelles les mécanismes du marché présentent un avantage concurrentiel sur les autres processus.
- L'action gouvernementale devrait avoir pour objet de déterminer, pour ces activités, un niveau *et* une configuration qui soient souhaitables pour la collectivité. Il ne s'agit pas d'équilibre optimal dans le sens néoclassique mais plutôt du résultat d'interactions socio-économiques et politiques aboutissant à un consensus sur les objectifs et les priorités économiques ou autres.
- Il n'y a pas de défaillance du marché.

Ces éléments fixent le cadre d'une *redéfinition* de la notion de défaillance du marché qui est indépendante de l'analyse de l'équilibre et échappe à certaines des critiques exprimées ci-dessus. Elle détermine aussi le champ potentiel de cette analyse, bien que son *applicabilité* et son intérêt soient tributaires d'autres facteurs mis en évidence dans l'optique évolutionniste (comme la possibilité de définir et d'identifier, pour une activité donnée, un niveau et une structure utiles pour la collectivité et pour laquelle les mécanismes du marché présentent un avantage concurrentiel). Je m'efforcerai de clarifier le concept en démontrant qu'il est impossible de laisser aux seuls mécanismes du marché le soin de déterminer l'ensemble des activités concourant à l'établissement des organisations collectives et des infrastructures technologiques nouvelles qui participent dans ce modèle à la réussite de l'évolution des SNI. Si ceci se vérifie, la méthode d'analyse des défaillances du marché sous sa forme revisitée ne peut permettre de définir les politiques AIC.

Cette démarche s'appuie sur la prise de conscience que les actions pertinentes conduisant à la mise en place et au fonctionnement d'un CT sont de deux natures :

- la détermination des priorités stratégiques, l'élaboration/adaptation du cadre institutionnel dans lequel le CT fonctionnera; et la définition de la configuration des nouvelles infrastructures technologiques;
- les investissements réalisés dans le CT et son exploitation.

Pour mener à bien le premier groupe d'activités, les mécanismes du marché présentent un avantage concurrentiel sur les procédures d'action gouvernementale qui font intervenir des experts, les parties intéressées, les responsables administratifs, etc. On pourrait avancer un certain nombre de raisons comme, par exemple, la nécessité de prendre en compte les besoins actuels et futurs des entreprises dans leur ensemble, et non exclusivement ceux des firmes avancées qui exercent aujourd'hui des pressions pour l'établissement d'un CT; l'obligation de définir un cadre institutionnel qui soit non seulement adapté au CT mais conserve aussi une cohérence avec les structures plus globales en place dans le pays; les mécanismes du marché interviennent aussi de façon plus avantageuse en facilitant et en encourageant la coordination des activités des entreprises et leur coopération. Contrairement à leur inefficacité relative pour mener à bien les missions de « planification et de conception institutionnelles des infrastructures », on est fondé à penser que le jeu de l'offre et de la demande pourrait être le dispositif le plus approprié pour gérer le centre après sa création, en ceci qu'il jouit d'un avantage compétitif pour réaliser les tâches du second groupe. Dans ce cas, tout écart dans l'évolution souhaitée ou appropriée des activités peut être facilement corrigé par des incitations. Il est cependant clair que *lorsqu'on s'efforce de promouvoir la mise en place d'un CT, on ne peut faire appel à la seule méthode d'analyse des défaillances du marché pour asseoir (ou du moins l'utiliser comme fondement exclusif) une réforme anticipée du cadre institutionnel.*

Cette démarche s'oppose à la vision néoclassique du concept de défaillance du marché, qui considère la technologie comme une « innovation » (appelée « restructuration » dans cet article) sans établir de distinction entre la nature des infrastructures technologiques et des institutions/organisations de soutien. Ceci explique que l'approche néoclassique accorde implicitement aux mécanismes du marché un avantage concurrentiel sur les autres processus, qui justifie le recours à la méthode d'analyse des défaillances du marché. Il ne s'agit pas véritablement, pour les pouvoirs publics, de savoir ou d'agir autrement qu'en fournissant des incitations (on suppose également que les incitations ne rendent pas nécessaires de posséder ces connaissances et ces capacités). En revanche, on pourrait avancer que la vision néoclassique sous-entend : *i)* qu'aucune activité, hormis le secteur technologique, ne fait l'objet de mesures de soutien; et *ii)* l'existence d'une distinction fondamentale entre les « activités qui bénéficient d'une aide » et

les politiques qui en assurent la promotion¹⁹. Ce point de vue admet que les pouvoirs publics ne parviennent pas à fournir des incitations appropriées, mais n'accepte pas de défaillance des procédures d'action gouvernementale dans le sens indiqué précédemment, c'est-à-dire un processus qui devrait intervenir directement sur les activités faisant l'objet des mesures d'aide ou sur certaines d'entre elles.

Le concept de défaillance du marché dans sa nouvelle définition serait, en conclusion, applicable aux politiques HRP – dans la mesure où il n'y a pas d'insuffisance du système. On ne pourrait pas y avoir recours pour promouvoir les CT et définir les politiques AIC. S'agissant des programmes à caractère horizontal, la méthode d'analyse des défaillances du marché permettrait de mettre en évidence les obstacles qui freinent la restructuration des entreprises et de déterminer les conditions à même de favoriser un processus cumulatif; ces éléments seraient pris en compte lors de la *conception* des programmes, y compris pour définir la cible d'entreprise choisie qui doit être faite dans le programme initial. En outre, la *mise en œuvre* de ces programmes demande de recourir à la méthode d'analyser des défaillances du marché de manière à déterminer la « valeur ajoutée » des projets spécifiques ou types de projets²⁰.

Défaillance du marché et insuffisance du système

Une *insuffisance du système* est l'incapacité à stimuler de façon opportune l'apparition d'une nouvelle composante du SNI jugée avoir une importance stratégique pour l'économie (voir la section « stratégie », ci-dessous). Dans le modèle, l'incapacité à mettre en place un CT en temps utile – avec ses aspects organisationnels et technologiques – traduit une carence du système plutôt qu'une défaillance du marché. De façon plus générale, les carences du système reflètent les insuffisances d'une série d'activités complexes qui devraient être menées à bien à la fois par le biais des procédures d'action gouvernementale d'un pays et par les mécanismes du marché dans le but de stimuler cette composante du SNI. Les relations qui existent entre défaillance du marché et du système recouvrent trois aspects :

- L'analyse, à des fins pratiques, des défaillances du marché ne peut être effectuée en cas de carence du système (conformément à la définition donnée ci-dessus).
- Les défaillances du marché peuvent coexister avec celles du système. Mais leur portée serait incertaine et ne pourrait être déterminée avec précision²¹.
- Les liens systémiques font que la portée de la défaillance du marché en matière de restructuration d'entreprise – le domaine privilégié de cette analyse – dépend du système d'innovation dans son ensemble et des

politiques actuelles et futures qui le concernent. On ne peut pas considérer que les « insuffisances » de ce système découlent (uniquement) de la défaillance du marché.

Toutes ces considérations limitent le recours à la méthode d'analyse des défaillances du marché pour définir les politiques destinées à faire évoluer le SNI. L'importance du constat dépasse le contexte de cet article. Ainsi, il n'y a peut-être pas lieu de fournir des aides à caractère horizontal à la R-D en l'absence de sources de capital-risque pour assurer le financement complémentaire à la fois de la mise au point technique, de la fabrication et du lancement de nouveaux produits par les entreprises. La collectivité ne retirerait aucun avantage de ces subventions sans les associer à des mesures d'accompagnement. Elle pourrait d'autre part en tirer un grand bénéfice si des politiques complémentaires sont adoptées pour permettre l'exploitation des innovations (ou inventions) par les entreprises commerciales et industrielles. Cette situation pourrait donc se caractériser par une absence totale de défaillance du marché, ou par la présence simultanée d'une défaillance du marché et d'une insuffisance du système (dans laquelle la portée de la défaillance du marché serait fonction de « l'ampleur » de l'insuffisance du système). Inversement, *l'existence d'une défaillance du marché peut dépendre du fait de savoir si les insuffisances du système constatées après le changement de contexte ont été corrigées par des politiques appropriées.*

L'impossibilité de faire appel à la méthode d'analyse des défaillances du marché, ou de l'utiliser comme unique fondement de la politique technologique, découlerait alors de :

- la complexité et de l'incertitude liées à la détermination des défaillances du marché et à l'appréciation de leur portée ;
- la nécessité de coordonner les politiques pour faire face en même temps aux défaillances du marché et aux insuffisances du système ;
- la nécessité de mettre en œuvre des politiques de restructuration des entreprises avancées (Ra) même lorsque Ra ne reflète pas, à proprement parler, de défaillance du marché, mais seulement une insuffisance du système.

Autres limites de la méthode d'analyse des défaillances du marché

Pour résumer certains arguments qui réduisent encore l'applicabilité de la méthode d'analyse des défaillances du marché dans sa nouvelle définition je dirai que, malgré ces limites, son rôle n'est pas négligeable au niveau du programme et du projet ; dans certaines situations elle peut apporter une contribution significative à l'action gouvernementale, bien que selon moi, il conviendrait avant de trancher ces questions, de consolider un nouveau cadre pour la politique techno-

logique qui intègre de manière fructueuse les approches originales (et remplace et complète le concept de défaillance du marché par celui de « défaillance à caractère évolutionniste » – voir Malerba, 1997). Les principales limites de la notion de défaillance du marché, même dans sa nouvelle définition, sont :

- **Stratégie** : *on peut recourir à la méthode d'analyse des défaillances du marché (et même alors seulement de façon partielle) une fois que la configuration fondamentale de la trajectoire d'évolution du SNI – qui relève d'une décision stratégique – a été établie. On ne peut pas l'utiliser pour choisir une stratégie/trajectoire par rapport à une autre.*
- **Cause ou effet de l'action gouvernementale**: *la défaillance du marché ne résulte pas plus de l'action des pouvoirs publics qu'elle ne la provoque ou ne la motive.*

Je traiterai ces aspects l'un après l'autre.

Stratégie : Le sentier de développement, ou évolution du SNI, suivi par un pays donné est défini à partir de priorités stratégiques qui reflètent avant tout un consensus sur les objectifs nationaux ainsi que la mécanique particulière qui permet de les traduire dans les faits ou de les formuler [« les procédures d'action gouvernementale » – Lall et Teubal, (1997)]; à chaque objectif ne correspond pas une stratégie déterminée; un certain nombre de stratégies de rechange peuvent découler d'un ensemble d'objectifs nationaux et, compte tenu de la profonde incertitude qui les entoure et de l'impossibilité de les évaluer totalement, il est difficile de les comparer²². *Le choix et la formulation d'une stratégie au niveau national ne relèvent pas du domaine de l'offre et de la demande étant donné que ces décisions sont (et doivent être) par nature politiques et qu'elles représentent des procédures d'action gouvernementale qui font intervenir des responsables administratifs, des spécialistes et les parties intéressées* (Lall et Teubal, 1997). Ceci ne signifie pas que l'offre et la demande n'y prennent pas une part active en tant que facteurs en jeu, ou n'influencent pas les procédures d'action publiques. Mais ce ne sont pas les uniques acteurs et leur action ne s'exerce pas par le biais des mécanismes du marché. Il en résulte que la méthode d'analyse des défaillances du marché ne peut servir à définir une stratégie ou des priorités stratégiques au niveau national. Lorsqu'elle est utilisable, son rôle est d'aider à mettre en évidence et à concevoir des politiques qui ont pour objet de mettre en œuvre une stratégie choisie ou définie ailleurs.

Dans cet article, la stratégie au niveau national, reflétée dans la « trajectoire d'évolution idéale du SNI » décrite dans les sections III et IV, est axée plus spécifiquement sur un nombre limité de priorités en matière d'innovation et d'infrastructure d'appui. On peut imaginer que cette stratégie ne représente qu'une stratégie possible parmi celles qui pourraient avoir été choisies – compte tenu de la situation de départ – à l'issue des processus politiques et des procé-

dures d'action gouvernementale²³. La stratégie exclut des activités « d'innovation » les organisations autres que les entreprises, bien que celles-ci participent à la diffusion de la nouvelle technologie tandis que le « dispositif d'aide » s'adresse uniquement aux nouvelles infrastructures mises en place et non aux universités ou à la restructuration des organisations publiques ou semi-publiques existantes comme les laboratoires gouvernementaux. Il ressort de ce qui a été dit précédemment que la méthode d'analyse des défaillances du marché, dans sa nouvelle définition, pourrait être utilisée pour identifier les programmes et les politiques appropriés nécessaires à la mise en œuvre de *certaines voire de toutes* les priorités stratégiques. Dans notre modèle, elle ne peut servir – dans le meilleur des cas – qu'à l'élaboration des divers programmes d'actions à caractère horizontal (HRP).

Défaillance du marché résultant de l'action gouvernementale²⁴. La prise de conscience que la défaillance du marché pourrait non seulement justifier l'action des pouvoirs publics mais aussi en résulter, n'est envisageable que dans un cadre dynamique comme celui utilisé dans cet article. Le succès des politiques HRP destinées aux entreprises avancées pourrait, par l'apprentissage collectif qu'elles suscitent et les facteurs externes associés, conduire à une situation dans laquelle la restructuration des firmes imitatrices et retardataires se traduirait pour la collectivité par des avantages gratuits. Non seulement cette dernière catégorie d'entreprises en retire des bénéfices, mais les avantages sont tels qu'un processus spécifique qui leur est étranger – la restructuration – peut devenir pour la première fois souhaitable pour la collectivité. Cependant, une défaillance du marché sous la forme d'un flux de facteurs externes nouveaux émanant des entreprises imitatrices qui ont entrepris en premier de se réorganiser dans la phase 2, peut paralyser ce processus. Ceci oblige à son tour à appliquer une nouvelle politique HRP destinée aux firmes imitatrices²⁵. Cet exemple s'appuie sur un concept de défaillance du marché qui n'implique pas d'équilibre ni d'optimisation, et permet d'identifier précisément ces secteurs d'activité dans lesquels il serait bon de laisser agir les mécanismes du marché avant de procéder à une analyse des défaillances du marché, dans sa forme « redéfinie ». On peut observer que cette analyse est subordonnée à l'existence préalable d'une stratégie.

On en déduit la séquence :

Défaillance du marché (instant t) → politique (t) → défaillance du marché (t + 1) → politique (t + 1) qui diminue l'intérêt que présente la méthode d'analyse des défaillances du marché pour l'action des pouvoirs publics (même s'agissant de secteurs d'activité dans lesquels les mécanismes de marché devraient prévaloir), en raison de l'impossibilité de prendre des mesures à court terme ou successives. L'unité d'analyse pour évaluer l'opportunité des politiques ne peut être une fonction (ou technologie) particulière à un moment donné pour un groupe d'entreprises, par exemple la restructuration des firmes innovatrices au moment « t », mais plutôt

une suite entière d'événements jusqu'à la séquence (complète) englobant la trajectoire totale d'évolution du SNI. L'utilité d'une politique donnée à l'instant « t » dépendrait des mesures adoptées à « t + 1 » pour corriger les défaillances du marché produites alors par le succès de la mise en œuvre des politiques précitées au moment « t ». L'intérêt pour la collectivité de la première tranche de restructuration (les entreprises avancées) sera fonction des actions futures menées lors de la seconde tranche (les firmes imitatrices). Ou bien, l'opportunité de la première politique HRP sera conditionnée par le calendrier et la pertinence de la seconde politique HRP (il en va de même s'agissant des incidences sur le système, voir ci-dessous). Ceci peut introduire une part importante d'incertitude dans le processus de décision étant donné que la nature des politiques futures qui *devraient et pourraient* être adoptées dépendra d'autres éléments ou facteurs sur lesquels les politiques en cours n'ont pas prise : les capacités d'action de demain ; les futurs changements de contexte ; une redéfinition des objectifs nationaux, etc.

Je dirai pour conclure que si l'étude des défaillances du marché doit être considérée comme une méthode pour identifier/concevoir des politiques successives alignées sur la trajectoire d'évolution du SNI (ceci donnerait une bonne définition de l'utilité de ce type d'analyse), elle peut comporter de très sérieuses limites – imputables à la complexité, à l'incertitude et aux difficultés de coordination²⁶. Dans certaines circonstances, la méthode d'analyse des défaillances du marché peut jouer un rôle mineur – point de vue qui correspond à une vision purement évolutionniste. Dans d'autres, elle peut (sous sa forme revisitée) garder une utilité mais rarement de façon indépendante d'autres approches de nature systémique, évolutionniste et même « politique ».

En tout état de cause, rien ne peut remplacer une vision intégrée et coordonnée de l'action des pouvoirs publics en matière d'évolution du SNI. L'intérêt de l'étude des défaillances du marché seule – même dans sa nouvelle définition – peut-être sérieusement limité. Une application simpliste de cette approche entraînerait des distorsions de la trajectoire d'évolution du SNI et pourrait même provoquer son interruption²⁷.

V. RÉSUMÉ, CONCLUSIONS ET THÈMES DE RECHERCHE FUTURS

Cet article s'appuie sur une analyse systémique de l'évolution du SNI qui s'intéresse en même temps aux besoins résultant directement de la restructuration des entreprises (le phénomène « d'innovation » et de « diffusion » y sont traités) et aux actions visant à stimuler l'infrastructure institutionnelle et technologique de l'économie. Étant donné que ces deux composantes du processus sont

des priorités qui déterminent l'évolution du système d'innovation dans une grande diversité de situations, la question de la pertinence des conséquences au plan des politiques risque de dépasser le champ particulier du modèle théorique d'appréciation examiné dans cet article.

L'étude de l'action gouvernementale doit être considérée comme une initiative visant à élargir le cadre des actions communément menées, à savoir : *i*) la formulation d'une nomenclature des politiques; et *ii*) l'analyse statique des différents contextes à même de justifier la mise en œuvre d'un type de programme donné ou d'un autre. Plus précisément, l'intérêt potentiel de l'analyse résulte de la structure du modèle mis au point dans les sections II à IV, qui permet une étude dynamique de la politique industrielle et technologique. Les deux formes de priorités transparaissent dans deux catégories de politiques : les *mesures à caractère horizontal* qui encouragent la restructuration des entreprises (les *aspects généraux* comme la mise en œuvre au sein des firmes de pratiques inédites en matière de recherche et de développement); et des *actions ciblées* comme une réforme institutionnelle anticipée (politique AIC) qui visent à favoriser l'apparition de nouvelles infrastructures technologiques présentant un intérêt stratégique pour l'économie et la création d'organisations/institutions collectives originales pour les abriter (qui conditionne la réorganisation complète des entreprises). Un des enseignements qu'on peut tirer de cet article est que le succès de l'évolution du SNI requiert une configuration d'action dans le temps à même de déclencher un processus cumulatif de restructuration des entreprises. On peut également en déduire que ce mécanisme demande de prêter une attention particulière aux actions *initiales* qu'il convient d'orienter vers les entreprises jouissant d'un potentiel de réorganisation élevé (les *firmes avancées* ou *innovatrices*) et capables de produire des effets et des retombées dynamiques importants qui encouragent ou facilitent la restructuration des autres firmes (*imitatrices* et *retardataires*). Ces effets et les retombées dynamiques décrits dans cet article comprennent l'apprentissage approprié du mécanisme de restructuration, et l'émergence au sein du système de composantes institutionnelles et d'infrastructure présentant un intérêt et une utilité pour l'ensemble de l'économie. Il convient donc, lors de l'élaboration des politiques, de tenir compte des processus d'apprentissage (de la restructuration) et des incidences sur le système. Ceci dépendra normalement de l'adoption d'une combinaison de politiques à caractère horizontal et de mesures ciblées dont le succès au moment « t » modifiera le dosage à l'instant « t + 1 ». Ainsi, les politiques à caractère horizontal visant à restructurer les entreprises avancées (HRPa) généreront, si elles aboutissent, une somme de connaissances et d'expériences qui justifient un programme ultérieur pour soutenir la réorganisation des firmes imitatrices (HRPi). Il est clair que dans certains cas, les politiques ne corrigent pas uniquement les défaillances du marché, mais contribuent aussi à les faire naître (ce n'est qu'une des limites de l'utilisation de la méthode d'analyse des défaillances du marché)²⁸.

L'objectif principal de l'étude – réalisé en partie seulement – est d'établir des liens entre le cadre dans lequel s'inscrit l'action décrite dans cet article et sa dynamique qui a évolué selon une optique néoclassique (décrite par Arrow dans un article fondamental et que l'on retrouve dans l'analyse classique du bien-être économique), structuraliste (Justman et Teubal et, en particulier, les différents travaux signés ou co-signés par Lipsey) et évolutionniste de la politique technologiste (Metcalf, Malerba et Teubal). La section IV décrit essentiellement les liens qui existent entre les deux premières approches. Elle examine les limites de l'analyse néoclassique des défaillances du marché et propose une nouvelle définition de ce concept, qui ne repose ni sur une situation d'équilibre ni sur l'optimisation mais qui, tout en reconnaissant l'importance des mécanismes du marché sur la croissance et l'adaptation du système, prend en compte l'intervention de processus de prise de décision, d'allocation des ressources et de sélection étrangers au jeu de l'offre et de la demande. Parmi ceux-ci les procédures d'action gouvernementale (qui interviennent, par une action réciproque avec les acteurs en jeu, dans la définition des priorités stratégiques et dans la conception des institutions et infrastructures nouvelles) qui devraient être intégrées dans un sous-ensemble de politiques non précisé dans le modèle ; les fonctionnements professionnels et institutionnels (par exemple au sein des universités) ; le jeu politique, etc. La section IV examine aussi le champ d'application et l'utilité de la méthode d'analyse des défaillances du marché sous sa forme dite revisitée et, en particulier, les relations qu'elle entretient avec une autre forme d'inadaptation du SNI, exprimée sous le terme « d'insuffisance du système ». Une insuffisance du système est la défaillance d'au moins un des mécanismes étrangers au marché comme les procédures d'action gouvernementale, ou les fonctionnements professionnels et institutionnels comme ceux qui sont en œuvre dans les universités ; elle peut traduire une lacune ou un manque d'adaptation à la fois du marché et des mécanismes concernés étrangers au marché. Si on peut faire appel à l'étude des défaillances du marché dans sa nouvelle définition pour renforcer les politiques à caractère horizontal (avec des limites importantes selon les contextes particuliers), l'analyse des mesures ciblées concernant les infrastructures de soutien ou le dispositif d'aide devenus plus complexes s'appuie sur la notion d'insuffisance avérée du système.

Les aspects les plus évidents de l'analyse sont : *i*) une vision structuraliste de l'innovation (qui comporte cependant des perspectives systémiques et évolutionnistes) qui établit une distinction entre l'innovation et la structure, l'infrastructure de soutien et les dispositifs d'aide ; *ii*) une approche structuraliste de la croissance et du développement économiques qui reconnaît qu'une économie, confrontée à des mutations structurelles, peut avoir besoin de mettre en place une infrastructure « spécifique » ou sans caractère universel (Justman et Teubal, 1991). Les deux grandes catégories de politiques – à caractère horizontal et ciblée – correspondent approximativement aux deux types généraux d'actions définies

par objectif des deux approches structuralistes (et à la classification plus large de Lipsey et de ses condisciples). L'analyse s'intéresse aussi au phénomène d'apprentissage, en particulier collectif, découlant de la restructuration des entreprises induite par l'action gouvernementale; à la diffusion des connaissances issues de la restructuration aux segments d'entreprises moins avancées (imitatrices et retardataires); et aux incidences sur le système.

Liens avec l'approche évolutionniste de la politique technologique : l'accent mis sur l'apprentissage et sur les rapports existant avec le système est conforme à la vision évolutionniste, tant sur le plan général (Metcalf, 1993; Metcalf et Georghiou, 1997) qu'au niveau des politiques relatives à des industries particulières (Malerba, 1997). L'apprentissage dans notre modèle suscite aussi une « diversité » d'organisations/technologies et favorise l'hétérogénéité des entreprises au sein de l'économie nationale (certaines firmes se réorganisent au lieu de se trouver toutes dans une situation identique, à l'instant zéro par rapport à la variable de restructuration). Ce modèle suppose aussi le fonctionnement d'un certain mécanisme de sélection mû à la fois par le marché et par l'action des pouvoirs publics. Il convient donc d'interpréter les changements d'environnement survenant à l'instant zéro (par exemple l'ouverture de l'économie aux importations, etc.) comme un *durcissement des conditions de sélection sur le marché* par l'intensification de la concurrence en provenance de l'étranger. Il y a lieu d'autre part de considérer les politiques tant à caractère horizontal que ciblé comme des *mécanismes favorisant la diversité* qui contribuent ainsi à rétablir l'équilibre entre variété et sélection (qui caractérisent une évolution harmonieuse). D'un point de vue évolutionniste, cependant trois grandes questions semblent se poser: premièrement, le modèle ne contient pas de processus de sélection clair (ce qui devrait constituer une priorité si l'on tente de formaliser notre « modèle » théorique d'appréciation); les relations entre apprentissage, diversité et sélection ne sont pas claires (c'est un problème qui se pose généralement quand on a recours à la métaphore de la biologie utilisée dans la théorie évolutionniste, pour décrire les systèmes économiques); les rapports entre les politiques industrielles et technologiques étudiées dans cet article et la vision évolutionniste globale de la politique de la concurrence. J'examinerai brièvement ce dernier point.

Metcalf considère que la politique d'innovation – qui vise par excellence à faire naître la diversité – est partie intégrante d'une vision plus large de la politique de la concurrence dont l'objet est de « conserver le caractère ouvert des conditions économiques ». Les autres composantes de la politique de la concurrence sont la réglementation comme par exemple la législation antitrust, la libéralisation, etc. (qui peut passer pour le point de vue traditionnel ou néoclassique de la politique de la concurrence); et la promotion des dispositifs d'aide à la technologie. Si mon interprétation est correcte, il semblerait alors que les trois composantes de la politique de la concurrence d'inspiration « évolutionniste » soient représentées dans le modèle. Ainsi les changements de règles comme, par

exemple la décision d'autoriser la concurrence des entreprises situées à l'étranger, contribue à changer le contexte en faisant apparaître pour la première fois le besoin d'un nouveau SNI ; les différentes politiques à caractère horizontal permettent de réunir les conditions d'apprentissage/diversité ; le besoin de nouveaux « systèmes d'aide à la technologie » s'exprime dans le modèle par les infrastructures technologiques/organisations collectives créées. En conséquence, alors que le modèle ne fait pas apparaître clairement de processus de sélection (et ceci n'est pas imputable à sa structure de base, mais plutôt au fait qu'il s'agit d'un modèle théorique d'appréciation et non d'un modèle formel), il semble bien contenir toutes les composantes de la politique de la concurrence de type évolutionniste.

J'aimerais mettre l'accent sur le rôle joué par un élément du « contexte de sélection » dans lequel évoluent les entreprises (ou une industrie particulière), qui dépasse le cadre des lois antitrust, les droits de propriété intellectuelle et les autres règles qui composent la politique de la concurrence classique. Cet élément comprend les composantes nouvelles du système qui représentent les améliorations du dispositif d'aide à la restructuration ou à l'innovation ; c'est-à-dire les infrastructures institutionnelles/technologiques inédites. Au lieu de durcir les conditions de sélection ou de les assouplir – ce qui semble être le principal aspect traité dans les travaux récents sur l'action des pouvoirs publics dans une situation de dynamique industrielle (Malerba) – ces composantes altèrent « l'égalité des conditions de concurrence » c'est-à-dire qu'elles multiplient les occasions fonctionnelles de survie et de croissance offertes aux entreprises locales vis-à-vis des concurrents étrangers. Elles jouent un rôle probablement plus important dans un petit pays confronté à des conditions de sélection de plus en plus rigoureuses imposées par l'étranger (contexte caractéristique dans lequel évolue un SNI) que dans un secteur d'activité dominé par une puissance économique de premier plan comme les États-Unis ou du point de vue d'une industrie d'envergure mondiale. Ces composantes institutionnelles et d'infrastructure risquent de devoir englober beaucoup plus qu'une « infrastructure commune de normes et de technologies de transition » (Malerba, 1997, p. 13) étant donné que les décideurs dans ce type d'économie affichent une préférence marquée pour la croissance des entreprises nationales plutôt que pour l'industrie en général (un petit pays offre en conséquence une latitude moindre pour édicter des « règles » que du point de vue de l'économie mondiale).

L'enjeu futur est de renforcer le cadre dynamique de l'action gouvernementale en matière d'adaptation du SNI en intégrant les approches structuraliste, évolutionniste et systémique des politiques publiques. Il s'avérerait particulièrement avantageux de parvenir à définir le sous-ensemble de politique et les procédures d'action publique en les intégrant aux systèmes d'innovation et en les considérant comme des facteurs essentiels de la capacité d'un pays à déterminer et à concevoir les nouvelles politiques nécessaires à cette adaptation.

NOTES

1. Les évolutions du contexte rendent, selon moi, la restructuration d'une fraction importante d'entreprises commerciales et industrielles « souhaitable pour la collectivité ».
2. Par « incidences sur le système » on entend, dans cet article, les répercussions sur la restructuration des entreprises de la création et du fonctionnement d'organisations collectives originales mentionnées ci-dessus pour abriter l'infrastructure technique nouvelle.
3. Voir Teubal (1997*b*), section 3.2 (phase 3), pour de plus amples informations sur les événements et le contexte qui accompagnent la transformation du CT.
4. Les autorités doivent prendre un certain nombre de mesures, et mettre en œuvre un sous-ensemble de politiques étoffé pour parvenir à déceler qu'une technologie particulière revêt un intérêt stratégique pour l'économie. Ceci demanderait de réaliser des études prospectives, de nouer des relations avec les parties intéressées, et d'évaluer l'expérience accumulée par les entreprises avancées qui ont entrepris de se réorganiser avant l'intervention des autorités. Ces mesures ne sont pas directement examinées dans ce modèle qui s'intéresse davantage aux « programmes » qu'à l'éventail plus large des mesures gouvernementales et au fonctionnement interne des sous-ensembles de politiques. Dans la mesure où l'on examine des politiques « idéales » à même d'entraîner une transformation totale du SNI, le changement institutionnel anticipé dont il est question dans cet article implique la mise en œuvre d'actions et d'initiatives. Pour cette raison et du fait de l'intérêt supposé de la ressource technologique pour l'ensemble des entreprises commerciales et industrielles, il s'agirait d'une politique « générale » plutôt que « ciblée » dans la classification de Lipsey. Voir Lipsey et Carlaw (1997).
5. Une politique de restructuration à caractère horizontal, bien conçue et mise en œuvre selon les principes évolutionnistes a pour objet de faire naître un processus d'apprentissage collectif de l'activité bénéficiant des aides (par exemple, la R-D ou la conception) et de dégager des ressources organisationnelles fraîches qui y sont associées (Teubal, 1996*b*). Ceci demande de transformer la somme de connaissances accumulées par chaque entreprise en apprentissage collectif, processus qui n'est ni automatique ni engagé à la légère. Il en résulterait une endogénéisation de l'activité, c'est-à-dire son exploitation future par les entreprises industrielles et commerciales sans (ou avec un niveau beaucoup plus faible) aide des pouvoirs publics. Ce schéma est conforme à notre cadre d'analyse qui veut que la politique de restructuration à l'intention des firmes avancées soit mise en œuvre lors de la phase 1, puis implicitement suspendue

ou fortement limitée lors des phases ultérieures. L'application d'une politique de restructuration à caractère horizontal dans une optique évolutionniste vise aussi à encourager la diffusion de l'expérience de restructuration aux entreprises qui n'ont pas encore « adopté » la nouvelle fonction ou les innovations organisationnelles. Pour atteindre cet objectif, il convient d'organiser l'apprentissage collectif/cumulatif de manière à ce qu'il profite à ce segment d'entreprises – dans notre modélisation, les firmes imitatrices et les retardataires – plutôt qu'à celles qui l'ont adopté – les firmes avancées.

6. On a appelé ce processus « détermination des besoins de l'utilisateur » dans Teubal (1979).
7. Les raisons qui motivent cette politique sont précisés dans des études antérieures. Ce sont les suivantes : *i)* la capacité réduite du CT d'atteindre à lui seul des groupes étendus d'entreprises, et parmi les firmes retardataires peuvent représenter un échantillon important d'entreprises du pays; *ii)* l'effort pour adapter la nouvelle ressource croît avec l'hétérogénéité des clients (entreprises); et une forte hétérogénéité peut soit exister soit se dessiner et se renforcer une fois que X a été diffusé aux entreprises qui accusent un léger retard; et malgré ce dernier facteur; *iii)* lorsque la demande est suffisamment forte et que l'on constate une certaine banalisation de X, il est possible de développer un marché et même assez facile de stimuler son essor.
8. C'est un problème d'ordre général qui se pose à de nombreuses entreprises travaillant dans le secteur, globalement parlant, des technologies de l'information; il peut se poser avec une plus grande acuité en l'absence de compétences techniques au sein des entreprises pour intégrer les nouvelles ressources.
9. Considérer la restructuration comme un processus de diffusion suppose de définir un contenu (pratiques organisationnelles, technologie) qui dépasse le cadre d'« artifices » pour englober des connaissances et des compétences. Cette approche correspond à la thèse de Metcalfe sur les processus de diffusion d'inspiration évolutionniste (Metcalfe, 1988). Dans ce modèle, la diffusion effective d'« artifices de restructuration » aux entreprises imitatrices et retardataires demande de produire et de communiquer des connaissances relatives aux précédentes expériences de restructuration des firmes avancées.
10. J'aimerais remercier P. Maskell d'avoir soulevé ce point. La rigidité structurelle d'une organisation fait que les performances passées des entreprises établies ne garantissent pas nécessairement leur capacité à s'adapter à un environnement nouveau et à innover.
11. Se reporter à Teubal (1996a, 1996b, 1997a) pour un exposé clair des effets des politiques à caractère horizontal sur la création de la demande.
12. Ces deux dernières conséquences supposent que les aides à la R-D, quand elles sont dispensées dans une optique d'apprentissage, ne constituent pas seulement des mesures de renforcement de l'offre. Il convient de les considérer également comme des dispositifs de soutien de la demande.
13. Il n'est pas utile que l'ensemble des secteurs et des technologies soient « couverts » par le nouveau programme de mesures ciblées. Contrairement à la situation qui prévalait lors de la phase initiale, certains secteurs et/ou technologies pourraient ne

- pas recevoir d'aides dans la phase finale (malgré le fait que, pour des considérations « diverses », l'idéal serait de maintenir un programme résiduel redimensionné pour soutenir les idées originales et saisir les occasions imprévues).
14. Justman et Teubal (1986) ont émis l'idée que le dispositif d'aide à l'innovation était le principal objectif de la politique technologique. Il se trouve aussi au cœur de la vision structuraliste de la technologie et de l'innovation proposée par Lipsey et Carlaw (*op. cit.*) (selon ces auteurs, c'est l'une des principales divergences de l'approche néoclassique). Metcalfe (1996) examine aussi le rôle majeur que jouent les « dispositifs de soutien des technologies » et les mesures qui les accompagnent comme le programme « Science Foresight » appliqué au Royaume-Uni. Le présent article s'intéresse plus à l'infrastructure technique qui compose le « dispositif de soutien » décrit par Lipsey et Carlaw qu'à l'aspect de mise en œuvre des innovations (celui-ci engloberait par exemple l'installation et les équipements qui permettent l'exploitation commerciale des inventions au sein des entreprises).
 15. Il convient de noter ici que le processus de détermination des « choix » ne porte pas directement sur des innovations spécifiques ni même sur une entreprise donnée ou sur ses « capacités dynamiques » (Teece, 1995). Le choix concerne dans le cas présent les « capacités génériques », c'est-à-dire celles qui soutiennent les besoins d'innovation d'un grand nombre d'entreprises (littéralement, dans ce modèle, l'ensemble des sociétés commerciales et industrielles). Il appartient toujours à chaque entreprise particulière d'innover et de développer des capacités propres difficiles à reproduire. La fonction de sélection est donc certainement réalisable et même souhaitable dans un certain nombre de contextes, comme par exemple les économies de gammes ; quand on réalise des études prospectives générales ; qu'on fait intervenir les acteurs concernés ; et quand le sous-ensemble de politique permet de fixer des objectifs à long terme et des priorités adéquates. Les mesures AIC ciblées s'adressant aux organisations collectives jouent un rôle particulièrement important en l'absence de modes de comportement ou de culture préétablis au sein de l'économie qui impliquent une collaboration interentreprise en matière de développement technologique.
 16. Après avoir présenté les raisons qui expliquent la nécessité d'opérer des choix de politiques pour faire évoluer les systèmes nationaux d'innovation, j'aimerais préciser que les décideurs politiques dans le monde entier doivent à présent être convaincus du bien-fondé des politiques à caractère horizontal, malgré le fait que les économistes d'horizons tant néoclassique qu'évolutionniste les aient systématiquement ignoré (au moins jusqu'à une date récente). Pour approfondir ce point, voir Teubal (1996a, 1997a). L'élément fondamental est le potentiel d'apprentissage collectif d'activités technologiques souhaitables pour la collectivité, comme la R-D, l'innovation, etc., dont les répercussions touchent les secteurs d'activité, les entreprises et les technologies.
 17. On observe cependant une différence. Les programmes à caractère horizontal s'appliquent à des types particuliers d'activités technologiques utiles à la collectivité comme la R-D industrielle ou pré-concurrentielle, la R-D en collaboration (R-D « générique »). Les programmes divergent considérablement et ne devraient pas, selon moi, être associés ; en outre, un pays peut réorienter ses priorités de la R-D ordinaire vers la R-D générique. (Cet aspect n'est pas traité dans le présent article. Il signifierait que les entreprises avancées bénéficient de mesures HRP d'un type différent dans la phase 2

au lieu que ce soit les firmes retardataires.) Il semblerait que Lipsey et Carlaw préconisent d'appliquer les politiques cadres à tous les types de R-D ; et considèrent qu'un programme qui viserait « ... à aider une catégorie particulière de R-D comme la recherche pré-concurrentielle » est un dispositif ciblé (Lipsey et Carlaw, 1997, p. 10). Je ne partagerais pas leur point de vue.

18. J'ai déjà expliqué que le « système d'aides » de Lipsey et Carlaw mobilise aussi des ressources matérielles et organisationnelles au sein des entreprises et ce ne sont pas seulement des organisations étrangères à ce milieu, comme les centres de technologies qui, dans ce modèle financent (indirectement) les innovations qui s'y produisent. Ainsi, les politiques à caractère horizontal du modèle, tout en visant à soutenir « l'innovation », prennent également en charge une partie du système d'aide de Lipsey et Carlaw. Ceci ne pose pas en soi de problème ; il devient seulement plus difficile, comme l'affirment Lipsey et Carlaw, de séparer les politiques qui renforcent les aides à l'innovation des mesures qui modifient le dispositif de soutien de la mise en œuvre sous-jacente. Le dernier point concerne les politiques de diffusion (PD) et les programmes visant à développer un marché (MD) qui, comme les AIC sont des mesures « ciblées ». Si elles stimulent indiscutablement les capacités d'innovation et la structure de soutien (qui devrait à présent englober également les « nouveaux marchés »), elles financent aussi directement « l'innovation » – l'intégration de circuits intégrés perfectionnés dans la conception de produits nouveaux. Il est difficile à nouveau de déterminer si ces actions visent uniquement l'innovation ou les capacités à innover.
19. S'agissant des CT, aucune distinction marquée n'est faite entre le secteur d'activité soutenu – l'infrastructure technologique, etc. – et les politiques, étant donné que les pouvoirs publics interviennent à la fois dans une série de méta-activités stratégiques ou dans leur planification et pour fournir des incitations.
20. La méthode d'analyse des défaillances du marché joue des rôles divergents dans deux types de décisions (Lall et Teubal) : *i*) dans la formulation de la stratégie (aucun rôle) ; et *ii*) dans « l'acceptation du projet » (rôle important). Les projets représentent des pôles de promotion au sein d'un programme particulier comme les politiques HRPa (qui est aussi le reflet d'une stratégie plus large). Ces rôles différents reflètent la nature de l'activité ainsi que la dose de coordination et de vision globale nécessaires pour prendre les décisions appropriées.
21. C'est en fait ce que signifie l'affirmation « l'analyse des défaillances du marché ne peut être effectuée ». Une insuffisance du système en matière d'infrastructure risque de limiter considérablement la portée d'une défaillance du marché en matière d'innovation parce qu'elle diminue l'intérêt de cette dernière pour la collectivité. Dans certaines circonstances elle peut exprimer l'absence totale de défaillance du marché en matière d'innovation/restructuration.
22. Les diverses stratégies attribuent des rôles différents aux mécanismes du marché et définissent, par conséquent, un champ d'application varié de la méthode d'analyse des défaillances du marché. Il va sans dire que le caractère aléatoire que revêt l'évaluation de l'opportunité d'une stratégie donnée procède en partie de l'incertitude sur la nature exacte du rôle qu'il convient d'attribuer aux mécanismes du marché.

23. Ces mécanismes entreraient en jeu dans un sous-ensemble de politiques qui n'a pas été précisé et qu'il convient donc de considérer comme un élément extérieur à l'analyse.
24. Pour simplifier l'argumentation de cette sous-section, je considérerai que le système ne présente pas de défaillance.
25. On peut trouver d'autres exemples dans notre modèle. Ils résultent aussi de complémentarités techniques comme l'ont souligné Lipsey et Carlaw, par exemple une politique d'aide à l'innovation peut générer des facteurs externes pour la structure de soutien, et *vice versa*.
26. Dans des circonstances extrêmes, toute défaillance du marché, pour être définie et reconnue comme telle, est également une insuffisance de coordination potentielle à laquelle on pourrait remédier par des procédures de coordination intertemporelles complexes. La défaillance du marché ne serait alors pas décelable, ni même effective, sans qu'il soit fait référence au sous-ensemble de politique sous-jacent et à ses mécanismes. En outre, une fois qu'on aura établi des liens avec ce sous-ensemble, on ne sera peut-être plus possible de parler de défaillance du marché seule et l'analyse devra aussi s'intéresser à la portée et à la structure des activités et aux actions gouvernementales menées au sein de ce sous-ensemble. Les pouvoirs publics détermineraient alors leur action, comme pour les mesures AIC, à partir de deux éléments – les défaillances du marché et les insuffisances du « sous-ensemble de politiques ».
27. Par exemple, une utilisation simpliste ou statique de la méthode d'analyse des défaillances du marché, même sous sa forme revisitée, peut amener à ne pas envisager de politique HRP à l'intention des entreprises avancées, excluant ainsi dès le départ la possibilité de déterminer une trajectoire d'évolution à caractère cumulatif. Ceci se produirait lorsque, par exemple, les avantages nets pour la collectivité d'une politique HRP_a ($a = \text{avancé}$) ne peuvent être que positifs si l'on tient compte de la restructuration des entreprises imitatrices (dans ce cas R_a tirera uniquement sa valeur de sa fonction de déclencheur de l'ensemble du processus de restructuration).
28. Il est important d'établir une relation entre l'analyse réalisée dans cet article et les travaux de l'OCDE (1997) qui fait appel à la notion (déjà utilisée par Galli et Teubal, 1997) de « défaillances du système » et s'efforce d'étayer par des données concrètes les liens qui unissent les diverses composantes d'un SNI. Ces travaux sont une importante contribution à la littérature, en proposant en particulier le fondement empirique qui fait défaut à Lundvall (1992), Nelson (1993) et Edquist (1996). Ils s'attachent plus particulièrement à définir, en partant de l'observation des faits, les systèmes d'innovation existants – notamment en évaluant les différents types de liens qui relient les composantes des systèmes en place – au lieu de justifier sur le plan pratique une étude de l'évolution des SNI et de l'apparition de nouvelles composantes dans les systèmes et des rapports qu'elles entretiennent (bien que les données recueillies et les analyses réalisées à cette fin pourraient également s'y prêter). L'étude que nous avons effectuée peut utilement permettre de déduire de cette analyse certaines conséquences potentielles au plan de l'action, par exemple l'existence de liens faibles semble justifier à mon sens le bien-fondé de politiques à caractère horizontal de préférence à des mesures visant à constituer des réseaux pour, par exemple, promouvoir la coopération université/industrie dans le domaine de la R-D.

BIBLIOGRAPHIE

- ARROW, K. (1962), « Economic Welfare and the Allocation of Resources to Invention », dans *The Rate and Direction of Inventive Activity: Economic and Social Factors*, NBER, Princeton.
- DOSI, G. (1988), « The Nature of the Innovative Process », dans G. Dosi, C. Freeman, R. Nelson, G. Silverberg et L. Soete (éd.), *Technical Change and Economic Theory*, Pinter Publishers, Londres.
- EDQUIST, C. (éd.) (1997), *Systems of Innovation: Technologies, Institutions and Organizations*, Cassel.
- FREEMAN, C. et C. PEREZ (1988), « Structural Crisis of Adjustment: Business Cycles and Investment Behaviour », dans G. Dosi et al. (éd.), *Technical Change and Economic Theory*, Pinter Publishers, Londres.
- GALLI, R. et M. TEUBAL (1997), « Paradigmatic Changes in National Systems of Innovation », chapitre 15, dans C. Edquist (éd.), *Systems of Innovation: Technologies, Institutions and Organizations*, Pinter Publishers, Londres.
- IMAI, K., I. NONAKA et H. TAKEUCHI (1988), « Managing the New Product Development Process: How Japanese Companies Learn and Unlearn », dans K. Clark, R. Hayes et C. Lorenz (éd.), *The Uneasy Alliance: Managing the Productivity-Technology Dilemma*, Harvard University Press.
- JUSTMAN, M. et M. TEUBAL (1986), « Innovation Policy in an Open Economy: A Normative Framework to Strategic and Tactical Issues », *Research Policy*, 15, pp. 21-138.
- JUSTMAN, M. et M. TEUBAL (1991), « A Structuralist Perspective on the Role of Technology in Economic Growth and Development », *World Development*, vol. 19, n° 9, pp. 1167-1183.
- JUSTMAN, M. et M. TEUBAL (1995), « Technological Infrastructure Policy: Generating Capabilities and Building Markets », *Research Policy*, avril. Réimprimé dans Teubal, Foray, Justman et Zuscovitch (1996), *Technological Infrastructure Policy (TIP): An International Perspective*, Kluwer.
- LALL, S. et M. TEUBAL (1997), « Market Stimulating Technology Policies in Developing Countries: A Framework with Examples from East Asia », à paraître, *World Development*.

- LIPSEY, R. et K. CARLAW (1995), « La politique d'innovation, point de vue du structuralisme », document présenté à la Conférence sur la croissance axée sur les connaissances : incidences sur les politiques microéconomiques, Ottawa (version révisée).
- LIPSEY, R. et K. CARLAW (1997), « Technology Policies in Neo-classical and Structuralist-Evolutionary Models », voir ce volume.
- LUNDEVALL, B.Å. (1985), « User-Producer Interaction », Aalborg University Press.
- LUNDEVALL, B.Å. (1992), *National Systems of Innovation*, Pinter Publishers, Londres.
- MALERBA, F. (1997), « An Evolutionary Perspective on Technology Policy in Industrial Dynamics », CESPRI-Bocconi University, texte dactylographié.
- METCALFE, S. (1988), « The Diffusion of Innovation: An Interpretative Survey », chapitre 25 dans G. Dosi, R. Nelson, L. Soete et G. Silverberg (éd.), *Technical Change and Economic Theory*, Pinter Publishers, Londres.
- METCALFE, S. (1993), « The Economic Foundations of Technology Policy: Equilibrium and Evolutionary Perspectives », document dactylographié, University of Manchester, Discussion Paper No. 95, août; réédité dans P. Stoneman (éd.), *Handbook of the Economics of Innovation and Technical Change*, Basil Blackwell, Oxford.
- METCALFE, S. (1996), « Science Policy and Technology Policy in a Competitive Economy », PREST and School of Economic Studies, University of Manchester.
- METCALFE, S. et L. GEORGHIOU (1997), « Equilibrium and Evolutionary Foundations of Technology Policy », voir ce volume.
- NELSON, R. (1983), « Government Support of Technical Progress: Lessons From History », *Journal of Policy Analysis and Management*, vol. 2, n° 4, pp. 499-514.
- NELSON, R. (1987), « Roles of Government in a Mixed Economy », *Journal of Policy Analysis and Management*, vol. 6, n° 4, pp. 514-541.
- NELSON, R. (éd.) (1993), *National Systems of Innovation*, Oxford University Press.
- NELSON, R. (1994), « The Co-evolution of Technology, Industrial Structure and Supporting Institutions », *Industrial and Corporate Change*.
- NELSON, R. et S. WINTER (1982), *An Evolutionary Theory of Economic Change*, Belknap Press.
- OCDE (1997), *National Innovation Systems*, brochure gratuite disponible uniquement en anglais, Paris.
- SMITH, K. (1991), « Innovation Policy in an Evolutionary Context », dans Saviotti et Metcalfe (éd.), *Evolutionary Theories of Economic and Technological Change*, Harwood Academic Publishers.
- TEUBAL, M. (1979), « On User Needs and Need Determination: Aspects of the Theory of Technological Innovation », dans M. Baker (éd.), *Industrial Innovation: Technology, Policy and Diffusion*, Macmillan, Londres, pp. 266-293.
- TEUBAL, M. (1982), « The R&D Performance Through Time of Young, High-technology Firms: Methodology and an Illustration », *Research Policy*, 11, pp. 333-346; chapitre 6, dans M. Teubal (1987), *Innovation Performance, Learning and Government Policy*, Wisconsin University Press.

- TEUBAL, M. (1983) « Neutrality in Science Policy: The Case of Sophisticated Industrial Technology in Israel », Minerva, chapitre XX dans M. Teubal (1987), *Innovation Performance, Learning and Government Policy*, Wisconsin University Press.
- TEUBAL, M. (1987), *Innovation Performance, Learning and Government Policy*, Wisconsin University Press.
- TEUBAL, M. (1993), « The Innovation System of Israel: Description, Analysis and Outstanding Issues », dans R. Nelson (éd.), *National Systems of Innovation*, Oxford University Press.
- TEUBAL, M. (1996a), « R&D and Technology Policy at NICs as Learning Processes », *World Development*.
- TEUBAL, M. (1996b), « Conséquences au plan de l'action of Organizational Learning for Horizontal Technology Policies: An Exploratory Study », dans L. Tsipouri et M. Storper (éd.) (1998), *Latecomers in the Global Economy*, Routledge.
- TEUBAL, M. (1997a), « A Catalytic and Evolutionary Approach to Horizontal Technology Policies », *Research Policy*, 25, pp. 1161-1188.
- TEUBAL, M. (1997b), « Restructuring and Embeddedness of Business Enterprise: A Systems of Innovation Perspective on Diffusion Policy », *Danish Research Unit on Industrial Dynamics(DRUID)*, Report 97-6 (une version révisée sera publiée dans *Industrial and Corporate Change*).
- TEUBAL, M., D. FORAY, M. JUSTMAN et E. ZUSCOVITCH (éd.) (1996), *Technological Infrastructure Policy (TIP): An International Perspective*, Kluwer.

ÉVALUATION DES BESOINS EN INFRASTRUCTURE D'UN SECTEUR DES SERVICES ÉQUIPÉ EN TECHNOLOGIE DE POINTE : NOUVELLE APPROCHE DE LA PLANIFICATION DE LA POLITIQUE DE LA TECHNOLOGIE

TABLE DES MATIÈRES

Résumé	200
I. Introduction et présentation générale	200
II. Étude pour la création d'un laboratoire de technologie de l'information	202
III. Sources et utilisations de la technologie dans le secteur des services	204
IV. Manifestation de la défaillance du marché quant aux investissements en TI	210
V. Vers une nouvelle approche de la planification stratégique	231
Notes	235
Bibliographie	238

Le présent article a été rédigé par Albert N. Link du Department of Economics, University of North Carolina à Greensboro (e-mail : al-link@uncg.edu), et John T. Scott du Department of Economics, Dartmouth College, Hanover (e-mail : john.t.scott@dartmouth.edu). Les auteurs tiennent à remercier Lee Baldwin, Dan Berg, Erik Brynjolfsson, Lorin Hitt, David Leech, Dennis Leyden, John Perko et tous les participants à cet atelier de l'OCDE pour leurs remarques et suggestions. Toute erreur et coquille restant dans ce document sont imputables aux auteurs.

RÉSUMÉ

De même que la technologie a longtemps été le moteur de la croissance économique dans les secteurs manufacturiers des nations industrialisées, la croissance soutenue du secteur des services qui se développe rapidement dépendra de l'adoption et de la mise en œuvre constante de technologies nouvelles, en particulier des technologies de l'information. Conscient de ce fait, l'US Department of Commerce a créé en 1996 un Information Technology Laboratory (ITL). Le présent article décrit la planification stratégique menée pour aider l'ITL à identifier et à estimer les besoins en infrastructure d'un secteur des services faisant appel aux TI.

I. INTRODUCTION ET PRÉSENTATION GÉNÉRALE

Depuis plus de 20 ans, le secteur des services domine l'économie dans la plupart des pays industrialisés. En 1990, sa production par rapport au produit intérieur brut dépassait 50 pour cent dans tous les pays du G7, et était en augmentation. Les États-Unis ne font pas exception à cette tendance. La part de production du secteur des services est passée de 57.2 pour cent en 1960 à 63.2 pour cent en 1990. En 1994, elle était de 75.3 pour cent.

De même que la technologie a longtemps été le moteur de la croissance économique dans les pays industrialisés, la croissance soutenue du secteur des services dépendra de l'adoption et de la mise en œuvre constante de technologies nouvelles. Les technologies de l'information (TI) sont au cœur de l'évolution technologique qui se manifeste dans le secteur des services¹. Les TI sont les technologies qui ont apporté les changements les plus importants et les plus en profondeur dans la croissance de ce secteur, et elles constituent la seule catégorie de technologies que l'on retrouve dans toutes les activités de services. Comme le signalait le National Research Council (1994, pp. 1-2) : « Plus les TI deviennent abordables, gagnent en portabilité, s'intègrent et s'interconnectent dans une gamme sans cesse plus large de produits, de nouvelles applications... et de nouveaux secteurs tout entiers... vont probablement apparaître qui auront des effets en profondeur sur les structures des activités, l'emploi et la croissance économique. »

Chercheurs et décideurs politiques commencent à se rendre compte que la technologie se compose d'éléments qui par nature sont privés, d'éléments qui par nature sont publics et d'éléments qualifiables de mixtes. Ce sont les éléments publics et mixtes (c'est-à-dire les produits publics et quasi-publics) qui confèrent à la technologie un caractère d'infrastructure. A ce titre, il est probable, sinon inévitable, que le secteur privé va sous-investir, d'un point de vue sociétal, dans les éléments publics et mixtes d'une technologie. Les TI ne font pas exception à la règle.

Aux États-Unis, si les pouvoirs publics veulent concevoir et appliquer une politique de nature à encourager l'innovation, il est impératif, à des fins de planification, qu'ils comprennent le rôle de la technologie dans le secteur de l'économie qui est à la fois le plus important et celui qui connaît le développement le plus rapide – le secteur des services. Plus précisément, il est crucial que les responsables de la politique de la technologie comprennent les sources et les utilisations des TI dans le secteur des services, ainsi que le rôle déterminant de la R-D dans l'adoption et l'utilisation des TI. Pour que la politique contribue à encourager non seulement l'investissement dans les TI mais aussi une utilisation plus efficace des TI dans les activités de services, afin de promouvoir l'augmentation de la productivité et la compétitivité globale de ce secteur, il faut que les responsables de cette politique comprennent aussi quels sont les éléments d'infrastructure des TI les plus aptes à stimuler le développement du secteur manufacturier et la mise en œuvre des TI dans le secteur des services, ainsi que la mesure dans laquelle ces éléments d'infrastructure font l'objet d'un sous-investissement.

En 1994, le National Institute of Standards and Technology (NIST) de l'US Department of Commerce a lancé une étude pour la création d'un nouveau laboratoire, l'Information Technology Laboratory (ITL)². En outre, cette même année, dans le cadre de la planification stratégique, ITL a commencé à se rendre compte qu'une part importante de sa mission portait sur le secteur des services, et qu'il n'y avait guère d'information disponible sur les sources et les utilisations des TI dans ces activités. En conséquence, le Program Office du NIST lança une étude complète, à long terme, visant à quantifier le rôle des TI dans le secteur des services, à déterminer si des graves défaillances du marché se manifestent dans le processus de développement et d'utilisation des TI, et à identifier et à estimer les besoins en infrastructure d'un secteur des services faisant appel aux technologies de pointe. La méthodologie que nous avons élaborée et appliquée pour permettre au NIST de mener à bien ce projet consiste à :

1. comprendre les sources et les utilisations des technologies de l'information dans les activités de service ;
2. vérifier si (idée préconçue) les activités de service effectivement sous-investissent et sous-utilisent les TI ;

3. identifier (sur la base des conclusions du point 2) les types de défaillance du marché qui suscitent ce sous-investissement et cette sous-utilisation ;
4. étudier en priorité (sur la base des résultats du point 3) les aspects des défaillances du marché qui influent sur l'utilisation et la mise en œuvre des TI dans les activités de service ;
5. proposer (sur la base des résultats du point 4) une orientation quant aux besoins d'une politique de la technologie infrastructurelle pour le secteur des services.

Cette méthodologie est ce que nous appelons une nouvelle approche de l'élaboration d'une politique de la technologie. En effet, si une telle politique est bien élaborée sur la base d'informations factuelles, son efficacité sera d'autant plus grande quand elle sera mise en application.

La suite de cet article s'articule de la manière suivante. Le chapitre II décrit la création et la mission de l'ITL. Au chapitre III, nous indiquons les sources et les utilisations de la technologie dans le secteur des services, et en particulier des TI. Au chapitre IV, en nous appuyant sur diverses sources, nous démontrons que le secteur des services effectivement sous-investit et sous-utilise les TI. Au chapitre V, à des fins de planification, nous classons par ordre de priorité les défaillances du marché qui, d'un point de vue sociétal, nuisent à l'utilisation et à la mise en œuvre des TI, et nous soulignons l'importance de ce classement pour une bonne conception et une planification efficace d'une politique dans ce domaine.

II. ÉTUDE POUR LA CRÉATION D'UN LABORATOIRE DE TECHNOLOGIE DE L'INFORMATION

Création et missions de l'Information Technology Laboratory

En 1994, le directeur du NIST a chargé le directeur du Computer Systems Laboratory et le directeur du Computing and Applied Mathematics Laboratory de lancer un projet visant à regrouper les deux laboratoires en un seul. Un ITL Planning Group fut alors constitué et chargé d'indiquer la procédure à suivre pour créer l'ITL. Vers le milieu de 1995, le NIST approuva la fondation du ITL pour répondre au besoin croissant de mesures et d'expérimentations de la technologie pour promouvoir le développement de systèmes informatiques et de télécommunications qui soient utilisables, adaptables, interconnectables, (fiables) et sûrs³. Ce besoin est né de l'effort national de création d'une infrastructure de l'information venant étayer l'industrie américaine sur un marché mondial. Plus précisé-

ment, la mission de l'ITL a été définie (ITL, 1996a, p. 2) : « stimuler la croissance économique et la compétitivité industrielle des États-Unis par le biais d'un leadership technique et de la recherche collective dans les technologies critiques intéressant l'infrastructure ... pour promouvoir un développement plus efficace et une meilleure utilisation des technologies de l'information. »

A l'appui de l'ITL et de sa mission, le Program Office du NIST lança un projet très complet à long terme visant à quantifier le rôle des TI dans le secteur des services, à déterminer s'il y avait de graves défaillances du marché dans le processus de développement et d'utilisation des TI, et à identifier et à estimer les besoins en infrastructure d'un secteur des services faisant appel aux technologies de pointe.

Rôle des pouvoirs publics en matière de technologie

La première déclaration formelle de politique intérieure en matière de technologie, *US Technology Policy*, émana du Bureau du président en 1990⁴. Comme c'est le cas de tout nouvel effort en matière de politique, il s'agissait d'un important document général. Cependant, outre le fait que c'était une première, il ne précisait pas quel devait être le rôle des pouvoirs publics en matière de technologie. Il laissait penser que les pouvoirs publics avaient effectivement un rôle à jouer, puis il énonçait un objectif assez général (p. 2) : « Le but de la politique américaine en matière de technologie est de faire le meilleur usage possible de la technologie tout en remplissant les objectifs nationaux d'amélioration de la qualité de vie de tous les Américains, de poursuite de la croissance économique et de sécurité nationale. »

Le président Clinton alla nettement plus loin dans son *Economic Report of the President* de 1994 en énonçant les premiers principes au nom desquels les pouvoirs publics devaient s'impliquer dans le progrès technologique (p. 191) : « Le but de la politique de la technologie n'est pas de substituer le point de vue des pouvoirs publics à celui de l'industrie privée dans le choix des « gagnants » potentiels à appuyer. Au contraire, il s'agit de corriger les éventuelles défaillances du marché ... ».

Les décideurs politiques reconnaissent aujourd'hui l'importance conceptuelle d'une formulation de la technologie d'une manière qui vise à redresser les défaillances du marché⁵. Cependant, à notre connaissance, il n'y a pas eu beaucoup de décisions politiques (peut-être même pas du tout) en matière de technologie qui aient commencé par identifier la nature des défaillances du marché, puis aient formulé une politique destinée à surmonter précisément les obstacles conduisant à une défaillance du marché.

Peut-être est-ce dû au fait qu'un bon décideur politique sait qu'il y a une défaillance du marché lorsqu'il en voit une⁶. Peut-être est-ce le cas, mais peut-

être pas. Même si les défaillances du marché se manifestent de façon si évidente qu'elles n'ont pas besoin d'être quantifiées, comment classer par ordre de priorité les recommandations politiques en l'absence de ce type de quantification. A ce titre, l'initiative du NIST – déterminer s'il existe de graves défaillances du marché dans le processus de développement et d'utilisation de la technologie, et identifier et estimer les besoins en infrastructure d'un secteur des services faisant appel aux technologies de pointe – n'est pas seulement ambitieuse, compte tenu des pratiques habituelles de planification et d'adoption des politiques, mais aussi saine sur le plan économique. Cette approche de la planification stratégique peut largement contribuer à compenser une défaillance de la part des pouvoirs publics⁷.

Les méthodologies énoncées dans les chapitres suivants de cet article sur la manière dont nous avons cherché à identifier les défaillances du marché ont pour but d'illustrer un effort d'opérationnalisation d'une approche systématique de la planification stratégique en ce qui concerne les TI dans les activités de service.

III. SOURCES ET UTILISATIONS DE LA TECHNOLOGIE DANS LE SECTEUR DES SERVICES

Ce chapitre décrit les sources et les utilisations de la technologie dans le secteur des services, en particulier en ce qui concerne les TI⁸. Sur la base des résultats de notre analyse de diverses sources d'information, nous énonçons les conclusions suivantes :

- plus de 50 pour cent de la R-D du secteur des services concerne les TI ;
- les entreprises appartenant au secteur des services effectuent une partie de leur R-D en matière de TI directement en interne, et obtiennent le reste indirectement par le biais de la R-D incorporée dans les équipements de TI qu'elles achètent ; la R-D interne représente environ 15 pour cent des dépenses totales consacrées aux TI pour la R-D interne et les équipements de TI achetés confondus ;
- les TI sont surtout utilisées par les entreprises appartenant au secteur des services pour améliorer les services à la clientèle et les délais d'arrivée de nouveaux services sur le marché.

La R-D dans les activités de service

Curieusement, on ne dispose que de très peu d'informations sur les sources et les utilisations de la technologie dans le secteur des services aux États-Unis, même si l'on peut tenter quelques inférences, comme ci-dessous. On pourrait avancer que la raison de cette absence d'information sur la technologie dans le secteur des services est due, en partie, à la prédominance du secteur manufacturier dans la R-D aux États-Unis, même si la part du secteur des services dans la R-D effectuée a progressé lentement, d'environ 2 pour cent au milieu des années 1960 à près de 26 pour cent au milieu des années 1990⁹.

La littérature publiée désigne bien les TI comme étant le moteur clé de la croissance du secteur des services. Selon les spécialistes des TI, les technologies de l'information restent une catégorie à part dans les technologies du fait de l'évolution convergente de deux secteurs nettement différents : les communications et l'informatique. Les progrès réalisés dans les technologies numériques contribuent à estomper la ligne de partage entre le monde des communications analogiques existant de longue date et le mode de l'informatique. Jusqu'à présent, les technologies des communications relevaient de systèmes analogiques incompatibles, mais le fondement numérique sur lequel repose le monde de l'informatique s'élargit au point d'englober les technologies anciennement analogiques du téléphone, de la radio, de la télévision par câble, des communications sans fil et des transmissions par satellite (ITL, 1996b).

Les données figurant au tableau 1 font apparaître une part disproportionnée de l'activité de R-D dans les activités de service en ce qui concerne les technologies de l'information (compte tenu de la convergence évoquée précédemment). Les services de communications (CITI 48) absorbent 17.5 pour cent du total de la R-D non manufacturière (principalement services) et 15.5 pour cent des chercheurs et ingénieurs de la R-D non manufacturière. Or, comme le montre le tableau 2, les services de communications ne représentent que 3.4 pour cent de la valeur ajoutée des services privés et 1.8 pour cent des emplois équivalents plein-temps des services privés. De même, d'après les tableaux 1 et 2, les services informatiques (CITI 737, 871) absorbent 32.2 pour cent de la R-D totale non manufacturière et 38.2 pour cent des chercheurs et ingénieurs de R-D. Les services liés à l'informatique représentent environ 4.1 pour cent de la valeur ajoutée des services privés et 2.8 pour cent des emplois équivalents plein-temps des services privés¹⁰.

Ainsi, une estimation basse serait que 49.7 pour cent (17.5 + 32.2) de la R-D dans le secteur des services concernent les TI. Si l'on peut parler dans ce cas de limite inférieure, c'est que l'on suppose que des pans entiers de R-D effectuée par des entreprises de services en dehors des secteurs des communications et de l'informatique concernent également les TI (ce que corroborent nos études de

Tableau 1. **Activité totale de R-D dans quelques secteurs**

Secteur et code CITI	Total de la R-D effectuée en 1993 (millions de \$EU)	Chercheurs et ingénieurs en R-D en 1993 (milliers)
Total	118 334	764.3
Secteur manufacturier (CITI 13, 20-39)	87 013	573.5
Services de communications (CITI 48)	5 491	29.5
Électricité, gaz, assainissement (CITI 49)	339	1.6
Programmation, traitement de l'information, autres services d'ingénierie informatique (CITI 737, 871)	10 092	72.9
Hôpitaux et laboratoires médicaux et dentaires (CITI 806-807)	132	0.9
Recherche, développement et essais (CITI 873)	2 084	13.6
Autres secteurs non manufacturiers	13 183	72.3

Source : National Science Foundation (1996).

Tableau 2. **Taille du secteur par valeur ajoutée
et par emplois équivalents plein-temps**

	Valeur ajoutée, 1994 (milliards de \$EU)	Emplois équivalents plein-temps, 1993 (milliers)
Pays	5 495.5	105 593
Autres que services	1 360.1	24 438
Agriculture, forêts et pêche	101.9	1 642
Extraction minière	40.2	597
Construction	238.3	4 523
Secteurs manufacturiers	979.7	17 676
Services	4 135.4	81 155
Privés		
Transports	177.5	3 999
Communications	113.4	1 157
Électricité, gaz et assainissement	116.5	929
Commerce de gros	310.2	5 800
Commerce de détail	475.6	16 728
Finances, assurances et immobilier	894.2	6 508
Autres services privés	1 254.6	28 121
Publics		
Services publics	793.4	18 513

Source : US Department of Commerce (1988, 1994, 1995b).

cas), et que la R-D concernant les TI dans ces entreprises de services dépasserait les modestes retombées de la R-D concernant les TI menée dans l'ensemble des entreprises de communication et de services informatiques.

Flux technologiques au profit des activités de service

Le tableau 3 présente les données nécessaires pour formuler une estimation de la technologie importée (c'est-à-dire des flux entrants de technologie) par rapport à la technologie autochtone (c'est-à-dire résultant de la R-D) dans les activités de service. L'hypothèse implicite sous-jacente à l'analyse qui suit est que les TI achetées par les entreprises appartenant à des secteurs non manufacturiers correspond à une estimation basse de la technologie totale importée par ces secteurs. De fait, les entreprises appartenant au secteur des services achètent d'autres biens d'équipement qui incorporent une technologie ne relevant pas des technologies de l'information¹¹.

Les données figurant au tableau 3, même si l'on peut considérer qu'elles sont en dessous de la vérité quant à la technologie importée dans le secteur des services, montrent que 82.6 pour cent des investissements effectués en matériel

Tableau 3. Comparaison de la valeur ajoutée, des investissements en TI et de la R-D effectuée et financée par les entreprises en 1991

Milliards de \$EU

Secteur	Valeur ajoutée	Investissements en TI	R-D
Autres que services	1 178.7	26.7	
Agriculture, forêts et pêche	90.9	0.0	
Extraction minière	36.7	0.9	
Construction	210.1	0.5	
Secteurs manufacturiers	841.0	25.3	67.6
Services	3 391.2		
Privés	2 691.8	126.8	
Transports	140.8	3.8	
Communications	95.3	21.1	
Électricité, gaz et assainissement	99.0	8.0	
Commerce de gros	266.0	17.0	
Commerce de détail	403.3	17.9	
Finances, assurances et immobilier	685.0	38.7	
Autres services privés	1 002.4	20.3	
Publics	699.4	n.d.	
Privés non manufacturier	3 029.5	128.2	22.9

Source : National Research Council (1994); National Science Foundation (1996).

de TI en 1991 l'étaient par des sociétés de services privées. Ces investissements estimés en TI englobent le matériel de bureau, les machines informatiques et comptables; les équipements de communications, les appareils de mesure, les appareils de reprographie et autres équipements apparentés. Les chiffres n'englobent pas les logiciels, les services de messagerie électronique, les services de réseau et de traitement de données, les services informatiques professionnels, la programmation de personnalisation, l'intégration des systèmes, les services de conseil ou de formation.

La R-D du secteur non-manufacturier, qui relève principalement du secteur des services, représentait 22.9 milliards de dollars EU de la R-D effectuée par les entreprises, soit 25.3 pour cent de la totalité de la R-D effectuée par les entreprises en 1991. Cette estimation donne une idée de l'investissement autochtone en technologie par rapport à la technologie importée. Si l'on ajoute à ce montant de R-D les 126.8 milliards de dollars EU que les sociétés de services investissent en technologies de l'information, on obtient un investissement total en technologie pour le secteur des services d'au moins 149.7 milliards de dollars EU pour 1991¹².

En conséquence, sur la base de l'estimation prudente de 149.7 milliards de dollars EU d'investissements en technologies par les entreprises appartenant au secteur des services, 84.7 pour cent de cette somme correspond à des importations sous forme de matériel TI acheté et 15.3 pour cent sont générés par la R-D. Autrement dit, près de 85 pour cent de la technologie utilisée dans les sociétés appartenant au secteur des services sont importés et 15 pour cent sont ce qu'on appelle de la technologie « maison »¹³.

Toutefois, on pourrait dire qu'en présentant une estimation des investissements en R-D de 22.9 milliards de dollars EU, le tableau 3 sous-estime l'activité de R-D dans les secteurs non-manufacturiers pour l'année considérée. Or, ce n'est pas le cas si l'on s'en tient à la définition donnée par la National Science Foundation, ou si les chiffres ont été communiqués à la National Science Foundation sur ses formulaires RD-1. Quoi qu'il en soit, dans le cas des TI, il y a d'autres coûts à prendre en considération, en particulier les coûts des logiciels et de la programmation complémentaire. Si ces coûts supplémentaires sont considérés comme de la R-D – mais nous ne prétendons pas que c'est ce qu'il faut faire – alors le chiffre de 85 pour cent estimé de technologie importée devrait diminuer. Mais si l'on procédait de la sorte, il faudrait tenir compte aussi de la partie de technologie importée qui ne concerne pas les TI. Nous considérons *a priori* que l'ajustement de la R-D découlant de ce fait serait mineur et certainement compensé par les technologies ne relevant pas des TI se trouvant incorporées dans d'autres biens d'équipement achetés.

Les technologies de l'information entraînent d'importants coûts de mise en place. Si l'on inclut les dépenses de mise en place des TI dans le secteur des services dans la facture de la technologie « maison », on obtient une inversion du

ratio 85:15 pour la technologie importée par rapport à la technologie « maison » dans le secteur des services. De fait, si l'on tient compte des coûts d'application en interne de la technologie, la partie importée de la facture technologie est de l'ordre de 16 pour cent, et la partie correspondant à la technologie développée en interne est de l'ordre de 84 pour cent.

L'International Data Corporation (IDC) (1996) présente une ventilation des différents coûts d'utilisation des technologies de l'information pour les principaux types de sites de TI. En particulier, pour les vastes sites distribués, IDC rapporte les coûts suivants : personnel d'exploitation (38 pour cent), implantation du site central (17 pour cent), logiciels (25 pour cent), matériel (17 pour cent) et assistance technique (5 pour cent). Sur la base de ces estimations, si une société type appartenant au secteur des services affecte 100 dollars EU aux nouvelles technologies, 85 dollars EU au matériel technologique importé et 15 dollars EU à la R-D interne, et si les 85 dollars EU représentent 17 pour cent du coût total nécessaire pour rendre cette technologie de l'information exploitable, alors le coût total d'utilisation de cette TI est de 500 dollars EU. En conséquence, pour cette société hypothétique du secteur des services, le coût total de cette technologie en interne s'élève à 515 dollars EU, ce qui met le prix d'achat du matériel de TI à environ 16.5 pour cent de son coût total d'exploitation.

Utilisation des technologies de l'information dans les activités de service

Pour savoir comment les technologies de l'information sont utilisées par les entreprises appartenant au secteur des services, un questionnaire a été distribué aux principaux responsables des TI des 500 plus gros utilisateurs nationaux de TI dans le cadre de l'enquête d'*Information Week* de 1996¹⁴.

Le tableau 4 reprend les questions que nous avons posées dans le cadre du présent projet de création d'ITL, ainsi que les moyennes des réponses. 103 questionnaires ont été remplis par des responsables de TI du secteur des services, mais tous n'ont pas répondu à toutes les questions. Le tableau 4 indique également, entre parenthèses, le nombre de réponses reçues pour chaque réponse.

Les réponses résumées au tableau 4 donnent plusieurs indications sur l'utilisation des technologies de l'information dans les activités de service. Premièrement, d'après les réponses à la première question, les investissements en TI semblent principalement destinés à améliorer le service à la clientèle et à accélérer la mise sur le marché de nouveaux services. Deuxièmement, sur la base des réponses à la seconde question, les principaux critères de choix d'une TI nouvelle sont la fiabilité du système et sa fonctionnalité¹⁵.

Tableau 4. Enquête d'Information Week et réponses au questionnaire

Question	Moyenne des réponses
Question : Indiquer l'importance de chacune des raisons suivantes pour lesquelles votre entreprise investit dans les technologies de l'information. (Utiliser une échelle de 1 à 10, où 10 = extrêmement important et 1 = pas du tout important.)	
Améliorer le service à la clientèle	9.25 (n = 99)
Améliorer la flexibilité (notamment la personnalisation)	8.36 (n = 99)
Améliorer les systèmes d'information de gestion	8.06 (n = 99)
Accélérer la mise sur le marché	8.84 (n = 99)
Améliorer la qualité du produit	8.57 (n = 98)
Mieux connaître les nouvelles technologies	5.37 (n = 98)
Être à la pointe de la technologie informatique	5.28 (n = 98)
Mettre en place une infrastructure en TI	7.48 (n = 97)
Réduire les coûts	8.52 (n = 99)
Faciliter la réingénierie ou la transformation des procédures	8.00 (n = 97)
Question : Indiquer l'importance que vous accordez à chacun des facteurs suivants dans le choix par votre organisation de nouvelles technologies/nouveaux systèmes d'information (Utiliser une échelle de 1 à 10, où 10 = extrêmement important et 1 = pas du tout important.)	
Respect des normes ouvertes	8.30 (n = 99)
Disponibilité du service et de l'assistance technique	8.99 (n = 98)
Compatibilité avec des systèmes existants	7.91 (n = 99)
Fonctionnalité	9.16 (n = 99)
Bas coût initial	6.48 (n = 99)
Bas coût de formation	6.34 (n = 99)
Fiabilité du système	9.42 (n = 98)

Source : Information Week.

IV. MANIFESTATION DE LA DÉFAILLANCE DU MARCHÉ QUANT AUX INVESTISSEMENTS EN TI

Ce chapitre se subdivise en quatre sous-chapitres. Le premier expose le concept de risque dans le contexte de l'opposition d'obstacles à la technologie, car ce sont les obstacles à la technologie qui conduisent à un sous-investissement ou à une sous-utilisation de la technologie. Le deuxième sous-chapitre apporte la démonstration, d'après les recherches publiées et d'après la littérature professionnelle, qu'une défaillance du marché se manifeste bel et bien

en matière d'investissements en TI. Nous donnons ensuite des informations statistiques complémentaires montrant que les entreprises du secteur des services sous-investissent en TI. Cependant, tous ces éléments témoignant du sous-investissement en TI n'indiquent ni l'aspect ni le type de défaillance du marché se manifestant dans les activités de service et sont donc, à notre avis, de faible valeur pour la planification d'une politique de la technologie. Néanmoins, les études de cas détaillées (sur les banques de réseau, les soins médicaux et les loisirs à domicile) figurant dans le dernier sous-chapitre apportent un éclairage utile.

Obstacles à la technologie et défaillance du marché en matière de TI

Le risque et les difficultés qui lui sont étroitement liées pour l'obtention d'un rendement constitue des obstacles à la technologie, c'est pourquoi on observe un sous-investissement ou une sous-utilisation d'une technologie. En grande partie, la littérature publiée sur les défaillances du marché porte sur les investissements dans la création ou la production d'une technologie (par exemple, la R-D). Tout aussi important, et peut-être même plus important encore pour l'élaboration d'une politique de la technologie concernant les activités de service, est la question des investissements pour l'utilisation et l'application de technologies exogènes. Le développement ci-dessous porte sur les investissements en R-D destinés à créer une technologie nouvelle, mais il aborde aussi la mesure dans laquelle nos arguments sont généralisables à l'achat et à l'utilisation des TI. L'idée d'obstacles résultant de divers risques commerciaux et techniques est reprise de Tassej (1995).

Le risque mesure les possibilités que des résultats réels s'écartent du résultat prévisionnel, et l'insuffisance des résultats prévisionnels du secteur privé par rapport au rendement prévisionnel pour la communauté témoigne des problèmes de distribution. Les résultats techniques et commerciaux d'une technologie peuvent être très minces, ou peut-être nettement supérieurs, aux résultats escomptés. Ainsi, une entreprise peut à juste titre se préoccuper du risque que son investissement en R-D ne rapporte pas le rendement prévu, que ce soit pour des raisons techniques ou autres. Par ailleurs, même si le résultat technique est satisfaisant, le rendement de l'investissement en R-D risque de ne pas satisfaire aux conditions du marché et, de ce fait, l'investissement se révéler non rentable. Enfin, d'une manière générale, le rendement prévisionnel pour l'entreprise est inférieur au rendement prévisionnel pour la société dans son ensemble.

Le résultat prévisionnel est la mesure de la tendance médiane du résultat d'une variable aléatoire. Le risque est parfois quantifié comme étant la variance de la distribution de probabilité du résultat d'une variable aléatoire – ici, le résultat technique de la R-D ou le résultat commercial de la R-D sont des variables aléatoires – même si d'autres aspects de la distribution de probabilité peuvent

également avoir une incidence sur le risque. Ainsi, la contribution à l'exposition globale d'une entreprise au risque associé à un investissement particulier diffère selon le portefeuille de projets de l'entreprise. A cet égard, une grande entreprise, qui dispose d'un portefeuille diversifié de projets de R-D, pourrait trouver qu'un projet particulier est moins risqué qu'une petite entreprise ne possédant qu'un portefeuille limité. De même, la société dans son ensemble est confrontée à un moindre risque que l'entreprise individuelle, qu'elle soit grande ou petite, parce que fondamentalement la communauté dispose d'un portefeuille diversifié de projets de R-D et que cette diversification dilue le risque dont les décideurs tiennent compte dans les entreprises. Comme le risque est moindre pour l'ensemble de la communauté, l'ensemble des résultats devient plus certain. En outre, pour chaque problème technologique, la société veille à ce qu'au moins une entreprise résolve les problèmes techniques et qu'au moins une entreprise réussisse à lancer l'innovation sur le marché. L'entreprise qui recherche la solution technique en R-D puis s'efforce d'en commercialiser le résultat se trouve évidemment confrontée à un plus grand risque d'échec technique ou commercial.

Confrontée à un risque élevé – risque à la fois technique et commercial auquel la société dans son ensemble n'est pas confrontée – ou simplement parce que la société a une vision à plus long terme que les décideurs dans les entreprises, une entreprise privée actualise les rendements futurs à un taux supérieur à ce que fait la société. En conséquence, l'entreprise privée confère une valeur moindre aux rendements futurs et, du point de vue de la société, investit trop peu en R-D. Autrement dit, plus le risque est élevé, plus le taux de rendement nécessaire d'un projet est élevé. Ainsi, lorsque le risque social est inférieur au risque privé, l'entreprise privée applique un taux de rendement nécessaire trop élevé aux yeux de la société. En conséquence, des projets utiles sur le plan social risquent de se trouver rejetés. En outre, lorsque le rendement prévisionnel pour l'entreprise est inférieur au rendement prévisionnel pour l'ensemble de la société, l'entreprise a moins de rendement futur à prendre en considération que ne le ferait la société dans son ensemble et, là encore, cela se solde par un sous-investissement.

Tasse (1995) remarque que plusieurs facteurs technologiques et commerciaux contribuent à conduire les entreprises privées à anticiper un moindre rendement et à se trouver confrontées à un plus grand risque que la société dans son ensemble.

Premièrement, un facteur entre en jeu dès lors que le risque technique (les résultats peuvent ne pas être suffisants sur le plan technique pour répondre aux besoins) est élevé – le risque de l'activité menée est supérieur à ce que l'entreprise peut accepter, même si en cas de réussite les retombées positives seraient très importantes pour la société dans son ensemble. Cette dernière souhaiterait que l'investissement soit fait, mais du point de vue de l'entreprise la valeur

actuelle des rendements prévisionnels est inférieure au coût de l'investissement et, en conséquence, au montant produisant le rendement jugé acceptable de l'investissement. En d'autres termes, le taux d'actualisation privé est supérieur au taux d'actualisation social.

Deuxièmement, un risque élevé peut être lié à un risque commercial élevé (même si l'innovation est satisfaisante sur le plan technique, le marché peut ne pas l'accepter) lorsque l'effort requis de R-D est à forte intensité de capital, ce qui signifie que l'investissement en capital peut être trop lourd pour une seule entreprise. Dans ce cas, le coût minimum de réalisation de la recherche est considéré comme excessif par rapport au budget global de R-D de l'entreprise, qui étudie les coûts d'un financement extérieur et les risques d'échec; si ceux-ci sont très élevés, l'entreprise n'effectue pas l'investissement, même si ce dernier pourrait être très profitable pour la société dans son ensemble, parce que le projet ne semble pas rentable du point de vue de l'entreprise privée.

Troisièmement, beaucoup de projets de R-D sont réputés être longs avant d'arriver sur le marché. De fait, lorsque le délai d'achèvement de la R-D et le délai de commercialisation de la R-D sont longs, il s'écoule nécessairement beaucoup de temps avant que l'entreprise ne puisse tirer une marge brute d'auto-financement de son investissement en R-D. Comme une entreprise privée a un taux d'actualisation plus élevé que la société dans son ensemble, elle confère une moindre valeur au rendement futur que ne le ferait la société. Comme le taux d'actualisation privé est supérieur au taux d'actualisation social, on observe un sous-investissement, et ce sous-investissement augmente en proportion du délai de mise sur le marché car le différentiel de taux se trouve composé et exerce un impact plus fort sur des rendements plus éloignés dans l'avenir.

Quatrièmement, il n'est pas rare que la portée des marchés potentiels soit plus large que celle des stratégies commerciales d'une entreprise donnée, de sorte que celle-ci ne perçoit ni n'anticipe les retombées économiques de toutes les applications commerciales potentielles de la technologie. En conséquence, l'entreprise ne tient compte dans sa décision d'investissement que des rendements qu'elle peut percevoir dans les limites de sa stratégie commerciale. L'entreprise pourrait envisager des retombées positives sur d'autres marchés, dont elle pourrait profiter, mais le plus souvent ces retombées sont négligées ou actualisées fortement par rapport à la pondération pour actualisation qui pourrait être appliquée à la société toute entière. Il en va de même lorsque la nécessité de mener un effort de R-D exige des équipes de recherche pluridisciplinaires, des installations de recherche très particulières dont ne disposent généralement pas des entreprises individuelles, ou l'intégration de technologies de provenances jusque-là distinctes et sans interaction entre elles. En raison d'un risque de comportement opportuniste sur des marchés aussi minces, une seule entreprise peut avoir du mal, à un coût raisonnable, à partager des actifs même si elle ne

rencontre pas de difficultés à partager des informations de R-D venant compliquer le problème.

Cinquièmement, la nature évolutive des marchés exige des investissements dans des associations de technologies qui, si elles existaient, se trouveraient dans des secteurs différents, non intégrées. Comme ces conditions échappent le plus souvent à la stratégie de R-D des entreprises, ces dernières n'y peuvent pas grand chose, non seulement parce qu'elles n'en voient pas les avantages possibles ou qu'elles sont incapables de tirer parti de résultats quels qu'ils soient, mais aussi parce que la coordination d'acteurs multiples de manière rapide et efficace est extrêmement coûteuse.

Tassev (1995) cite d'autres situations dans lesquelles l'entreprise privée ne prévoit pas un rendement suffisant de son investissement et, en conséquence, où il y a risque de défaillance du marché et de sous-investissement.

Sixièmement, la nature de la technologie est parfois telle qu'il est difficile d'attribuer les droits de propriété intellectuelle. Les connaissances et les idées développées par une entreprise qui investit dans la technologie peuvent profiter à d'autres entreprises au cours de la phase de R-D ou après le lancement de la nouvelle technologie. Si l'information est source de valeur pour les entreprises qui bénéficient des retombées, alors, toutes choses étant égales par ailleurs, l'entreprise novatrice peut sous-investir dans la nouvelle technologie. De même, lorsque la concurrence est très vive pour développer une nouvelle technologie, chaque entreprise, sachant que sa probabilité d'être la première à réussir est faible, risque de ne pas s'attendre à un rendement suffisant pour couvrir ses coûts. En outre, même si l'entreprise innove, elle risque de se trouver au cœur d'une concurrence acharnée pour les applications à cause de l'existence de produits de substitution concurrents, brevetés ou non. En particulier, lorsque le coût de l'imitation est bas, l'entreprise peut anticiper cette concurrence et, en conséquence, ne pas prévoir dans ses calculs un rendement suffisant pour couvrir son investissement en R-D. A cet égard, la concurrence sur le marché post-innovation peut poser un problème. Les connaissances en matière de technologie ont en partie les caractéristiques de biens publics – les connaissances peuvent être utilisées par d'autres même après avoir été utilisées par un innovateur. Lorsque le coût moyen de production de la technologie (ou de l'information d'une manière plus générale) est globalement supérieur au coût marginal de sa diffusion, beaucoup d'entreprises risquent de se jeter dans la concurrence sur un marché post-innovation, peut-être avec des versions brevetées substituables de la technologie. En fait, cette concurrence risque de faire baisser le prix de la technologie jusqu'à un niveau qui ne permette plus de réaliser l'investissement initial nécessaire pour créer la technologie. Là encore, le résultat risque d'être un sous-investissement, si les acheteurs de technologie peuvent négocier des prix plus bas ou si des imitateurs réussissent à faire concurrence à l'innovateur.

Septièmement, la structure du secteur peut faire augmenter le coût d'entrée sur le marché d'applications de la technologie. Les conditions générales du marché sur lequel une nouvelle technologie est vendue peuvent réduire sensiblement les incitations à investir dans son développement et sa commercialisation. Beaucoup de produits à forte teneur en technologie existants sur le marché complexe d'aujourd'hui s'inscrivent dans un plus large système de produits (par exemple, une usine robotisée et un réseau de communication). Dans un tel cadre, si une entreprise envisage d'investir dans le développement d'un nouveau produit, mais perçoit le risque que le produit – même si c'est une réussite technique – soit incompatible avec d'autres produits du système ou s'articule mal avec eux, le coût supplémentaire de réalisation de la compatibilité ou de l'interfonctionnement risque de réduire le taux de rendement prévisionnel au point que le projet n'est tout simplement pas entrepris. De même, de nombreux sous-marchés peuvent apparaître, chacun présentant ses propres exigences de compatibilité, empêchant ainsi la réalisation d'économies d'échelle ou d'externalités au réseau.

Huitièmement, en raison de la complexité d'une technologie, acheteur et vendeur ont du mal à se mettre d'accord sur la performance d'un produit. Comme l'explique Teece (1980), le paradoxe de l'information et le comportement opportuniste des entreprises tentant de partager l'information et les installations nécessaires à l'échange et au développement de la technologie peuvent rendre extrêmement coûteuses les transactions nécessaires entre entreprises indépendantes sur le marché si l'on veut ramener à un niveau raisonnable les risques de comportements opportunistes en imposant des contrats d'obligation. Un transfert de technologie réussi entre deux entreprises exige souvent un travail d'équipe rigoureux avec des échanges ciblés entre le vendeur et l'acheteur de la technologie. Dans ce cas, tant l'acheteur que le vendeur de la technologie se trouvent exposés aux risques de l'opportunisme. Par exemple, les vendeurs peuvent craindre que les acheteurs n'accaparent le savoir-faire à bon compte ou l'utilisent de manière imprévue. Les acheteurs peuvent redouter que les vendeurs ne leur apportent pas toute l'assistance nécessaire pour que la technologie fonctionne dans le nouvel environnement, ou bien qu'après en avoir appris suffisamment sur les activités de l'acheteur pour pouvoir réussir le transfert de technologie, le vendeur ne se rétracte et ne décide de prendre pied dans le secteur de l'acheteur, se positionnant alors en concurrent très en pointe sur le plan technologique¹⁶.

Défaillance du marché liée par la littérature en matière d'investissements en TI

Compte tenu des gains de productivité offerts par les TI, ce qu'on a appelé le « paradoxe des technologies de l'information » a fait couler beaucoup d'encre. Comme cette dénomination l'indique, malgré d'importants investissements en TI, la productivité mesurée dans les activités de service n'a pas augmenté en consé-

quence. Les experts, qu'ils appartiennent à des centres de recherche ou à des entreprises, en ont conclu que les études de productivité ont porté de façon trop étroite sur des mesures imparfaites de la productivité, et que la performance globale dans le secteur des services a été bonne. En outre, une grande partie des chiffres récents montre une véritable poussée de la performance du secteur des services même au sens étroit de la productivité. Il est généralement admis que les forces du marché jouent bien en faveur de ce secteur. Même si la technologie évolue rapidement et de façon imprévisible dans les activités de service, des avancées et des gains de productivité sont réalisés; les faux pas sont mineurs par rapport à l'ampleur des bonds en avant.

Cependant, malgré l'optimisme relatif à l'accroissement de la productivité induit par les nouvelles technologies de l'information dans le secteur des services, il est généralement admis à l'heure actuelle que l'évolution rapide de la technologie est source d'une grande incertitude et que le potentiel de gain de productivité ne pourra se réaliser que si les technologies nouvelles sont soigneusement adaptées pour permettre aux prestataires de services de répondre effectivement aux besoins des consommateurs. Ce potentiel de gain de productivité ne devrait pas surprendre. Il faut s'attendre à ce que les difficultés d'acquisition, de développement et de mise en œuvre de la technologie soient particulièrement manifestes dans la plupart des activités de service, et cela pour plusieurs raisons, notamment du fait des défaillances du marché susceptibles d'être importantes en matière de technologie de l'information. La réussite des nouvelles technologies dans le secteur des services exige une étroite coopération des utilisateurs et des pourvoyeurs de la technologie (qu'il s'agisse d'une entreprise industrielle ou d'une entreprise de services qui intègre les nouvelles technologies et les présente de sorte qu'elles répondent aux besoins de clients spécifiques dans le secteur des services), pour s'accorder sur le mode d'acquisition de la technologie, puis pour faire en sorte que la technologie acquise fonctionne bien dans les entreprises de services. En outre, pour que ces dernières acquièrent la technologie et que les intégrateurs de services fournissent les nouvelles technologies, il faut expérimenter les technologies nouvelles, évaluer la performance technologique et la compatibilité des technologies nouvelles avec d'autres technologies avec lesquelles elles doivent entrer en interaction, et former toutes les personnes concernées.

Tous ces besoins et difficultés sont subordonnés à l'élaboration de normes de performance et de compatibilité des technologies. Dans un système de marché dans lequel les pouvoirs publics n'ont pas réussi à mettre en place une infrastructure appropriée pour soutenir la science et la technologie, les obstacles à la technologie risquent de se solder par deux types de sous-investissement¹⁷. L'un a une incidence sur la R-D propre, et l'autre sur l'achat et l'utilisation de technologies extérieures. Dans les activités de service, où la technologie dominante est acquise auprès d'autres entreprises, ce second type de défaillance du marché risque d'être le plus répandu et peut se solder par un sous-

investissement et une sous-utilisation des technologies de l'information. Nous apportons une démonstration statistique indirecte de ce type de sous-investissement au chapitre suivant, puis nous utilisons des études de cas pour apporter une preuve directe de sous-investissement.

Ainsi, faute d'une infrastructure appropriée, les marchés ne fourniront pas des investissements suffisants en technologie. La société dans son ensemble souhaiterait davantage d'investissements parce que, de son point de vue, leur valeur serait très supérieure à leur coût. Toutefois, en raison des obstacles à la technologie, le niveau souhaité ne sera pas atteint parce que, du point de vue des entreprises privées, le coût de ces investissements est supérieur à ses bénéfices.

La littérature publiée montre largement qu'il y a des obstacles au développement et à la mise en œuvre des TI dans les activités de service. Comme l'explique Brynjolfsson (1993, p. 67), le paradoxe est le suivant : « alors que la puissance informatique livrée dans l'économie américaine a augmenté de plus de deux ordres de grandeur depuis 1970 ... la productivité, notamment dans le secteur des services, semble avoir stagné. » A propos des obstacles à la technologie évoqués précédemment, il est à craindre que le paradoxe observé ne soit le reflet de l'incapacité du marché à apporter des investissements suffisants en technologie de l'information.

Les revues spécialisées constituent une riche source d'informations sur la technologie dans le secteur des services. Les exemples présentés ci-dessous sont tirés de cette littérature qui traite généralement du risque associé aux TI.

Haber (1995) relate un exemple de risque technique et commercial élevé jouant un rôle d'obstacle à la technologie. Les acheteurs de services en mode de transfert asynchrone (MTA) se heurtent à des difficultés techniques du fait de l'évolution des normes et de la limitation de la fonctionnalité et des services¹⁸. Même si la plupart des sociétés de téléphone proposent MTA, les services sont encore coûteux, ne sont pas disponibles partout et offrent des fonctions limitées. Le fait d'accéder à MTA n'apporte pas grand chose sans la disponibilité de services appropriés pour acheminer voix, images et données ; de plus, les opérateurs ne font que commencer à proposer des fonctions supplémentaires. Du côté de la demande, les utilisateurs de services MTA se heurtent à la complexité résultant de l'évolution des normes et de la limitation des fonctions. La technologie MTA va se perfectionner et gagner du terrain, selon les analystes du secteur, mais il est clair qu'il va falloir résoudre de nombreux problèmes pour que cette technologie soit pleinement exploitable, fiable et intégrable. Il y a donc des risques techniques, et avec le développement concomitant de nombreux produits compatibles, l'acceptation par le marché d'une certaine réussite technique n'est pas assurée, c'est pourquoi il y a aussi des risques commerciaux.

Compte tenu des difficultés d'affectation et du risque commercial qui leur est lié, l'impossibilité d'imputer les droits de propriété intellectuelle peut se solder par

une défaillance du marché. Phillips (1995) s'intéresse aux possibilités de publier sur Internet, et évoque les principaux problèmes à résoudre en ce qui concerne les copyrights et la propriété intellectuelle de l'information. De fait, dans un système informatique, l'information peut être vandalisée, détruite, copiée et détournée à beaucoup plus grande échelle que des documents imprimés, en raison de la facilité de manipulation des documents électroniques. La sécurité tant interne qu'externe est généralement considérée comme un problème de fond par les fournisseurs et les utilisateurs de TI (CMP Media Inc., 1996)¹⁹.

De même que la littérature fournit des exemples de risque et de difficulté d'affectation susceptibles d'être à l'origine d'un sous-investissement en TI par les entreprises de services, elle fait aussi état de l'existence d'obstacles à la mise en œuvre des TI et à la diffusion des technologies nouvelles dans l'ensemble du secteur des services. Par exemple, à propos des possibilités d'utilisation, Kirchner (1995) laisse entendre que les communications entre micro-ordinateurs sont trop compliquées. Certes, le courrier électronique ou l'accès au World Wide Web sont désormais moins difficiles, mais la plupart des utilisateurs n'ont pas encore la possibilité de faire un usage courant de ces services. De même, Means (1995) met l'accent sur le fait qu'avec les réseaux il faut que les technologies de l'information soient compatibles. Il observe que, pour gérer la facturation de la prolifération de produits offerts par les opérateurs du câble et du téléphone, il faut que les systèmes d'exploitation interactifs à large bande puissent entrer en interfonctionnement avec d'autres composants de réseau tels que des systèmes de gestion de réseau, divers types de boîtiers de contrôle et d'autres serveurs de base de données. Wilken (1995) rapporte qu'en mettant à la disposition du secteur de l'imprimerie le service SMDS (*Switched Multimegabit Data Service*), les opérateurs régionaux de Bell offrent entre autres choses une flexibilité dont les sociétés d'imprimerie ont besoin pour mettre en place les futures applications puisque SMDS peut être intégré dans le cadre existant avec les technologies du RNIS et avec les technologies émergentes telles que le mode de transfert asynchrone (MTA). Toujours à ce propos, Levitt (1995) soutient que le RNIS vaut vraiment le coût supplémentaire par rapport à l'ancien service téléphonique parce que, notamment, il est plus fiable. Enfin, Flint (1995) s'intéresse aux questions de sécurité dans la billetterie électronique des compagnies aériennes. A cet égard, les principaux obstacles sont la résistance des passagers, les problèmes d'accès/sécurité des aéroports et la protection contre la fraude.

Preuve statistique des défaillances du marché en matière d'investissements en TI

La série de données de Brynjolfsson-Hitt, probablement la plus complète et la plus couramment mentionnée à propos des investissements en technologies

de l'information, est un panel assez bien équilibré couvrant les activités de service, par année (1987-94)²⁰. Par le biais d'enquêtes, d'entretiens et d'autres sources, Brynjolfsson et Hitt ont recueilli des informations détaillées sur les investissements en TI au niveau de l'entreprise, et ont rapproché ces données d'autres données financières et de production (en prenant Compustat comme source primaire).

Nous reprenons ici la série de données de Brynjolfsson-Hitt pour rechercher, d'une manière plus systématique, des preuves d'un sous-investissement en TI dans les activités de service. A cet effet, nous partons d'estimations résultant d'un modèle de régression linéaire de la forme :

$$\ln(VA) = \ln(A) + \Xi_0 \ln(L) + \Xi_1 \ln(ITK) + \Xi_2 \ln(NITK) + \varepsilon \quad (1)$$

où VA représente la valeur ajoutée, L représente la main-d'œuvre mesurée en nombre d'employés équivalents plein-temps, ITK représente le stock de capital en technologies de l'information, NITK représente le stock de capital en technologies autres que les technologies de l'information et ε est un terme d'erreur aléatoire introduit à des fins d'estimation. Par définition, le stock de capital associé à chaque entreprise dans l'échantillon K est égal à la somme de capital de technologies de l'information et de technologies autres que les technologies de l'information, soit : $K = ITK + NITK$.

Le tableau 5 présente les résultats de la régression à partir de notre estimation de l'équation (1). Non seulement le coefficient estimé sur $\ln(ITK)$ est positif et important, mais les résultats indiquent qu'un investissement de 1 dollar EU en capital de TI contribue sensiblement davantage à la valeur ajoutée qu'un investissement de 1 dollar EU en capital de technologies autres que les technologies de l'information, toutes choses étant égales par ailleurs²¹. Le produit marginal calculé du capital de TI, sur la base des résultats de la régression présentés au tableau 5, est de 1.96 contre 0.11 pour le capital de technologies autres que les TI. Ainsi, 1 dollar EU investi en TI rend 1.96 dollar EU à chaque période et, s'il n'y avait pas d'amortissement, ce rendement pourrait se continuer à perpétuité; dans la littérature, ce résultat est souvent évoqué comme la preuve que le taux de rendement estimé moyen du capital en TI dans des entreprises appartenant au secteur des services est de 196 pour cent. Le taux de rendement estimé correspondant pour les technologies autres que les TI est de 11 pour cent.

Faute d'information sur le rendement à long terme de l'investissement en TI et sur l'amortissement des TI, on ne peut pas affirmer qu'un taux de rendement de 196 pour cent est ou non intéressant. Si le taux de rendement brut de 196 pour cent est supérieur au rendement concurrentiel, alors les résultats présentés au tableau 5 corroborent ce que dit la littérature : les entreprises du secteur des services semblent sous-investir en TI. Comparé au taux de rendement du capital autofinancé en R-D par les entreprises des secteurs manufacturiers, le taux de 196 pour cent est élevé, probablement quatre fois plus élevé. Bien sûr, un taux de

**Tableau 5. Résultats de la régression
des moindres-carrés à partir de l'équation (1)**

n = 2,247

Variable	Coefficient estimé (t-statistique)
ln(L)	0.69 (65.33)
ln(ITK)	0.03 (4.82)
ln(NITK)	0.21 (21.67)
Valeurs fictives du secteur	Oui
Valeurs fictives du temps	Oui
R ²	0.93

Source : Auteur.

196 pour cent est supérieur au taux limite auquel se réfèrent la plupart des entreprises privées pour leur décision d'investissement en R-D, dans ce cas dix fois plus élevé. Cependant, le capital en TI s'est probablement déprécié plus rapidement que d'autres formes de capital, et le différentiel de taux de rendement n'est, de ce fait, peut-être pas aussi grand qu'il peut sembler de prime abord.

Preuve de la défaillance du marché quant aux investissements en TI apportée par des études de cas

Tout ce qui précède, tiré de la littérature publiée et de nos études économétriques de première main, suggère clairement l'existence d'une défaillance du marché, mais ces outils types de recherche sont limités et ne permettent pas de mettre en évidence les caractéristiques de la défaillance du marché qui pourtant sont nécessaires si l'on veut procéder à une planification politique efficace pour un ITL. Pour véritablement mettre en lumière les différents aspects de la défaillance du marché, il faut disposer d'études de cas. Ce sous-chapitre résume les résultats de quatre études de cas : entreprises conjointes de recherche dans des activités de service, banques de réseau, secteur des loisirs à domicile, et secteur de la santé.

Sauf indication particulière, la plupart des faits présentés schématiquement dans les trois études de cas sectorielles ont été obtenus dans le cadre d'une série d'entretiens par téléphone avec des responsables de la technologie et de l'information de grandes organisations appartenant au secteur des banques de

réseau²², de la santé²³ et des loisirs²⁴. Quelques informations relatives au rôle stratégique des TI dans chacun de ces trois secteurs peuvent provenir de la littérature publiée, mais nous sommes convaincus que le niveau d'analyse nécessaire pour identifier et classer par ordre d'importance les paramètres des défaillances du marché en vue d'une planification stratégique efficace n'est rendu possible que dans le cadre d'un dialogue avec des experts.

Entreprises conjointes de recherche dans les activités de services

Notre analyse des données relatives à l'échantillon de Brynjolfsson-Hitt révèle que le niveau annuel moyen d'investissement en TI par les entreprises participant à des entreprises conjointes de recherche (ECR) est de 2.86 pour cent de la valeur ajoutée, contre 1.98 pour cent de la valeur ajoutée pour l'investissement moyen en TI par des entreprises ne participant pas à des ECR. D'après ce résultat statistique et l'observation de Meltzer (1993, p. 12) sur les activités de service selon laquelle « le développement dans le cadre d'une R-D en collaboration de produits, de services de TI appropriés et d'environnements pour exploiter les connaissances dans ce domaine [est] indispensable pour générer une croissance économique soutenue », nous pensons que certaines entreprises du secteur des services ont peut-être trouvé, par le biais d'une participation à des ECR, une solution partielle interentreprises aux obstacles à la technologie qui se soldent par des sous-investissements ou des sous-utilisations des TI. Autrement dit, s'il existe effectivement un certain nombre d'obstacles à la technologie liés à la défaillance du marché en matière d'investissement en TI, peut-être qu'une partie de ces obstacles pourrait être surmontée par une collaboration dans le cadre d'ECR.

Sur les 561 entreprises conjointes immatriculées auprès du *US Department of Justice* sur toute l'année 1995, 132 relevaient d'activités de service (CITI 39) et 429 d'autres secteurs. Pour savoir parmi ces 132 entreprises conjointes appartenant au secteur des services quelles sont celles qui mènent effectivement de la recherche axée sur les TI, une enquête a été lancée par courrier électronique auprès d'une personne-contact dans chaque entreprise conjointe. Sur les 57 qui ont répondu, 51 appartiennent au secteur des communications. Compte tenu de la prépondérance des ECR de communications dans la population de 132²⁵, et comme nous pensions bien *a priori* que les TI sont indispensables à ce type d'activités, cette part dominante dans le pourcentage des réponses était loin d'être inattendue.

En ce qui concerne la nature générale de la recherche menée par les ECR, sur les 57 qui ont répondu, 56 ont indiqué que l'axe principal de leurs recherches concernait les technologies de l'information. Ce résultat n'est pas non plus surprenant puisqu'une part importante de la littérature publiée traitant du changement technologique dans le secteur des services cite les TI comme la technologie

clé dans le secteur des services. En outre, la 57^e réponse indiquait que les TI arrivaient en second dans les recherches de l'entreprise conjointe.

En ce qui concerne la principale raison justifiant la création de ces entreprises conjointes s'intéressant aux TI, il est facile de classer les réponses ouvertes en six groupes comme le montre le tableau 6. Manifestement, les réponses indiquent que les ECR relevant du secteur des services, notamment de celui des communications, constituent un moyen stratégique pour compléter des recherches ou des compétences techniques. Chacune des entreprises ayant répondu devait aussi sélectionner une réponse parmi une liste proposée expliquant le mieux pourquoi la recherche menée par l'entreprise conjointe ne l'avait pas été de façon individuelle, mais plutôt en collaboration. Le but de cette question était de sonder les raisons d'une défaillance du marché pour expliquer le sous-investissement systématique en TI par les entreprises du secteur des services révélé par notre analyse statistique. Les cinq catégories de réponses correspondent directement aux éléments de risque qui entraînent un sous-investissement en technologie en général, et peut-être en TI en particulier. Comme le montre le tableau 7, la catégorie de réponse la plus fréquente était « aucun partenaire n'avait les compétences techniques requises en interne pour entreprendre seul la recherche ». Aucune réponse dominante de second rang ne se détache. De toute évidence, la réponse la plus fréquente, indiquée par le tableau 7, fournit la même information que la réponse la plus fréquente indiquée au tableau 6.

Parmi les personnes ayant répondu, 18 ont accepté de participer à un entretien de suivi par téléphone. Au cours de ces entretiens, nous avons appris que la compétence technique recherchée par le biais de l'entreprise conjointe concernait très majoritairement le capital humain, par opposition au capital technique. La complexité de la recherche en TI nécessitait une masse de capital humain dont ne disposait aucun partenaire à lui seul. Nous avons également appris que la

Tableau 6. Réponses à l'enquête indiquant la principale raison de la création de l'entreprise conjointe

Réponse	Fréquence
Compléter une recherche ou acquérir des compétences techniques	45
Réduire le délai de mise sur le marché	6
Prendre pied sur de nouveaux segments de marché	3
Réduire les coûts de recherche	1
Poursuivre une forme stratégique de R-D interne	1
Absence de réponse	1
	<u>57</u>

Tableau 7. Réponses à l'enquête indiquant la principale explication de la raison pour laquelle la recherche, objet de l'entreprise conjointe, a été entreprise en collaboration

Réponse	Fréquence
Le risque technique de l'activité de recherche était supérieur à ce que l'un des partenaires pouvait accepter.	3
L'intensité de capital requise pour mener à bien la recherche était trop forte financièrement pour que le projet puisse être rentable pour un seul partenaire.	3
Même si elle se soldait par un succès, la recherche arriverait tard sur le marché, et le projet était donc considéré comme non rentable pour un seul partenaire.	2
Aucun partenaire ne pensait pouvoir tirer un montant suffisant des résultats de la recherche pour rendre le projet rentable.	2
Aucun partenaire ne disposait des compétences techniques requises en interne pour mener à bien la recherche à lui seul.	47
	<u>57</u>

majeure partie de la R-D effectuée dans les entreprises partenaires était axée sur les TI. En d'autres termes, d'après ces quelques observations, il semble que les entreprises participant à une recherche en collaboration dans le domaine des TI mènent aussi une recherche de ce type de façon indépendante. Ce résultat préliminaire pourrait laisser penser que l'activité de recherche des ECR vient plus compléter que remplacer la R-D interne. Les personnes interrogées n'ont pas exprimé d'opinion quant à l'objet de la R-D menée par les autres partenaires.

L'entretien téléphonique de suivi a été consacré à la mise en évidence des caractéristiques de la recherche menée en matière de TI. Chacune des 18 entreprises appartenant au secteur des télécommunications durent classer cinq attributs applicables aux résultats prévisionnels de la recherche de leur ECR. Ces cinq attributs étaient : usage, interopérabilité, adaptabilité, fiabilité et sécurité. En d'autres termes, comme cela a été expliqué à chacune des personnes interrogées, si les résultats prévisionnels de la recherche de la ECR étaient principalement liés à des questions d'interopérabilité (à titre d'exemple), dans ce cas l'interopérabilité est classée en « 1 » ; si aucun aspect de la recherche de l'ECR ne concerne l'adaptabilité (encore à titre d'exemple), alors l'adaptabilité est classée en « 5 ». Il était recommandé à chaque personne interrogée de ne pas tenir compte des liens éventuels entre ces attributs.

Le tableau 8 montre la répartition des réponses selon ce classement. Cette répartition est intéressante même si 18 réponses ne constituent qu'un échantillon bien petit et certainement pas représentatif de la recherche en collaboration dans le secteur des services axée sur les technologies de l'information. L'interopérabilité et la fiabilité sont les attributs les plus souvent cités. En raison de la nature de la technologie des communications et de ses interrelations avec le logiciel et le

Tableau 8. Réponses sur l'importance relative des attributs des TI résultant de la recherche des ECR

Attributs	Classement moyen
Usage	4.9
Interopérabilité	1.4
Adaptabilité	3.2
Fiabilité	1.7
Sécurité	3.8

matériel informatique, nous pensions *a priori* que l'interopérabilité serait classée numéro un.

En résumé, ce qui revient peut-être à généraliser, alors que l'échantillon observé est très réduit, est que les informations rapportées par les partenaires des ECR sont objectives, les entreprises appartenant au secteur des services (ou en tout cas appartenant au secteur des communications) semblent participer à des activités en collaboration portant précisément sur les technologies de l'information, et des structures d'entreprises conjointes sont créées parce que les partenaires ne disposent pas individuellement des compétences techniques suffisantes (capital humain en particulier) pour mener la recherche isolément. De même, la recherche menée dans ces entreprises conjointes porte surtout sur des questions d'interopérabilité et de fiabilité liées aux TI plus que sur des questions d'usage, d'adaptabilité ou de sécurité. Si l'aspect risque évoqué précédemment constitue un obstacle à la technologie se soldant par un sous-investissement ou une sous-utilisation des TI par les entreprises du secteur des services, les résultats de cette série d'entretiens révèlent que ces entreprises parviennent dans une certaine mesure à vaincre ces obstacles par le biais d'une collaboration inter-entreprises. En particulier, les entreprises du secteur des services recourent d'elles-mêmes aux mécanismes des ECR pour acquérir le capital humain approprié nécessaire pour mener à bien leur recherche en matière de TI. Ce résultat correspond très étroitement à notre huitième facteur d'obstacles à la technologie. Les ECR sont un moyen de réduire les coûts et les risques en partageant un savoir-faire entre plusieurs entreprises indépendantes.

Analyse du secteur des banques de réseau

L'environnement réglementaire du secteur bancaire a commencé à s'assouplir à la fin des années 70. La concurrence s'est accrue, entraînant une consolidation, une restructuration du portefeuille d'activités, un changement d'attitude à l'égard du crédit à la consommation et une augmentation considérable des investissements en technologie pour rendre plus économiques les pratiques bancaires.

Les analystes de ce secteur affirment que les dépenses non productrices d'intérêt sont un facteur concurrentiel clé de la dynamique du secteur bancaire²⁶. Les dépenses en informatique appartiennent à la catégorie des dépenses non productrices d'intérêts qui a crû le plus rapidement, avec les guichets automatiques bancaires (GAB) – dont le nombre est passé de 13 800 en 1979 à 109 080 en 1994 – qui se sont imposés comme l'investissement le plus évident²⁷. Toutefois, on peut citer des exemples plus généraux d'utilisation de l'informatique, notamment la possibilité pour une banque de donner, sur demande, la position globale d'un client institutionnel ou de transférer des fonds entre plusieurs comptes. Manifestement, avec ces types d'investissement, les banques peuvent créer de la valeur.

Aujourd'hui, le secteur bancaire en est au stade de l'absorption de la technologie qui a une incidence directe sur l'interface entre la banque et ses clients. Selon une estimation, près de 33 pour cent des investissements en TI du secteur bancaire concernent la prestation de services au client²⁸. Ce pourcentage est supérieur à celui de tout autre catégorie de dépenses en TI, qu'il s'agisse des centres de données, des systèmes départementaux ou des télécommunications.

Les investissements en technologie informatique ont été importants, mais les observateurs de ce secteur relèvent que les banques ne font que commencer à exploiter le potentiel des technologies actuelles et en gestation pour faciliter la transition vers des activités de plus en plus pilotées par les clients. Par exemple, 300 banques seulement, sur un parc de plus 8 000, disposent à l'heure actuelle d'un site Internet. En outre, alors que le nombre de banques sans guichet devrait croître rapidement dans les quelques années à venir, la confiance des clients en général, et les préoccupations en matière de sécurité en particulier, limitent à un nombre relativement faible les banques qui effectivement proposent un service électronique. D'après le Bank Administration Institute (1995), 58 pour cent des clients dialoguent avec leur banque à distance par téléphone et par courrier, 32 pour cent se rendent en personne dans une agence ou utilisent un GAB, et 10 pour cent seulement dialoguent par voie électronique. La situation commence à changer, les banques semblant orienter une grande partie de leurs initiatives en matière de TI vers l'interface-client capable de sauvegarder la confiance des clients, tout en élargissant la position relative du segment banque grand public à l'intérieur du plus large secteur des services financiers.

Les activités de banques de réseau sont extrêmement fragmentées. On le voit d'emblée avec les milliers de banques indépendantes qui subsistent encore après des années de consolidation du secteur. Dans nos entretiens avec les responsables des technologies de l'information dans le secteur bancaire, la fragmentation et une culture sectorielle restée à l'écart des stratégies de coopération étaient des sujets couramment abordés. Cette nature fragmentaire complique la réponse de ce secteur aux graves défis concurrentiels lancés par l'arrivée sur un

marché historiquement desservi par les banques d'établissements financiers non bancaires tels que les sociétés d'exploitation de cartes de crédit, et d'établissements non financiers tels que les éditeurs de logiciels.

Ce défi concurrentiel – dénommé « désintermédiation » par les membres du secteur bancaire – est pris très au sérieux par les acteurs de ce secteur. Certains proclament que le secteur doit « réagir ou mourir », mais d'autres reconnaissent la perte de part de marché au profit des établissements non bancaires tout en désignant la croissance phénoménale de ces marchés comme un signe positif pour les banques²⁹. Ce défi arrive au moment où le secteur bancaire aborde une nouvelle phase de son exploitation des TI.

A l'aide des nouvelles technologies de l'information et des communications, les banques tentent de réorienter leurs efforts vers les clients. Cela exige la mise en œuvre de nouvelles compétences, comme la garantie d'une véritable sécurité des activités bancaires électroniques sur Internet, ainsi que la réorientation et la transformation des compétences et des systèmes existants comme le développement de modèles mathématiques plus précis pour prédire les risques. Comme le remarquent Steiner et Teixeria (1990, p. 192) : « le monde de la technologie actuelle pose une profusion de problèmes et de questions qui ne sont pas encore résolus. La technologie actuelle est si complexe, et offre déjà tellement d'options, que les banques en sont submergées. »

Curieusement, aucun des experts bancaires que nous avons interrogés n'a parlé de ce qu'on pourrait appeler un « plan technologie » pour le secteur. Nous pouvons faire état de visions personnelles de la technologie chez quelques individus, mais le secteur dans son ensemble n'a pas encore réussi à réunir un consensus quant à ses objectifs technologiques.

Suite aux entretiens que nous avons eus avec des experts au sein du ITL au NIST, nous avons dressé une liste des technologies générales censées être pertinentes pour les activités de service. Cette liste, également évoquée dans les études de cas sur les loisirs et la santé, se décompose en cinq grandes parties : la sécurité informatique, les interfaces utilisateur et l'accès à l'information, les réseaux, les logiciels et la science informatique. Lorsque nous avons discuté de cette liste avec des experts en TI du secteur bancaire, sept domaines technologiques spécifiques se sont détachés, considérés comme cruciaux pour atteindre leurs objectifs en TI : *i*) supervision et contrôle des grandes réseaux ; *ii*) décodeurs pour TV interactive ; *iii*) conception de logiciels et de matériel pour la reconnaissance de la parole ; *iv*) application de commerce électronique ; *v*) banques de données distribuées ; *vi*) normes de cryptographie ; et *vii*) murs d'images et outils exploitant Internet. Lorsque nous avons parlé des obstacles possibles à la mise en œuvre de ces technologies, deux points ont été évoqués. Premièrement, le secteur bancaire n'est pas très au fait de l'état de l'art en TI et, deuxièmement, il reste de nombreux problèmes d'intégration de réseaux et de systèmes à analyser

et à résoudre. Ces deux préoccupations majeures touchent tout le secteur bancaire et rejoignent la logique de la défaillance du marché qui entraîne un sous-investissement et une sous-utilisation de la technologie.

Si nous devons citer des éléments de risque qui nous semblent être la cause première de la défaillance observée du marché dans le secteur bancaire, nous mentionnerions le risque commercial élevé (tout en ayant bien conscience que les éléments de risque énumérés précédemment qui mènent à une défaillance du marché sont étroitement liés entre eux). Nous pensons que les responsables de la technologie ont du mal à voir au-delà d'une échéance à 18 mois. Le tableau qui se dessine est celui d'un environnement de planification des investissements en technologie rempli d'incertitude et de risque qui rendent les problèmes technologiques à long terme très difficiles à repérer, même s'il est moins difficile de le planifier et d'y affecter des ressources suffisantes. A l'origine de cette perception d'un risque commercial élevé, se trouve ce que nous appelons l'insuffisance de l'information, c'est-à-dire le manque d'information sur les possibilités des éléments existants de TI, l'acceptation des services bancaires informatisés par les consommateurs et l'incertitude liée aux options de TI à l'avenir. Ainsi, même si les responsables savent quelles sont les innovations qui seront techniquement suffisantes par elles-mêmes, ils ne savent pas si ces innovations seront celles que le marché acceptera dans un réseau sûr, fiable et interconnectable. Il semble qu'il y ait aussi des incertitudes quant à l'usage de la technologie – préoccupation implicite dans l'intérêt manifesté pour les décodeurs de TV interactive. L'adaptabilité fait l'objet d'une autre préoccupation implicite, car une technologie plus adaptable pourrait atténuer les craintes au niveau de la planification.

En résumé, les banques voient dans les TI une réponse concurrentielle à un secteur en restructuration pour répondre aux besoins des consommateurs. Toutefois, les banques sous-investissent et sous-utilisent la technologie à cause du risque technique élevé et des coûts de transaction élevés qui s'y rattachent, comme en témoigne le fait qu'une des préoccupations majeures est l'interopérabilité des éléments de TI nécessaires pour fournir des services bancaires électroniques aux clients.

Analyse du secteur de la santé

Tout comme le secteur bancaire, le secteur de la santé traverse une période de restructuration en profondeur. Dans le secteur de la santé, cette restructuration est due principalement aux pressions exercées pour contenir les coûts en recourant au progrès technologique sans nuire à la qualité du service. Ces mutations ont été rendues possible par l'adoption des nouvelles technologies de l'information. Selon l'Office of Technology Assessment (1995, p. 111) : « les technologies de l'information transforment la manière dont les soins sont dispensés. Des innovations telles que le suivi informatique des données relatives aux patients, les

systèmes d'information hospitaliers, les outils informatiques d'aide à la décision, les réseaux d'information médicale, la médecine à distance et les nouvelles manières de diffuser des informations médicales aux usagers commencent à avoir une incidence sur le coût, la qualité et l'accès des services de santé. »

Cependant, comparé au succès des applications médicales autonomes des TI, le domaine de la santé a été lent à recourir aux TI dans ses activités non financières en général. A notre avis, ce n'est pas un accident mais plutôt la manifestation d'obstacles à la technologie qui se manifestent lorsqu'il y a des risques techniques et commerciaux. Les applications médicales discrètes et relativement pointues qui peuvent être concrétisées par un équipement spécifique autonome utilisable par un médecin hospitalier risquent beaucoup moins de se heurter à des obstacles technologiques que les systèmes intégrés destinés à être utilisés dans un réseau administrativement complexe.

Le secteur de la santé est encore plus fragmenté que le secteur bancaire, et la tendance actuelle est en faveur d'une intégration verticale et horizontale des différentes parties du secteur. Selon l'Office of Technology Assessment (1995, p. 6) les fusions et acquisitions, les entreprises conjointes et les contrats de partenariat peuvent permettre de mettre en place un « système intégré ... qui réunisse hôpitaux, fournisseurs de soins primaires, infirmeries, prestataires de soins à domicile, pharmacies et autres services en un seul et même système. »

Le noyau du défi lancé au secteur de la santé est la nécessité de développer la substance du produit santé et les modes organisationnels de sa livraison en même temps que se développent les nouvelles TI, et dans le contexte de ces nouvelles technologies. L'idée même que les TI vont rapidement contribuer à contenir les coûts de la santé pose un problème en profondeur.

Il ressort de nos entretiens avec les responsables de la technologie ou de l'information dans des grands établissements de soins que ceux-ci se trouvent confrontés à l'évolution rapide des technologies nouvelles dans le cadre de groupes de recherche interne, de développement, d'essais et d'évaluation. Au moins 80 pour cent du temps de ces groupes de 15 à 25 personnes est consacré à la planification stratégique, à la recherche en matière de TI émergente, à des projets pilotes et d'expérimentation concernant les TI, à la recherche de nouveaux fournisseurs de TI, ainsi qu'à l'évaluation et aux essais. Ces activités sont principalement applicatives, contrairement aux activités de développement technologique menées par les départements de R-D dans le secteur manufacturier. Nous pensons que ces groupes travaillent comme des commissions d'orientation technologique ciblées sur leurs applications des TI, alors que l'effort mené à l'échelle de tout le secteur, et portant sur des grands axes technologiques, vise à l'élaboration de normes : par exemple, la normalisation de la terminologie médicale.

Dans le cadre de nos entretiens avec des experts de la santé sur la liste technologique du ITL, sept domaines technologiques précis se sont dégagés, avec une valeur cruciale pour la réalisation des objectifs fixés en matière de TI : *i)* firewalls et outils Internet; *ii)* sécurité du WWW et de Ipv6; *iii)* élaboration et pilotage d'une politique de sécurité d'Internet; *iv)* techniques de manipulation d'informations textuelles non structurées; *v)* méthodes de visualisation pour l'accès, la manipulation et l'échange d'informations visuelles complexes; *vi)* adaptation du réseau; et *vii)* gestion des systèmes. Dans le cadre de nos discussions sur les obstacles potentiels à la mise en œuvre, ou dans certains cas au développement de ces technologies, deux points se sont nettement dégagés. Premièrement, les technologies doivent être utilisables; et deuxièmement, les technologies doivent être fiables. Même si la technologie souhaitée existe déjà largement sur le marché, elle n'est pas considérée comme utilisable ou fiable par les experts en TI du secteur de la santé, et cela pour des raisons diverses. On peut aisément imaginer ces raisons. Les problèmes de recueil, de transmission et de stockage des données posés par les TI sont énormes. Selon les propres termes d'un responsable des technologies de l'information : « nos services financiers sont automatisés depuis plusieurs dizaines d'années, c'est pourquoi une partie de nos TI sont en pleine phase de maturité. En revanche, les systèmes de nos clients en sont encore beaucoup aux formulaires papier. A mon avis, il faudrait une sorte de réseau rien que pour l'acheminement des formulaires. Dans un hôpital, nous acheminons 4 000 dossiers [papier] de patients par jour, et ces formulaires augmentent de huit mètres linéaires par semaine. La politique d'archivage vaut à l'infini, c'est pourquoi cela nous pose un gros problème. » Pour que la mise en œuvre de TI susceptibles de contenir les coûts dans des établissements de santé puisse donner les résultats attendus, il faut pouvoir assurer une interconnection dans un grand nombre d'établissements, tant avec une organisation mère qu'entre organismes indépendants tels que fournisseurs et assureurs.

En moyenne, les personnes que nous avons interrogées dans le secteur de la santé estimaient que si les obstacles à la technologie pouvaient être surmontés, les investissements en TI feraient plus que doubler. Quant au risque, nous sommes convaincus que les établissements de santé sous-investissent et sous-utilisent les TI parce que les fabricants de TI ont eux-mêmes sous-investi dans le développement de technologies appropriées parce que le marché potentiel de la santé, même s'il est vaste, n'est pas encore structuré. Les investisseurs ne voient pas encore comment en tirer des profits économiques, comme en témoigne le fait que les établissements de santé travaillent en collaboration avec les fabricants de TI pour développer des produits répondant à leurs besoins. Avec le temps, les fabricants de TI verront peut-être les choses autrement lorsque le secteur de la santé se consolidera et structurera mieux ses besoins en TI. En conséquence, et pour résumer, il n'est guère surprenant que les possibilités d'utilisation figurent en premier dans la liste des priorités en matière de TI.

Analyse du secteur des loisirs à domicile

Comme beaucoup d'activités de service, le secteur des loisirs à domicile se trouve transformé par les technologies de l'information. En fait, le développement et la mise en œuvre des TI ont une incidence sur la nature concurrentielle de beaucoup d'activités participant à la production et à la livraison de loisirs à domicile. La dynamique fondamentale est une dynamique de convergence technologique et sectorielle. Les fournisseurs de contenu ont fusionné avec les exploitants du câble; les diffuseurs classiques ont fusionné avec de grands fournisseurs de contenu et cherchent de plus en plus à participer à la diffusion par câble et par Internet; les exploitants du câble et les sociétés de téléphone cherchent à desservir leurs marchés traditionnels réciproques tant pour la télévision par câble que pour le téléphone.

Les turbulences que cette convergence crée sur le marché et les implications de l'apparition d'incertitudes susceptibles de conduire à sous-investissement en TI se trouvent brièvement résumées dans ce qu'on a appelé le « Negroponte Switch » : ce qui passe par la voie des airs – principalement la télévision – va bientôt passer par câble (notamment fibres optiques) et ce qui passe notamment par câble – principalement le téléphone – va massivement emprunter la voie des airs³⁰. Les activités qui sont de longue date des piliers des loisirs à domicile cèdent du terrain au profit d'activités ancrées dans les technologies numériques, et les activités longtemps considérées comme distinctes se rapprochent désormais pour fournir des services multiples d'informations et de loisirs.

La question sans doute la plus importante pour le secteur des loisirs à domicile est son positionnement stratégique à l'égard de cette convergence technologique et sectorielle. Il semble que les entreprises se positionnent horizontalement (dans tous les modes de livraison tels que faisceau hertzien, satellite, câble et Internet) mais aussi verticalement (du contenu à la livraison) par le biais de fusions et d'alliances afin de tirer parti de la largeur de bande disponible, qui est de plus en plus grande. Il est certain que pour tous ceux qui livrent du contenu à domicile, la concurrence pour accaparer les dollars de la publicité est un des aspects les plus importants. Mais un problème technologique plus profond se pose derrière cet aspect concurrentiel, c'est la disparition de la rareté des bandes de fréquence disponibles au profit d'une surabondance de largeur de bande, rendue principalement possible par l'adoption des fibres optiques qui accroissent effectivement la capacité de transport de signaux.

Même si rien ne prouve que ce secteur se comporte en fonction d'un schéma technologique, il est largement admis que le développement de nouveaux services d'information et de loisirs se fera sur deux larges fronts associés à deux familles d'interface utilisateur : la télévision et les technologies qui s'y rattachent (par exemple, décodeurs et lecteurs de CD multimédia), et accès à l'information par l'intermédiaire d'un micro-ordinateur. Cependant, il est aussi couramment

admis que, dans un avenir proche, les ordinateurs et les appareils distribuant du loisir continueront à se développer au sein de familles numériques séparées mais connexes, et ne fusionneront pas tout de suite en une seule et même famille. Il est néanmoins probable que cette fusion des deux familles dans ce qu'on pourrait appeler des « consoles d'information » ou « orditélé » se réalisera, mais les experts du secteur considèrent que ce ne sera pas avant dix ans maintenant. On sait déjà dans le secteur de l'électronique grand public que les produits orientés vers les loisirs ne se vendront pas s'ils ressemblent trop à des ordinateurs.

Lors de nos entretiens avec des experts du secteur des loisirs à domicile à propos de la liste des technologies de l'ITL, trois domaines technologiques précis se sont dégagés, se présentant comme cruciaux pour la réalisation des objectifs fixés en ce qui concerne les TI : *i)* serveurs vidéo; *ii)* décodeurs pour TV interactive; et *iii)* murs d'images et outils exploitant Internet. A propos des obstacles potentiels à la mise en œuvre de ces technologies, les principales préoccupations concernaient les points de l'interopérabilité et des possibilités d'utilisation. Ces préoccupations étaient prévisibles puisque les loisirs à domicile rejoignent tout à fait les communications et l'information et, à ce titre, pour que les systèmes soient acceptés par les consommateurs, il faut qu'ils puissent fonctionner ensemble dans la maison et être d'utilisation facile.

Comme dans le cas du secteur bancaire et du secteur de la santé, les sociétés de loisirs sous-investissent et sous-utilisent les TI en raison du risque. En moyenne, les personnes que nous avons interrogées dans le secteur des loisirs estimaient que les investissements en TI feraient plus que tripler si les obstacles à la technologie disparaissaient. Comme dans le cas du secteur de la santé, il semble que tant que le secteur des loisirs à domicile n'évoluera pas et ne coordonnera pas mieux ses besoins en technologie, les producteurs de TI seront confrontés à un risque commercial élevé les incitant à sous-investir en R-D dans ce domaine. Par ailleurs, tout comme dans le secteur bancaire, le principal attribut que citent les entreprises de loisirs est l'interopérabilité, comme on pouvait s'y attendre du fait de l'interface directe entre le prestataire de services et le consommateur.

V. VERS UNE NOUVELLE APPROCHE DE LA PLANIFICATION STRATÉGIQUE

Avant d'élaborer une politique spécifique relative aux investissements dans la technologie par les entreprises de services et à la R-D menée par les entreprises de services, il serait raisonnable d'attendre que l'Information Technology

Laboratory tente de remplir sa mission de conseil technique en technologies infrastructurelles fondamentales. De plus, on sait que ces technologies infrastructurelles ont des attributs qui, par nature, ont un caractère public.

Avant de se lancer dans une mission de recherche fondée sur l'hypothèse que les entreprises de services ont toutes besoin du même apport infrastructurel, il pourrait être intéressant, à notre avis, que l'ITL se penche sur les résultats du présent projet de planification stratégique. De fait, dans la conclusion de notre étude du secteur des services faisant appel aux technologies de pointe aux États-Unis, nous disons que beaucoup d'éléments corroborent l'idée que les activités de services sous-investissent et sous-utilisent les TI à cause d'une défaillance du marché. En nous référant à des études de cas détaillées, nous affirmons que cette défaillance du marché est due à des risques techniques et commerciaux.

Plus précisément, comme le récapitule le tableau 9, nous avons identifié non seulement les éléments de risque qui sont à l'origine de la défaillance du marché mais aussi les attributs technologiques précis que les experts des secteurs étudiés considèrent comme nécessaires pour maîtriser ces éléments de risque. En conséquence, compte tenu du fait que l'on dispose d'une preuve quantifiable de la défaillance du marché et, en conséquence, que le rôle des pouvoirs publics se justifie, l'ITL, dans le cadre de sa mission d'aide à l'infrastructure, devrait lancer une étude générique et contribuer à l'élaboration de normes concernant : les possibilités d'utilisation et la sécurité de technologies identifiées dans le secteur des banques de réseau, les possibilités d'utilisation et la fiabilité de technologies identifiées dans le secteur de la santé, et l'interopérabilité et les possibilités d'utilisation de technologies identifiées dans le secteur des loisirs à domicile.

En conclusion, si la politique publique américaine veut parvenir à encourager une plus grande activité d'innovation, il est impératif, à des fins de planification de la technologie, de comprendre le rôle de la technologie dans le secteur de l'économie le plus vaste et celui sans doute qui connaît la croissance la plus rapide, à savoir le secteur des services. Plus précisément, il est indispensable que ceux qui élaborent la politique comprennent les sources et les utilisations des TI dans le secteur des services, ainsi que le rôle d'appui de la R-D dans l'adoption et l'utilisation des TI. Si la politique doit viser à encourager non seulement l'investissement dans les TI, mais aussi une utilisation plus efficace des TI dans les activités de services, contribuant ainsi à promouvoir les gains de productivité et la compétitivité globale du secteur, il faut que ceux qui la formulent comprennent quels sont les éléments d'infrastructure des TI qui sont susceptibles de stimuler tant le développement du secteur manufacturier que la mise en œuvre des TI dans le secteur des services, ainsi que la mesure dans laquelle il y a sous-investissement dans ces éléments d'infrastructure. A notre avis, le projet décrit

Tableau 9. **Schéma pour une planification stratégique des technologies de l'information**

Secteur	Aspects de la défaillance du marché	Attributs
Banques de réseau	Un risque commercial élevé concernant les TI est perçu par les banques utilisatrices des TI, en conséquence les banques sous-investissent dans les TI.	Possibilité d'utilisation et sécurité concernant : <i>i)</i> supervision et contrôle des grands réseaux; <i>ii)</i> décodeurs pour TV interactive; <i>iii)</i> conception de logiciels et de matériel de reconnaissance de la parole; <i>iv)</i> applications de commerce électronique; <i>v)</i> bases de données distribuées; <i>vi)</i> normes de cryptographie; et <i>vii)</i> « firewalls » et outils Internet.
Santé	Le marché des produits et services de santé faisant appel aux TI est considéré par les fabricants comme si vaste qu'ils ne voient pas encore où pourraient se faire des investissements rentables, ni comment les organiser.	Possibilité d'utilisation et fiabilité concernant : <i>i)</i> « firewalls » et outils Internet; <i>ii)</i> sécurité du WWW et de l'IPv6; <i>iii)</i> élaboration d'une politique de sécurité d'Internet; <i>iv)</i> techniques de manipulation d'informations textuelles non structurées; <i>v)</i> méthodes de visualisation pour l'accès, la manipulation et l'échange d'informations visuelles complexes; <i>vi)</i> adaptation du réseau; et <i>vii)</i> gestion des systèmes.
Loisirs à domicile	Le risque technique et commercial lié à l'association de plusieurs technologies qu'exige l'évolution du secteur des loisirs conduit les fabricants à sous-investir dans la R-D dans ce domaine.	Interopérabilité et possibilité d'utilisation concernant : <i>i)</i> serveurs vidéo; <i>ii)</i> décodeurs pour TV interactive; et <i>iii)</i> « firewalls » et outils Internet.

Source : Auteur.

dans le présent document est un premier pas vers ce que nous appelons une nouvelle approche de la planification stratégique.

Nous sommes convaincus qu'il faudrait beaucoup plus de recherche – sous la forme d'études de cas – dans le secteur des services avant de pouvoir apporter des réponses définitives sur les besoins technologiques de ce secteur clé. Toutefois, la méthodologie que nous avons élaborée et appliquée dans ce projet nous a convaincus qu'il est possible d'obtenir des informations précises non seulement sur l'ampleur de la défaillance du marché pour l'allocation d'un niveau de res-

sources souhaitable sur le niveau social à la technologie en général (et aux TI en particulier), mais aussi sur les raisons de cette défaillance du marché.

Bien sûr, cet exercice limité ne fournit pas une liste de tous les aspects de la défaillance du marché classés par ordre de priorité, mais il a, peut-être pour la première fois, fait le point des idées sur la manière de mener une planification stratégique pour une économie faisant appel aux technologies de pointe.

NOTES

1. La définition des TI que nous retenons est la suivante : « Les technologies de l'information constituent un ensemble de méthodes et d'outils permettant l'application des technologies des communications et de l'informatique pour acquérir et transformer des données, ainsi que pour présenter et diffuser des informations afin de stimuler l'efficacité de l'entreprise moderne » (ITL, 1996*b*, p. 1).
2. Pour une présentation générale du NIST, voir Link (1996).
3. La fiabilité ne faisait pas partie initialement du plan stratégique de 1995, mais a été ajoutée ultérieurement. Voir aussi National Research Council (1996).
4. Voir Office of the President (1990).
5. L'Office of Management and Budget (1996) souligne aujourd'hui l'importance conceptuelle de l'identification d'une défaillance du marché pour la politique, mais sans apporter de conseils opérationnels.
6. Il est évident qu'un économiste digne de ce nom repère une défaillance du marché quand il en voit une ! Cependant, d'après Coase (1988, p. 19) « la schématisation de l'économie est à coup sûr un exercice qui exige une grande agilité intellectuelle, et qui peut avoir un rôle à jouer dans la formation d'un économiste, mais elle détourne l'attention lorsqu'il s'agit de réfléchir à une politique économique. »
7. A cette fin, un des thèmes de fond de l'Atelier de Vienne est « la nécessité pour les pouvoirs publics de repenser les institutions et les instruments des politiques de la technologie et de l'innovation pour accroître leur impact » (OCDE, 1997, p. 14).
8. Pour plus de détails sur cette analyse, voir Scott (à paraître).
9. Voir Wolfe (1995) et la National Science Foundation (1996).
10. Le US Department of Commerce (1995*a*) montre que CITI 737 et CITI 871 représentent 10.9 pour cent des recettes concernant les « autres services privés » figurant au tableau 2, alors que les « autres services privés » représentent 37.5 pour cent des services privés pour le secteur privé dans son ensemble. Les chiffres de l'emploi tirés du Recensement montrent que CITI 737 et CITI 871 représentent 6.2 pour cent de l'emploi dans les « autres services privés », poste qui représente 44.9 pour cent de l'emploi dans les services privés.
11. Voir Scherer (1984).

12. En première approximation, nous considérons comme normal d'additionner les dépenses en R-D et les dépenses en capital pour obtenir le total des dépenses en nouvelles technologies. En effet, ces deux types de dépenses sont des flux d'investissement qui profitent à des activités de nature à promouvoir la connaissance, et nous cherchons à quantifier ce que le secteur des services dépense pour les nouvelles technologies, ainsi que la fraction de ces dépenses concernant des technologies développées à l'extérieur. Comme nous le verrons plus loin, le coût d'exploitation des TI achetées est souvent supérieur à celui du matériel de TI.
13. Si l'on disposait de données pour tenir compte des technologies achetées autres que les TI, l'estimation de 85 pour cent de technologies importées par les entreprises de services serait dépassée. En conséquence, il ne fait aucun doute que cette estimation de 85 pour cent est une limite extrêmement basse.
14. *InformationWeek* a exprimé un intérêt pour le lancement d'une large enquête auprès d'utilisateurs de TI. Ce magazine a pris contact avec Brynjolfsson et Hitt (1986a) pour concevoir une enquête appropriée. Dans le cadre du projet de planification de l'ITL, nous avons ajouté deux questions à l'enquête. Ces questions sont reprises au tableau 4.
15. Par fonctionnalité, on entend la possibilité pour le matériel ou le logiciel d'exécuter plusieurs tâches.
16. Teece (1980) souligne que lorsque les obstacles au développement et à l'acquisition d'une technologie sont trop importants pour être surmontés par des transactions générales sur le marché, ou par des contrats détaillés précisant les obligations de l'acheteur et du vendeur de la technologie, alors on a recours à une solution interne pour le partage du savoir-faire technologique et humain. Finalement, les organismes acheteurs et vendeurs fusionnent. Sinon, l'acheteur ou le vendeur étend en interne et acquiert une nouvelle ligne d'activité pour permettre le partage interactif entre divisions au sein d'une seule et même entreprise, ce qui permet d'éviter les risques de comportements opportunistes et les coûts de transaction qu'implique toute transaction sur le marché ou par contrat.
17. Teece (1980), Baldwin et Scott (1987) et Tassej (1995) fournissent une présentation générale des obstacles à la technologie vus sous l'angle de la gestion, de l'organisation sectorielle et de la technologie et de la politique publique.
18. MTA est une technologie de transmission de données conçue pour acheminer des données numérisées sur des câbles de cuivre ou à fibres optiques à très haut débit (600 megabits par seconde ou plus). Cette performance est le résultat de la combinaison d'éléments appartenant aux deux grands principes régissant le trafic des télécommunications : la commutation de circuit et la commutation de paquets.
19. On trouve aussi des informations dans la littérature confirmant la défaillance du marché en ce qui concerne la mise en œuvre des TI. A cet égard, le plus intéressant est sans doute une série importante et ambitieuse d'études de cas entreprises par Columbia Business School (1994).
20. Voir Brynjolfsson et Hitt (1996b, 1996c) qui donnent une description plus complète de l'ensemble de données.

21. Les produits marginaux calculés sont égaux au coefficient estimé correspondant multiplié par le ratio de la valeur moyenne de la valeur ajoutée divisé par la valeur moyenne de la variable.
22. Nous avons interrogé les responsables de la technologie des banques et établissements bancaires suivants : ANSI, Bank Administration Institute, Bank of Boston, Bankers Roundtable, Chase Manhattant, Citibank, CommerceNet, Huntington Bank, X9.
23. Nous avons interrogé les responsables de la technologie des entités suivantes : Columbia/HCA, Humana, UniHealth America, Lahey-Hitchcock Clinic, Dartmouth Hitchcock Medical Center et Wisconsin Health Information Network.
24. Nous avons interrogé des représentants des organismes suivants du secteur des loisirs à domicile : ABC, AT&T Wireless, CBS, CNN, NBC, Time Warner Cable, Walt Disney.
25. Sur les 132 ECR appartenant au secteur des services, 100 appartenaient au sous-secteur des communications. Comme le montre le tableau 1, le sous-secteur des communications n'arrive qu'en second dernière le secteur de l'informatique pour le niveau de dépenses en R-D.
26. Voir Steiner et Teixeira (1990).
27. Voir Berger, Kashyap et Scalise (1995).
28. Voir Bank Administration Institute (1995).
29. Voir Berger, Kashyap et Scalise (1995), et Whaling (1996).
30. Voir Gilder (1994). Nicholas Negroponte est le directeur du MIT Media Laboratory.

BIBLIOGRAPHIE

- BALDWIN, William L. et John T. SCOTT (1987), *Market Structure and Technological Change*, Harwood Academic Publishers, Londres.
- BANK ADMINISTRATION INSTITUTE/BOSTON CONSULTING GROUP (1995), *The Information Superhighway and Retail Banking*.
- BERGER, Allen, Anil KASHYAP et Joseph SCALISE (1995), « The Transformation of the US Banking Industry: What a Long, Strange Trip It's Been », *Brookings Papers on Economic Activity*, pp. 55-218.
- BRYNJOLFSSON, Erik (1993), « The Productivity Paradox on Information Technology », *Communications of the ACM*, pp. 67-77.
- BRYNJOLFSSON, Erik et Lorin HITT (1996a), « The Consumer Counts », *Information-Week*, pp. 48-54.
- BRYNJOLFSSON, Erik et Lorin HITT (1996b), « Information Technology, Organizational Architecture and Productivity: Firm Level Evidence », polycopié.
- BRYNJOLFSSON, Erik et Lorin HITT (1996c), « Paradox Lost? Firm-Level Evidence on the Returns to Information Systems Spending », *Management Science*, pp. 123-136.
- CMP MEDIA, INC. (1996), « Internet Vulnerability, Malicious Internal Attacks and Lack of Confidence Are Key Findings », dans *InformationWeek/Ernst and Young Security Survey*, PR Newswire.
- COASE, Ronald H. (1988), *The Firm, the Market, and the Law*, University of Chicago Press, Chicago.
- COLUMBIA BUSINESS SCHOOL (1994), *Studies in Technology and Productivity in the Service Sector*, Columbia Business School Press, New York.
- ECONOMIC REPORT OF THE PRESIDENT* (1994), US Government Printing Office, Washington, DC, février.
- FLINT, Perry (1995), « The Electronic Skyway », *Air Transport World*, janvier, pp. 38-43.
- GILDER, George (1994), *Life After Television: The Coming Transformation of Media and American Life*, W.W. Norton, New York.
- HABER, Lynn (1995), « ATM Aspirations », *Computerworld*, 25 septembre, p. 152.
- INFORMATION TECHNOLOGY LABORATORY (ITL) (1996a), « ITL Strategic Plan: Executive Summary », polycopié, 15 mai.

- INFORMATION TECHNOLOGY LABORATORY (ITL) (1996*b*), « ITL Strategic Plan: Why ITL Exists », polycopié, 15 mai.
- INTERNATIONAL DATA CORPORATION (1996), « Meeting the Challenge of Client-Server Computing: Maximizing Return-on-Investment of Network Computing », *IDC Insight*.
- KIRCHNER, Jake (1995), « PC Communications Are Still a Major Pain », *Communications-Week*, 25 avril, p. 36.
- LEVITT, Jason (1995), « ISDN Takes a Shot at POTS », *InformationWeek*, 15 mai, p. 102.
- LINK, Albert N. (1996), *Evaluating Public Sector Research and Development*, Praeger Publishers, Westport, CT.
- MEANS, Ed. (1995), « Tomorrow's OSS is Here Today », *Telephony*, 20 mars, pp. 104-110.
- MELTZER, Richard J. (1993), « Closing the Technology Gap: Mandate for the '90s », *Research and Technology Management*, septembre-octobre, pp. 8-12.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (1994), *Information Technology in the Service Society: A Twenty-first Century Lever*, National Academy Press, Washington, DC.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (1996), *The Unpredictable Uncertainty: Information Infrastructure Through 2000*, National Academy Press, Washington, DC.
- NATIONAL SCIENCE FOUNDATION (1996), *Research and Development in Industry: 1993*, Government Printing Office, Washington, DC.
- OCDE (1997), « Technologie, productivité et création d'emploi : A la recherche de la politique exemplaire », rapport intérimaire de la Direction de la science, de la technologie et de l'industrie, Paris.
- OFFICE OF THE PRESIDENT (1990), *US Technology Policy*, Executive Office of the President, Washington, DC, 26 septembre.
- OFFICE OF MANAGEMENT AND BUDGET (1996.), « Economic Analysis of Federal Regulations Under Executive Order 12866 », polycopié.
- OFFICE OF TECHNOLOGY ASSESSMENT (OTA) (1995), *Bringing Health Care Online: The Role of Information Technologies*, Government Printing Office, Washington, DC.
- PHILLIPS, John T., Jr. (1995), « Internet Publishing – A Tangled Web? », *Records Management Quarterly*, juillet, pp. 38-42.
- SCHERER, F.M. (1984), *Innovation and Growth: Schumpeterian Perspectives*, The MIT Press, Cambridge, MA.
- SCOTT, John T. (à paraître), « The Service Sector's Acquisition and Development of Information Technology », *Journal of Technology Transfer*.
- STEINER, Thomas et Diego TEIXEIRA (1990), *Technology in Banking*, Dow Jones-Irwin, New York.
- TASSEY, Gregory (1995), « Technology and Economic Growth: Implications for Federal Policy », NIST Planning Report 95-3.
- TEECE, David J. (1980), « Economies of Scope and the Scope of the Enterprise », *Journal of Economic Behavior and Organization*, pp. 223-247.

- US DEPARTMENT OF COMMERCE (1988), *Survey of Current Business*, Government Printing Office, Washington, DC, juillet.
- US DEPARTMENT OF COMMERCE (1994), *Survey of Current Business*, Government Printing Office, Washington, DC, juillet.
- US DEPARTMENT OF COMMERCE (1995a), *1992 Census of Service Industries*, Government Printing Office, Washington, DC, février.
- US DEPARTMENT OF COMMERCE (1995b), *Survey of Current Business*, Government Printing Office, Washington, DC, juillet.
- WHALING, Christopher (1996), « Innovation in the US Retail and Wholesale Banking Sectors », Institute for Policy Studies, polycopié.
- WILKEN, Earl (1995), « SMDS Service Gets Nod », *Graphic Arts Monthly*, juillet, p. 103.
- WOLFE, Raymond (1995), « 1993 Spending Falls for US Industrial R&D, Non-manufacturing Share Increases », *Data Brief*, US National Science Foundation, 4 août.

LES BLOCS DE COMPÉTENCES ET LA POLITIQUE INDUSTRIELLE DANS L'ÉCONOMIE FONDÉE SUR LE SAVOIR

TABLE DES MATIÈRES

Résumé	242
I. Formuler le problème de fond	243
II. L'économie de l'information fondée sur le savoir : son potentiel	248
III. Les acteurs dans le bloc de compétences	252
IV. Comment la croissance intervient-elle?	253
V. La croissance stimulée par la sélection par la concurrence	256
VI. Le rôle du responsable des politiques	258
VII. Analyse de la politique des blocs de compétences dans l'industrie de l'aéronautique et le secteur de la santé	262
VIII. Récapitulation des politiques suivies	269
Notes	273
Bibliographie	276

Cet article a été rédigé par Gunnar Eliasson du Swedish Royal Institute of Technology, Industrial Economics and Management à Stockholm. Il fait la synthèse de plusieurs documents déjà parus et en préparation portant sur l'économie organisée expérimentalement et la croissance stimulée par la sélection par la concurrence (Eliasson, 1996a, 1996c), les blocs de compétences (Eliasson et Eliasson, 1996, en collaboration avec sa fille), l'importance des investisseurs en capital-risque avisés (Eliasson, 1996d), les retombées technologiques (Eliasson, 1996b), la mise en place d'institutions adéquates (Eliasson, 1997a), la dynamique propre du système économique (Eliasson, 1996e) et le passage de données chiffrées au niveau microéconomique à des données chiffrées au niveau macroéconomique au moyen d'une analyse générale de type Salter (Eliasson, 1991).

RÉSUMÉ

Le responsable des politiques est confronté à l'économie qu'il est censé diriger. Cette confrontation a une dimension aussi bien théorique que réelle. Les avis donnés *ex ante* sur l'action à mener et les résultats des décisions politiques sont toujours conditionnés par le modèle théorique dans le cadre duquel les conseils sont formulés et les décisions élaborées. En réalité, la situation est bien sûr quelque peu différente et c'est un avantage lorsque le modèle utilisé pour analyser les politiques correspond dans une certaine mesure à la réalité. Pour le montrer, le présent article oppose deux conceptions du système économique – la théorie de l'équilibre général, ou modèle Walras-Arrow-Debreu (WAD), et le modèle de l'économie organisée expérimentalement (EOE) – et il compare les conclusions théoriques et concrètes auxquelles aboutissent ces deux modèles. Le modèle WAD a été largement utilisé pour analyser, mettre en forme et chiffrer les résultats de la politique industrielle. L'EOE est une nouvelle approche dynamique, fondée sur des notions mises en évidence par Smith, Schumpeter et Wicksell, qui se distingue radicalement du modèle WAD.

Les deux modèles débouchent sur des avis complètement opposés. Alors que le modèle WAD impose un système très centralisateur, le modèle EOE poussé à l'extrême suggère que les pouvoirs publics doivent rester totalement à l'écart des programmes d'action ambitieux, car ils risquent par ailleurs de provoquer des effets secondaires imprévisibles, très importants et souvent indésirables, surtout à long terme.

En introduisant un *bloc de compétences* dans l'EOE, on peut théoriquement trouver une voie d'action intermédiaire où le gouvernement a un rôle bien défini à jouer, notamment en tant qu'infrastructure, en tant qu'institution collective et (dans une certaine mesure) en tant que garant de l'assurance sociale, du moment qu'il délaisse les tâches dont s'acquittent mieux les nombreux agents qui collaborent et se font concurrence sur les marchés décentralisés. De plus, lorsque la concurrence ne joue pas son rôle d'autorégulation, aucun autre acteur sur le marché que le gouvernement ne peut prévenir la formation de monopoles sans limite par les acteurs du secteur privé.

Cet article est essentiellement de nature théorique, mais il s'achève par une discussion des conséquences pour l'action gouvernementale de deux études de cas empiriques : les blocs de compétences des industries de l'aéronautique et de la biotechnologie.

I. FORMULER LE PROBLÈME DE FOND

Les avis sur l'action à mener et les résultats des décisions politiques sont effectivement et sans que l'on s'en rende compte conditionnés par le modèle théorique préalable dans le cadre duquel les avis sont formulés et les décisions politiques élaborées. En réalité, la situation est bien sûr quelque peu différente et il vaut mieux que le modèle utilisé pour analyser les politiques corresponde dans une certaine mesure au monde réel. Pour le démontrer, le présent article oppose deux conceptions des systèmes économiques – le modèle de l'équilibre général Walras-Arrow-Debreu (WAD) et le modèle alternatif de l'économie organisée expérimentalement (EOE) et il compare les résultats théoriques et concrets sur lesquels débouchent ces deux modèles. Le modèle WAD est, comme on le sait, statique et très éloigné des véritables processus économiques, mais il a été largement utilisé pour examiner, mettre en forme et chiffrer les résultats de la politique industrielle. L'EOE est une approche relativement nouvelle (Eliasson, 1987, 1991, 1992a), fondée sur des notions mises en évidence par Smith, Schumpeter et Wicksell, selon laquelle le capital constitué par le savoir tacite et incommunicable est un facteur dominant dans la production. Elle possède donc des caractéristiques qui sont radicalement différentes de celles du modèle WAD.

Un énorme potentiel de productivité

Il est généralement admis que le potentiel de productivité dans *l'économie de l'information fondée sur le savoir* (Eliasson, 1990a, 1990b) est énorme, sous réserve que certaines conditions d'accès puissent être remplies. Il est admis aussi que, s'il doit apporter une aide quelconque aux acteurs économiques pour naviguer dans l'océan de possibilités qui caractérise l'économie organisée expérimentalement, le responsable de l'action gouvernementale (au niveau central) doit être d'une compétence exceptionnelle pour parvenir à améliorer la situation et non à l'embrouiller. Comme dans le cas de toute tâche de gestion, cette compétence signifie notamment être capable de se concentrer sur les choix décisifs¹.

Mais la compétence en matière technique et économique ne suffit pas. L'économie, notamment ses acteurs (particuliers, entreprises, intermédiaires du marché et pouvoirs publics) doit être considérée comme un système *économique, social* et (de compétence) *technique* coordonné par la technosphère que ses institutions représentent. Comme tous les systèmes, ce système a besoin d'une aide et une partie de celle-ci n'est pas naturellement offerte par les marchés. Cela est particulièrement vrai lorsqu'il faut procéder aux réformes du système requises pour que le potentiel de productivité socialement et politiquement acceptable soit réalisé, mais aussi, bien sûr, quand il faut empêcher les acteurs

du secteur privé de conclure des ententes et de détruire les mécanismes de concurrence dynamique qui sont le moteur de la croissance économique. Nous utilisons le terme « institutions » essentiellement au sens original qui lui a été donné par Coase (1937), pour qui leur rôle est de faciliter les transactions sur le marché, ou au sens donné par Williamson (1985, p. 1) qui insiste sur la réduction des coûts des transactions. Ce rôle politique est double, car un échec dans l'introduction d'une réforme positive du système économique généralement prolonge et aggrave le problème de l'ajustement social. Quand on examine les réformes du système par le biais de la modification du rôle politique des institutions, auquel cas ces changements sont dans une large mesure endogènes, il est bien sûr intéressant que le modèle utilisé pour donner une cohérence théorique à l'analyse permette de donner une existence à ces institutions, de les rendre explicites et de les examiner à la fois en tant qu'institutions créées par le secteur privé (sur le marché) et en tant qu'institutions de nature politique. *L'approche des blocs de compétences* (Eliasson et Eliasson, 1996) est un modèle qui permet une telle analyse.

Nous décrivons brièvement les éléments et les liens essentiels dans le système dans lequel le responsable doit décider de la politique à suivre, en commençant par le *bloc de compétences* qui s'occupe de la sélection, en continuant par les institutions qui permettent aux agents du bloc de compétences d'obtenir les rentes des choix judicieux, puis en mettant en corrélation ces activités avec la croissance économique en s'appuyant sur les données statistiques de l'économie de l'information fondée sur le savoir. Ensuite nous identifions le rôle du responsable des politiques dans l'EOE en l'illustrant à l'aide de deux études de cas : les blocs de compétences dans l'industrie aéronautique et dans le secteur de la santé. Enfin, nous comparons cette analyse des politiques avec le modèle suédois et formulons pour conclure quelques observations sur l'assurance sociale et le problème de la répartition.

Étant donné que cet article tente d'identifier les possibilités d'action réellement ouvertes au gouvernement, je n'ai pas imposé les hypothèses irréalistes du modèle néoclassique ou néo-walrasien (Clower, 1996). J'utilise le modèle WAD pour faire un contraste dans un but pédagogique et mon argumentation s'appuie sur l'EOE et sur le postulat selon lequel le champ réservé à l'État, ou l'ensemble des possibilités d'investissement, sont trop vastes et variés dans leur contenu pour qu'un responsable politique, quel qu'il soit, puisse tout juste s'approcher d'une situation où l'information serait complète et de la possibilité de procéder à des choix optimaux (Eliasson, 1984a, 1991, 1992a; et Pelikan, 1986, 1989). Cela signifie que l'action gouvernementale s'accompagnera de très nombreux aléas et du risque d'erreurs fondamentales – et parfois dévastatrices. Il faut donc se pencher sur les tâches qui incombent à un responsable des politiques bien informé dans le monde vu à travers le modèle WAD et dans celui de l'EOE².

Une sélection judicieuse définit la compétence du marché

Une partie essentielle du système économique a pour tâches d'identifier, de sélectionner et de réaliser les possibilités d'investissement de manière à induire un développement économique positif. Nous appelons cette partie du système chargée de la sélection et des choix (en misant sur les secteurs d'avenir et en éliminant ceux en déclin), le bloc de *compétences*.

Pour fonctionner correctement, le bloc de compétences a besoin d'un soutien. Par conséquent, il faut qu'existent des *institutions qui permettent aux acteurs économiques d'obtenir les rentes de leurs activités commerciales* (Eliasson, 1997a), c'est-à-dire des organismes d'infrastructure qui assurent les conditions nécessaires, à travers les acteurs, notamment dans l'éducation, et des institutions qui rendent acceptable l'ajustement social lié au développement économique (« assurance sociale », etc.).

Une partie du système de soutien (du bloc de compétences) fait l'objet d'une demande et ses services seront disponibles sur le marché à un prix déterminé, par exemple sous forme de services d'infrastructure payants ou d'assurance. Il n'en ira pas de même toutefois pour une large partie de celui-ci et c'est une qualité intrinsèque de toute société qu'il faut qu'une action collective soit entreprise dans l'intérêt du groupe (« la société ») pour engendrer un soutien positif de la part du système. La question se pose aussi de savoir si une action collective renforcée artificiellement (par les pouvoirs publics) peut accélérer le processus de développement économique. Au sens du modèle néoclassique (Coase, 1937 ; Williamson, 1985), les institutions le feraient en abaissant les coûts des transactions. Parmi les éléments faisant partie de ce système de soutien, on peut citer le système juridique, l'éducation, la réglementation du marché du travail et l'assurance sociale. Mais la liste est bien plus longue.

Les erreurs des entreprises et l'apprentissage des organisations

Si le soutien du système est un domaine d'action naturel pour le gouvernement, il n'en va pas de même pour les processus de sélection par la concurrence à l'intérieur du bloc de compétences. Alors que certains règlements renforcent et améliorent le processus de sélection en termes de croissance économique, il se peut que d'autres (« la réglementation ») ne le fassent pas.

Or, les coûts d'une mauvaise sélection sont supportés de manières fondamentalement différentes de celles prévues dans la théorie néoclassique, fait que Dahlman (1979) a été le premier à mettre en évidence. Ces coûts sont dus à de mauvaises décisions des entreprises et se traduisent par des pertes ou des performances inférieures à la moyenne. Or, pour expliquer ces coûts, il faut utiliser un modèle qui donne un rôle économique explicite aux réussites et aux

défaillances des entreprises. L'argument de Schumpeter (1942, p. 84) selon lequel la théorie économique classique considère le capitalisme comme l'administrateur de « structures existantes, alors que ce qui importe c'est de savoir comment il les crée et les détruit » est aussi pertinent aujourd'hui qu'il l'était en 1942.

Wicksell (1898), en raison de son influence sur les économistes de l'école de Lund, d'abord à travers Akerman puis Dahmén, a attribué un rôle aux différences *ex ante* et *ex post* dans les résultats et les erreurs des entreprises, rôle dont on a parlé (Palander, 1941) après l'installation de Wicksell à Stockholm, où il a rejoint l'École d'économie dite de Stockholm, mais dont il n'a plus du tout été question lorsque le modèle économique WAD rationalisé après la seconde guerre mondiale a fait son apparition en Suède dans les années 60, avec dix ans de retard.

La façon dont les institutions collectives (publiques ou privées) dans l'EOE font des choix intermédiaires lors des processus de sélection pluralistes (« expériences d'entreprises ») est déterminante pour les performances du système économique. Or, sur ce point, le modèle WAD et le modèle EOE donnent des explications totalement divergentes. Dans le modèle WAD, les entreprises ne peuvent pas faire d'erreurs et les postulats de base sont adaptés de telle manière que les agents reçoivent des informations complètes aussi bien *ex ante* que *ex post*³. Dans le modèle de l'EOE, les erreurs des entreprises ne tirent pas beaucoup à conséquence, mais elles constituent au contraire une forme nécessaire d'apprentissage pour les organisations (Eliasson, 1992a). Dans l'EOE, chaque acteur ignore presque tout de l'ensemble du système (voir ci-après) et il doit tâtonner (faire des expériences) avant de pouvoir arrêter un choix définitif et abandonner les projets expérimentaux non concluants : le système économique apprend par le biais de la sélection. En fait, Eliasson et Lindberg (1981) montrent (dans un modèle de simulation du type de l'EOE) que les erreurs d'investissement des grandes entreprises pendant les crises pétrolières des années 70 ont constitué une expérience d'apprentissage coûteuse, quoique dans des proportions raisonnables, pour l'ensemble de l'économie. Les coûts réellement importants au niveau macroéconomique se sont traduits toutefois par des baisses de la production et de la croissance et ont été provoqués par les mesures prises par le gouvernement suédois qui a essayé d'éviter un chômage temporaire en versant des subventions aux industries. On peut démontrer qu'il est plus efficient d'accepter un taux élevé d'expérimentation par les entreprises et une certaine incidence des faillites en les considérant comme un coût d'apprentissage, plutôt que d'essayer (en vain) d'éliminer les dépôts de bilan, comme le conseille en théorie le modèle traditionnel Walras-Arrow-Debreu (WAD). Les limites au processus d'expérimentation sont les qualités de stabilité des systèmes (Eliasson, 1984a, 1991) et le consentement du point de vue politique de la population à accepter des réformes imprévisibles. Ce résultat théorique n'est valable toutefois que dans la dynamique de ce que nous appelons l'économie organisée expérimentalement,

laquelle débouche sur deux conclusions quant à l'action à mener qui n'ont rien de commun avec celles du modèle économique WAD. *Premièrement*, l'EOE a besoin d'institutions qui font accepter à la population un fort taux de défaillances des entreprises. *Deuxièmement*, l'élément important pour soutenir le système est de lui laisser son caractère pluraliste (« politique de la concurrence »), de manière à éviter que les choix monolithiques fixés sur une seule idée (« planification centrale ») dominent la sélection et à favoriser un taux optimal d'apprentissage par les organisations par le biais des erreurs des entreprises et de la sélection.

Le tableau 1 classe les priorités et les possibilités théoriques de l'action gouvernementale en partant du modèle de l'EOE pour aboutir au modèle économique WAD.

L'argument que fait valoir cet article est que les responsables de l'action gouvernementale sont trop ignorants pour s'acquitter de toutes les tâches énumérées dans le tableau 1 et qu'ils doivent au contraire se concentrer sur certaines d'entre elles. Ce faisant, ils commettent toutefois des erreurs. Comme il est l'acteur principal, le gouvernement doit se montrer prudent et ne pas dominer. S'il choisit les priorités en bas du tableau, non seulement il s'engage dans des activités dans lesquelles il ne dispose pas d'un avantage comparatif par rapport aux autres acteurs du marché ou dans le bloc de compétences, mais de plus ses activités détournent l'attention des infrastructures importantes à fournir.

Exemple : Fournir une assistance (sans recourir au marché) pour transférer des individus de régions peu dynamiques vers des régions en expansion ; cela est nécessaire pour rendre un développement économique positif socialement et politiquement acceptable.

Il devient évident que pour déterminer le rôle efficient que le gouvernement central peut jouer dans l'économie EOE, nous devons reprendre cette analyse au niveau microéconomique du marché.

Avant d'examiner les conséquences au niveau de l'action gouvernementale de ce changement de perspective théorique, nous devons donc d'abord déterminer dans quelle mesure les liens entre les institutions du marché et les performances du marché favorisent la croissance économique grâce au développement de la compétence nécessaire pour faire des choix intelligents vis-à-vis de la concurrence.

Tableau 1. **Priorités de l'action gouvernementale**

-
1. Offrir une infrastructure générale (EOE et coordination de marchés)
 2. Privilégier l'offre d'infrastructure (formation de blocs de compétences)
 3. Privilégier certains secteurs dans une perspective centralisatrice
 4. Miser sur les secteurs d'avenir (WAD)
-

II. L'ÉCONOMIE DE L'INFORMATION FONDÉE SUR LE SAVOIR : SON POTENTIEL

On a inventé l'expression « économie de l'information fondée sur le savoir » (Eliasson, 1990a, 1990b, p. 14ff) pour mettre en lumière le fait que l'utilisation des ressources dans une économie industrielle avancée est dominée par diverses formes d'activités d'information et de communication et qu'une grande partie du capital de connaissances mis en œuvre dans la production est de nature tacite et incommunicable. Ce seul facteur suffit à rendre le champ de l'intervention gouvernementale ou celui des possibilités économiques à l'intérieur duquel les agents économiques opèrent extrêmement hétérogènes, imprévisibles et parfaitement opaques. Les processus d'information dans un environnement économique incertain deviennent une activité économique dominante consommatrice de ressources. Si nous prenions conscience de ce fait, nous changerions radicalement d'avis sur les phénomènes économiques, comparés aux notions diffusées par la théorie économique dominante que l'on enseigne. Nous indiquons dans cette section comment et pourquoi – en conséquence – la recherche par l'expérience et la sélection deviennent une activité économique dominante et pourquoi les erreurs commises dans ces domaines déterminent les résultats des entreprises et ceux enregistrés au niveau macroéconomique.

Le choix et la sélection sont des facteurs dominants

La théorie de la spécialisation du travail d'Adam Smith trouve naturellement son prolongement dans la théorie de l'économie de l'information fondée sur le savoir. Réorganiser en vue d'une spécialisation plus poussée est un acte *de choix et de sélection organisationnels innovants*. Plus la spécialisation est poussée (décentralisation), plus sont importants les impératifs *de coordination* spatiale et temporelle intervenant dans les hiérarchies (*gestion*) et sur les marchés (*concurrence*). Tout choix organisationnel de ce genre entraîne un changement dans la composition des hiérarchies et des marchés et, partant, dans la structure des entreprises en tant que hiérarchies soumises à un contrôle plus ou moins monolithique. Dès qu'une nouvelle solution aura été trouvée, tous les acteurs du marché observeront et *apprendront*. Le tableau 2 énumère les quatre activités d'information et de communication qui se superposent à la production matérielle proprement dite. La plupart des définitions statistiques raisonnables des activités d'identification, de choix, de coordination et d'apprentissage des entreprises montrent que toutes ensemble elles utilisent plus de ressources que la production matérielle (Eliasson, 1990a, 1990b, p. 68ff), complètement dans la production de services privés, mais aussi dans la plupart des entreprises manufacturières

Tableau 2. **Typologie de l'économie de l'information fondée sur le savoir**

1. Identifier les possibilités économiques (explorer le champ d'intervention de l'État)	<i>La création de nouvelles connaissances</i> – Innovation – Esprit d'entreprise – Progrès technique
2. Choix et sélection	<i>Filtrage</i> – Entrée – Sortie – Mobilité – Carrières
3. Coordination	<i>Discipline</i> – Concurrence (sur les marchés) – Gestion (à l'intérieur des hiérarchies)
4. Apprentissage	<i>Transfert de connaissances</i> – Enseignement – Imitation – Diffusion

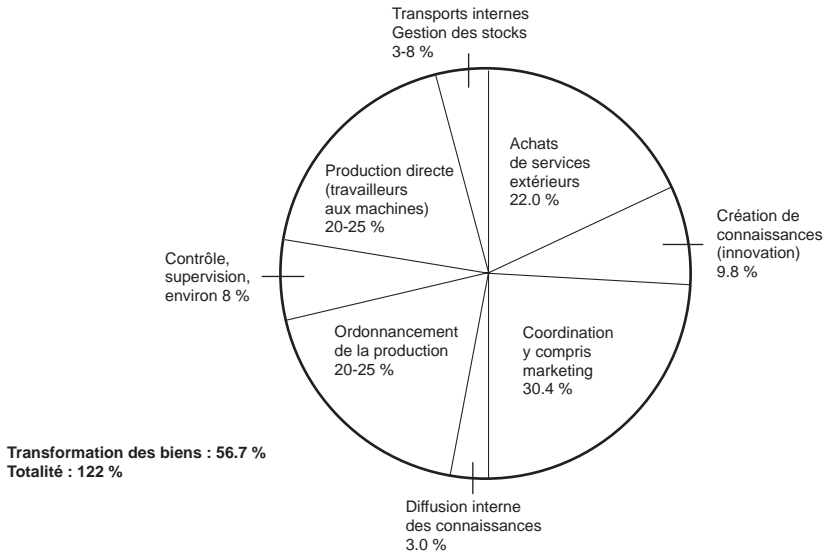
Source : Eliasson (1990b).

modernes (voir figure 1). Cette vision est en contradiction avec le modèle WAD (dans lequel l'utilisation de l'information est au mieux une activité marginale dont le coût est calculable)⁴. Pour l'EOE, la domination du traitement de l'information fondée sur le savoir signifie *que les gains de productivité au niveau macro-économique résultent essentiellement des gains de productivité dans le traitement de l'information et dans la communication, qui à leur tour – comme nous l'avons montré – sont imputables dans une large mesure aux réformes structurelles à tous les niveaux de production, ou vont de pair avec elles*. Le processus de restructuration est progressif et il devrait être basé sur un modèle endogène. On a ainsi une idée du problème social que posent les gains de productivité : pour recueillir les bénéfices de la croissance économique, la société doit être prête politiquement et socialement à accepter les réformes qu'elle entraîne. L'éducation, l'assurance sociale et la politique du marché du travail sont donc des éléments clés de la politique industrielle (Eliasson, 1992b). En conséquence, lorsque les structures (l'organisation) évoluent dans le cadre des processus économiques en cours, les théories comparables au modèle WAD, qui postulent des structures exogènes stables, ne pourront fournir d'explications et donneront au contraire des avis de nature à induire en erreur.

Dans l'économie organisée expérimentalement, les activités d'information et de communication sont placées sous la conduite d'un capital de connaissances

Figure 1. Répartition des coûts de main-d'œuvre entre les différentes activités internes de l'entreprise

Dans les entreprises manufacturières suédoises employant plus de 200 salariés



Source : Eliasson, 1990a.

dominant et extrêmement diversifié constitué par des personnes et des équipes de personnes dans les hiérarchies et sur les marchés. Le potentiel économique de ce type d'économie n'est donc limité que par l'aptitude de cette masse de compétences hétérogènes à appréhender la situation. Il est donc énorme.

Alors que les facteurs de production économique ayant le plus de valeur sont placés au départ dans les rubriques correspondant à l'identification et à la sélection décrites dans le tableau 2, c'est dans les rubriques correspondant à la coordination et à l'apprentissage (transfert de connaissances) que l'utilisation des ressources est la plus directement mesurable. Il s'agit, toutefois, des activités d'information et de communication les moins importantes dans l'économie organisée expérimentalement. Lorsque le champ d'intervention de l'État est immense, le choix et la sélection par l'expérience dominant. Cette observation nous entraîne vers un sujet délicat, qui est de savoir comment identifier l'utilisation des res-

sources à partir du volume de la production ; tâche qui a longtemps déjoué les efforts des économistes néoclassiques de la croissance.

Tout d'abord, l'économie organisée expérimentalement qui est le cadre dans lequel nous menons notre raisonnement autorise les entreprises à commettre deux sortes d'erreurs qui ne seraient pas possibles dans le modèle économique courant. Le premier type d'erreurs des entreprises consiste à laisser se poursuivre trop longtemps des projets sans intérêt, tandis que le second type d'erreurs consiste à mettre fin à des projets performants avant qu'ils aient été reconnus comme tels (voir Eliasson et Eliasson, 1996).

Le premier type d'erreurs devrait être considéré comme un coût normal du développement économique dans une économie en expansion. La solution préconisée par les économistes néo-walrasiens ou les partisans du modèle WAD selon lesquels ces erreurs devraient être éliminées est simplement mauvaise. Réduire dans une trop large mesure l'incidence des erreurs du premier type fera augmenter l'incidence des erreurs du second type – or ce sont les erreurs du second type qui sont vraiment les plus coûteuses. Elles ne sont « observables » qu'indirectement sous forme de pertes de production et de profits⁵.

Cependant, les faillites d'entreprises évidentes dues au premier type d'erreur peuvent normalement être saisies statistiquement, bien que la plupart des coûts qu'elles entraînent soient indirects et se traduisent par des performances inférieures à la moyenne. On se trouve ainsi confronté à un problème théorique délicat dans l'EOE, mais pas avec la théorie de la croissance « moderne » ou « nouvelle »⁶ ; c'est ce que l'on appelle couramment le théorème de l'absorption du produit.

Dans le modèle WAD, la référence est bien définie et, en situation d'équilibre, les coûts des facteurs absorbent la valeur totale produite. En situation d'équilibre statique, les taux de rentabilité de toutes les entreprises sont équivalents au taux d'intérêt du marché. Dans le modèle de l'EOE, les erreurs des entreprises et les performances supérieures à la moyenne signifient que plus ou moins de valeur est produite et que l'ensemble des coûts des facteurs, y compris l'intérêt prélevé par le marché sur tous les capitaux, n'absorbe pas toute la valeur ajoutée⁷. On observe une différence sous forme soit de profits ou de pertes inférieurs à la moyenne, soit de profits excédentaires et la courbe de Salter 2B illustre la répartition de ces « rentes » dans l'ensemble des entreprises manufacturières suédoises. Selon la terminologie de Schumpeter, on peut qualifier les profits excédentaires de profits de monopole temporaires. Quant à nous, nous parlerons de rentes de compétence temporaires.

III. LES ACTEURS DANS LE BLOC DE COMPÉTENCES

Défini en termes de marché et de produits, le bloc de compétences⁸ englobe toutes les compétences nécessaires pour créer une nouvelle industrie, la développer et soutenir sa croissance. En ce sens, un bloc de compétences peut être considéré comme une *entreprise de type élargi* dont les activités sont coordonnées à la fois par le biais des hiérarchies et sur les marchés⁹.

Les acteurs dans le bloc de compétences sont chargés de la tâche très complexe, mais apparemment utilisant peu de ressources, qui consiste à identifier les possibilités économiques et à sélectionner les meilleures (les deux premières rubriques du tableau 2); cette tâche incombe normalement aux dirigeants de l'entreprise¹⁰.

Dans les industries de pointe – que nous qualifierons de haute technologie¹¹ – le client avisé entretient des rapports actifs avec le producteur et il apporte directement ses compétences au marché. L'*innovateur* est celui qui fait le pont entre plusieurs technologies en les intégrant de manières différentes et inédites pour trouver des solutions nouvelles. L'*entrepreneur* identifie les innovations intéressantes du point de vue commercial, tandis que l'*investisseur en capital risque* avisé découvre (« comprend ») les idées viables commercialement de l'entrepreneur de sorte qu'il est disposé à participer au capital en en prenant une part d'un montant raisonnable¹². Les acteurs sur les *marchés secondaires* doivent aussi être relativement avisés pour offrir des possibilités de sortie aux investisseurs en capital-risque arrivés les premiers, également à des conditions raisonnables.

L'attraction d'un bloc de compétences tire parti des synergies entre l'ensemble des acteurs qui peuvent être très importantes (Carlsson, Eliasson et Taymaz, 1997), ainsi que des retombées. Dans ce dernier sens, un bloc de compétences joue le rôle d'une université technique et d'un laboratoire de recherche (Eliasson, 1996b) en disséminant de nouvelles technologies et une main-d'œuvre qui a l'expérience nécessaire pour intégrer des considérations économiques et techniques dans d'autres industries. Ces synergies et ces retombées expliquent la rentabilité croissante de la recherche de débouchés que nous associons au bloc de compétences.

Les synergies potentielles offertes par le bloc de compétences encouragent les créations d'entreprises, mais celles-ci contribuent aussi à rendre l'environnement de plus en plus varié et sophistiqué. On peut donc parler de masse critique pour chaque bloc de compétences (Eliasson, 1997c).

Les investisseurs en capital-risque avisés et les acteurs des marchés secondaires déterminent ensemble (Eliasson, 1997d) combien ils sont disposés à payer en amont. Ils fournissent donc des incitations décisives aux entrepreneurs et aux innovateurs. Leurs conditions d'existence sont cependant très dures.

Certains pays européens comme l'Allemagne et la Suède ont relativement bien réussi à faire passer les entreprises industrielles au stade de la production, du marketing et de la distribution à l'échelle industrielle, tant qu'elles ne se sont pas trop éloignées de la base de connaissances industrielles établies ; à savoir l'industrie mécanique, ou la technologie vieille d'environ deux siècles sur laquelle la révolution industrielle s'est appuyée. Il semble, cependant, que la base de connaissances créatives nécessaire pour créer des industries réellement nouvelles fasse plutôt défaut en Europe. On peut constater que la plupart des nouvelles entreprises qui se sont développées sont implantées dans des secteurs très proches des technologies traditionnelles existantes.

En conséquence, les responsables gouvernementaux européens se sont vite emparés de l'innovation : l'industrie européenne, en s'appuyant sur le modèle WAD et ses partisans, a essayé de prendre le contrôle des décisions des entreprises et de choisir les secteurs d'avenir (Eliasson et Ysander, 1983). En théorie, c'était possible dans une économie du modèle WAD, mais risquait d'échouer complètement dans le monde de l'EOE.

Nous établirons ensuite quel est le lien entre les expériences des entreprises et les incitations et les institutions, puis, par le biais de la sélection et de la concurrence, avec la croissance économique. Ensuite, nous définirons une stratégie intermédiaire que le responsable des politiques pourra suivre dans l'économie organisée expérimentalement en termes de formation de blocs de compétences et du soutien à leur apporter, en prenant comme cas d'espèce la création de parcs industriels ou scientifiques.

IV. COMMENT LA CROISSANCE INTERVIENT-ELLE ?

Nous allons maintenant corrélérer le potentiel de productivité et le problème de l'économie organisée expérimentalement avec les performances au niveau macroéconomique. Nous aborderons d'abord le problème des incitations à investir, pour ensuite établir le lien entre l'investissement au sens large et la croissance économique, dont le moteur est la sélection par la concurrence sur les marchés.

Les institutions permettent de saisir les rentes résultant des choix réussis – les droits de propriété et le problème des incitations

Le bloc de compétences identifie les acteurs dont les industries nouvelles et anciennes ont besoin pour progresser. C'est un problème de survie. Pour enclencher une *dynamique*, il faut que les *incitations* soient adaptées et que soient en

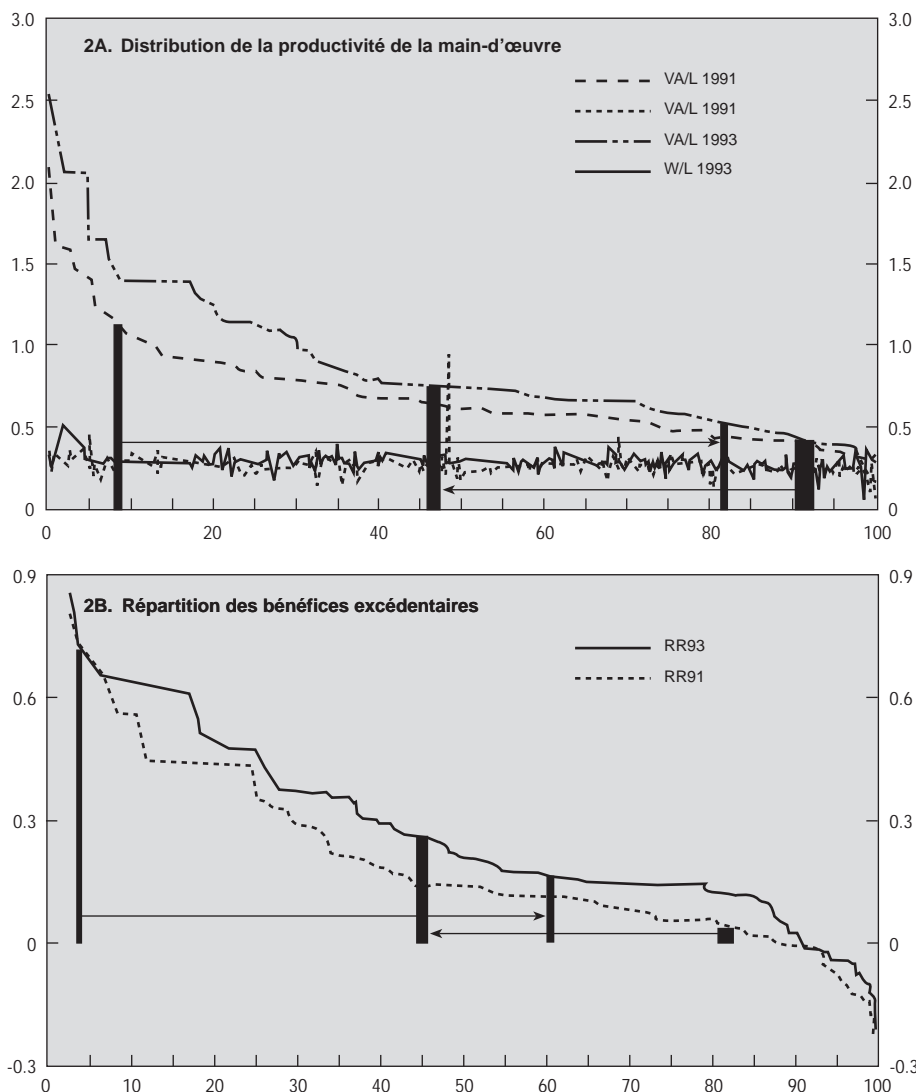
place des compétences pour remettre en cause et déstabiliser économiquement les entreprises qui exploitent déjà les ressources. Les incitations relèvent des droits de propriété. Les entreprises les plus performantes devraient avoir la garantie – et l'existence des marchés en dépend (Commons, 1893, 1934 ; North et Thomas, 1970, 1973) – qu'elles pourront obtenir les rentes qu'elles contribuent à créer. La seule exception à ce principe général est que les institutions devraient être organisées de manière à faciliter la remise en cause de ces rentes par les entreprises les plus performantes. Mettre en place des institutions adéquates – tâche qui incombe assurément aux pouvoirs publics – n'est pas chose facile ; à preuve les tentatives effectuées par les anciennes économies planifiées d'Europe orientale et les économies occidentales riches pour revenir aux mécanismes du marché (Eliasson, 1997a). Ce qui importe particulièrement dans les économies avancées, c'est la capacité de l'économie à opérer les transactions financières complexes qui accompagnent le processus de répartition des investissements et le transfert de droits de propriété abstraits qui représentent le droit de gérer, d'obtenir et de négocier les profits attendus à l'avenir des investissements réalisés aujourd'hui (Eliasson, 1993).

Il serait trop long d'entrer davantage dans les détails ici. Nous nous bornons à renvoyer à la formulation du problème et à la description relativement détaillée des institutions nécessaires pour y faire face présentées par Eliasson (1997a), et à faire observer que tant que le problème des droits de propriété n'aura pas été résolu de manière adéquate du point de vue tant politique que juridique, il aura toujours pour corollaire dans l'industrie un problème de croissance industrielle.

Les quatre mécanismes de croissance des investissements

Imaginons que l'on classe en fonction de leurs performances toutes les entreprises existantes au moyen d'un diagramme (figure 2) de Salter (1960). Si nous éliminons pour l'instant (et sans sortir de la généralité) la possibilité de fusions et d'acquisitions¹³, nous constatons aisément que la courbe se modifie du fait de la restructuration et de la rationalisation des entreprises existantes, de l'entrée de nouvelles entreprises¹⁴, ainsi que de la sortie des entreprises peu performantes qui se trouvent dans le coin à droite¹⁵. Par conséquent, la courbe de Salter remonte et la croissance intervient. C'est aussi simple que cela. Les quatre mécanismes d'investissement énumérés dans le tableau 3 expliquent *comment* la croissance intervient¹⁶, mais non *comment* les entreprises procèdent à ce changement au niveau interne et quel est *le facteur* qui entretient le processus. La théorie basée sur le modèle WAD au niveau microéconomique n'est pas en mesure d'expliquer ce phénomène. Pour cela il faut prendre en compte l'immense champ d'intervention dont dispose l'État dans l'économie de l'information fondée

Figure 2. **Distribution de la productivité**
dans l'ensemble des entreprises suédoises du secteur manufacturier
 Courbes de Salter



Note : On calcule les bénéfices excédentaires en mesurant l'écart entre les rendements nominaux de la totalité des avoirs et le taux d'intérêt nominal du marché.

Tableau 3. **Les quatre mécanismes de croissance de l'investissement**

-
1. Entrée
 2. Restructuration
 3. Rationalisation
 4. Sortie
-

Source : Eliasson, 1996, p. 45.

sur le savoir, ainsi que la mentalité des entreprises et les processus de choix de l'EOE. Alors on peut établir des modèles pour la prise de décision.

V. LA CROISSANCE STIMULÉE PAR LA SÉLECTION PAR LA CONCURRENCE

La dernière analyse à faire consiste à identifier les forces qui amorcent la dynamique du système économique, ou du bloc de compétences, et entretiennent sa croissance. Nous pourrions ensuite identifier les paramètres de l'action gouvernementale.

La *première* condition qui doit être satisfaite est l'existence d'un potentiel de rentes positives importantes provenant de la recherche et de la sélection avisées de débouchés ou des deux à la fois. Autrement dit, cette condition serait l'existence de rendements positifs croissants pour ceux qui savent rechercher des débouchés. Le bloc de compétences a été défini de manière à créer, à partir du moment où une masse critique a été atteinte, de tels rendements croissants en fonction de l'échelle. Grâce à des institutions appropriées, l'innovateur peut obtenir les rentes qu'il ou elle a créées.

La *seconde* condition est l'existence des incitations et de la concurrence qui motivent ces activités de recherche. C'est avant tout une condition de la liberté d'accès (à l'ensemble des débouchés). La liberté d'accès suppose une libre concurrence qui oblige les acteurs en place à faire mieux. On peut dire aussi que de cette seconde condition découle la *troisième* condition, à savoir une aversion des risques suffisamment faible de la part des acteurs individuels pour qu'ils se lancent dans des recherches. La liberté d'accéder au marché pour rechercher des débouchés soumet les acteurs en place à une concurrence accrue, qui augmente les risques pour les acteurs en place que suppose le fait de prendre

peu ou pas d'initiatives et les contraint de ce fait soit à faire mieux, soit à sortir du marché. L'aversion des risques ne continue de poser un problème que lorsque la seconde condition n'est pas remplie.

Alors que la première condition relève d'un problème de compétences et d'innovation par rapport au bloc de compétences, les deuxième et troisième conditions réintroduisent l'argument traditionnel de la lutte « antitrust » dans le cadre dynamique d'une économie organisée expérimentalement et ils ont un lien direct avec les quatre mécanismes de croissance des investissements présentés dans le tableau 2. Lorsque les conditions 2 et 3 sont remplies, la sélection par le biais de la concurrence lance la dynamique du système et les résultats potentiels dépendent de la nature de la situation (initiale) sur le plan de la compétence et de l'innovation¹⁷.

Dans le tableau 3, l'accès et les incitations garantissent l'arrivée de nouveaux concurrents, ce qui oblige les entreprises déjà en place à se restructurer, à rationaliser leurs activités ou à sortir du marché, en faisant ainsi de la place pour les autres. La croissance est au rendez-vous, mais ce processus a à l'évidence des incidences sociales négatives, étant donné que les facteurs de production devront être redistribués sur l'ensemble des marchés. Le marché du travail pose des difficultés particulières à cet égard et les individus soit font entendre leurs voix par l'intermédiaire du système politique, soit s'organisent eux-mêmes en syndicats pour ralentir ou stopper le processus de sélection par la concurrence. Il découle de cette présentation rapide des mécanismes de croissance d'un système économique que les responsables de l'action gouvernementale doivent concentrer leur attention sur trois domaines, le premier étant celui des technologies et des compétences, le second celui de la répartition économique et le troisième le domaine social ou de l'acceptation :

- les infrastructures à fournir sous la forme d'un *soutien* au bloc de compétences et/ou d'institutions – donc le problème des *technologies/compétences*;
- une politique de la concurrence dynamique garantissant un libre *accès* aux opportunités offertes par le bloc de compétences – le problème de la *répartition économique*;
- le problème *social ou de l'acceptation*.

Il faut comprendre cependant que le gouvernement n'est que l'un des nombreux acteurs capables de contribuer de façon positive aux conditions 1 et 2 et que dans les deux cas, il est confronté à la concurrence du secteur privé. Très souvent, les responsabilités relevant « traditionnellement » des pouvoirs publics peuvent être mieux assumées par des agents du secteur privé. *L'un des éléments de la compétence des pouvoirs publics est de comprendre quand ils doivent se tenir à l'écart d'activités mieux gérées par le secteur privé.*

En fait, la plus grande partie de la structure du bloc de compétences d'une économie viable doit son existence à l'initiative privée. Or, si les institutions qui garantissent les droits de propriété n'existent pas, le secteur privé exercera de fortes pressions pour substituer des initiatives privées aux initiatives gouvernementales qui font défaut et/ou soutenir les initiatives privées induites par le marché pour corriger les mesures gouvernementales jouant contre le marché (Eliasson, 1993, 1997a). Au cours des dernières décennies, de nombreux règlements officiels ont été rendus inefficaces ou superflus par les activités du marché.

VI. LE RÔLE DU RESPONSABLE DES POLITIQUES

Cet article présente deux approches opposées de la politique industrielle : *i)* l'approche traditionnelle centralisatrice générale, théoriquement possible dans le modèle WAD néo-walrasien ; et *ii)* l'approche prudente, dans laquelle les ambitions des pouvoirs publics sont contrecarrées par la dynamique non transparente au niveau central de l'économie organisée expérimentalement (EOE). Si l'on choisit l'une ou l'autre de ces deux positions extrêmes, on obtient des avis complètement opposés ; soit l'interventionnisme très centralisateur fondé sur les analyses de l'équilibre général statique qui ont dominé les débats et les politiques économiques dans les années 60 et 70 (par exemple, Malinvaud, 1967), soit la « doctrine de l'intervention minimale » car (dans l'EOE) on risque de ne pas bien comprendre ce que l'on est en train de faire et de faire plus de mal que de bien (Eliasson, 1990a). La version extrême de l'EOE limite le rôle du gouvernement à fournir des infrastructures, notamment à créer et entretenir les institutions nécessaires pour assurer le fonctionnement de marchés dynamiques. Même cette tâche confine à l'impossible, comme en témoignent les difficultés qu'ont les anciennes économies planifiées et les économies de bien-être en déclin économique à mettre en place des institutions adéquates (Eliasson, 1997a).

La théorie du bloc de compétences dans l'EOE permet de trouver une solution intermédiaire : à savoir, identifier les institutions requises pour répartir judicieusement le capital humain. Il faut bien noter d'emblée que nous ne parlons pas de la pratique consistant à choisir au niveau central les secteurs d'avenir, qui a eu tant de succès dans les administrations dans les années 60 et 70, mais de celle consistant à améliorer la sélection des compétences sur des marchés décentralisés. Voilà pourquoi nous avons présenté de manière assez poussée l'EOE et le bloc de compétences dans les sections précédentes de cet article.

Contrairement au modèle WAD, l'EOE réserve une place théorique à l'action collective du type exercé dans les hiérarchies et les entreprises. La concurrence

dynamique entre agents collectifs est source d'inefficiences dans le modèle WAD en raison des « déperditions d'effectifs ». Dans l'EOE, les faillites d'entreprises sont considérées comme un coût d'apprentissage pour la société dans son ensemble et l'on peut donc parler d'apprentissage plus ou moins efficace. Le monopole temporaire de connaissances que nous appelons une entreprise a donc un rôle concurrentiel évident à jouer dans l'EOE, tout comme l'entreprise de type élargi que nous avons qualifiée de bloc de compétences (Eliasson, 1997*c*, 1997*d*). Dans la nouvelle théorie des jeux, on a démontré l'existence d'incitations qui poussent à rechercher de telles solutions collectives (voir, par exemple, Wärneryd, 1990, 1994). Les institutions hiérarchiques de grande taille comme General Electric ou IBM avant sa restructuration internalisent la plupart des fonctions d'un bloc de compétences. Quels sont les effets structurels bénéfiques du fait de démanteler des hiérarchies aussi gigantesques pour constituer un marché cloisonné de petites entreprises ou de les obliger à décentraliser en formant des blocs de compétences? Ou bien, lorsque la segmentation de l'industrie est la règle, du fait d'inciter les entreprises à élargir les hiérarchies tout se dotant de ressources supplémentaires par le biais des fusions? La fusion de Boeing et McDonnell Douglas est-elle une bonne ou une mauvaise chose? En quel sens? Et pour qui?

A partir du moment où l'on autorise l'échange tacite de compétences et un soutien mutuel entre les divers acteurs sur le marché qui simultanément se font concurrence et coopèrent (en partageant des compétences), un bloc de compétences est en train de se former. Des compétences parfois capitales font défaut et les agents sur le marché peuvent ou non être capables de les identifier et d'encourager la création d'une nouvelle entreprise. Les pouvoirs publics – qui ne pensent pas en termes d'EOE et de formation de blocs de compétences – ont délibérément introduit des institutions qui détruisent les mécanismes qui créent, répartissent et utilisent de manière efficiente les compétences. Le cas le plus grave a été la planification centralisée adoptée par l'ex-Union soviétique, mais les États ultraprotecteurs qui ont de grandes ambitions centralisatrices ne font pas beaucoup mieux. Pour obtenir des résultats moins médiocres, il faut mener une politique éclairée. Mais l'autre extrême qui consiste à démanteler les monopoles de connaissances efficients n'est peut-être pas non plus la meilleure solution.

Les nouvelles entreprises peuvent rester de taille restreinte et pourtant obtenir des rendements croissants grâce à la formation de blocs de compétences. Tout le problème est de nature empirique plutôt que fondamental et la situation évolue avec le progrès technologique. L'intégration de la production dans les industries aéronautique et automobile (Eliasson, 1996*b*) est un arrangement entre blocs de compétences pour obtenir des rendements croissants en décentralisant le marché sur une échelle relativement faible. Les nouvelles industries des TI et de la santé s'appuient sur des technologies innovantes qui trouvent un très bon terrain dans les petites entreprises et captent les rentes découlant

des économies d'échelle réalisées grâce aux arrangements des blocs de compétences.

L'analyse qui précède prévoit trois lignes d'action principales :

- *Compétences/infrastructures techniques*. Soutenir la formation de blocs de compétences : il est peut-être logique de créer des parcs scientifiques ou industriels pour apporter les éléments manquants, mais il n'est pas évident de trouver la bonne manière de procéder si le responsable des politiques n'a pas une vision de l'économie qui correspond au modèle de l'EOE.
- *Institutions économiques, répartition*. Créer les institutions nécessaires à une économie de marché est une tâche primordiale, mais il ne faut pas dépasser la mesure. Le marché est parfaitement capable de développer ses institutions les plus importantes, sans l'aide du gouvernement (Wärneryd, 1994).
- *Domaine social/acceptation des réformes* :
 - un système d'assurance sociale efficient est nécessaire pour éliminer dans les États protecteurs les institutions qui faussent l'économie et les remplacer par des organismes d'assurance appropriés de manière à faire fléchir la résistance aux réformes ;
 - il faut mener une *politique de la concurrence* pour prévenir la concentration des entreprises et les blocages technologiques inefficients dus à la formation de monopoles.

Les parcs industriels et scientifiques créés avec l'aide des pouvoirs publics ont eu beaucoup de succès auprès des responsables des politiques très désireux de mettre en vitrine leurs activités. Ce genre d'ambitions est bien représenté par la prépondérance accordée au soutien du développement de nouvelles technologies, par exemple avec l'aide de laboratoires et d'universités financés par les pouvoirs publics, laquelle découle naturellement de la théorie de l'équilibre général néo-walrasienne et de la théorie macroéconomique néoclassique, et d'articles aussi retentissants que celui de Arrow (1962). On a démontré que cette prédominance est inappropriée dans le cadre de l'EOE et d'un bloc de compétences : une politique industrielle qui néglige la sélection économique et commerciale qui est un des aspects du développement des technologies est vouée à l'échec. Le parc scientifique qui a eu le plus de succès, Silicon Valley, n'est pas une création du gouvernement et la diffusion de technologies innovantes dans Silicon Valley qui est à l'origine de la vague de créations d'entreprises la plus impressionnante jamais observée n'a pas été déclenchée par les laboratoires du type recommandé par Arrow, mais bien davantage par des entreprises privées à but lucratif. La nouvelle industrie américaine des TI et des communications qui domine actuellement les marchés mondiaux a été créée (Eliasson, 1996a) par des personnes qui ont quitté leur emploi pour créer de nouvelles entreprises (point 2 du tableau 5). Or, cela n'aurait pas été possible sans une industrie du

capital-risque viable et des marchés secondaires bien rodés pour les introductions en bourse (Eliasson, 1996*d*). Par contre, la présence à proximité d'universités d'élite (tant publiques que privées) a apporté au bloc de compétences qui se développait des jeunes bien formés enthousiastes non seulement pour créer de nouveaux produits et des industries, mais aussi pour réaliser des profits. Il est intéressant de noter que cet esprit d'entreprise doublé d'une volonté de réaliser des profits est peut-être encore plus prononcé dans la nouvelle industrie de la biotechnologie (Eliasson et Eliasson, 1996; Eliasson 1996*d*), qui telle qu'elle est actuellement a été créée de toute pièces par les milieux universitaires, là encore surtout dans la Silicon Valley et les zones avoisinantes en Californie.

Parfois, il se peut que le problème de l'assurance sociale soit le plus urgent à résoudre : les économies de bien-être arrivées à maturité dans les pays occidentaux doivent faire fléchir la résistance de leurs populations face aux réformes industrielles et sociales radicales auxquelles elles doivent procéder pour garder leur avance économique. On confond aisément ce problème avec la nécessité d'un soutien technologique et il faut recourir à l'approche des blocs de compétences pour le cerner. Par conséquent, il est probablement plus important de créer des marchés du travail performants qui incitent et contraignent les individus à changer d'emplois que d'aider les entreprises à devenir plus compétitives sur le plan technologique.

Les problèmes liés à l'acceptation des réformes sociales et aux politiques concernant les institutions se rejoignent sur des points critiques. Alors que la création des institutions nécessaires qui font défaut actuellement est un problème pressant dans les anciennes économies planifiées, l'élimination du bois mort ou des institutions qui entravent les réformes est un problème tout aussi important, quoique moins aigu dans les sociétés de bien-être arrivées à maturité (Eliasson, 1997*a*). Certaines de ces institutions ont été mises en place pour atténuer les conséquences sociales des réformes en ralentissant le processus de réforme et on devrait les remplacer par des mécanismes d'assurance sociale plus efficaces. D'autres institutions qui sont des aussi des entraves ont été créées dans le but de redistribuer les revenus ou les richesses. En pareil cas, le responsable des politiques est confronté à un choix plus délicat. Doit-il se préoccuper de la répartition ou du niveau des revenus et de la richesse par habitant? Avec un peu de jugement, les responsables finiront peut-être par comprendre, avec l'accumulation des signes témoignant du processus de réforme en cours au niveau mondial, que ce choix n'est peut-être pas si difficile que cela : une économie riche, saine et en expansion, dans laquelle l'intervention des pouvoirs publics est minimale, peut très bien se révéler à long terme la meilleure garantie d'une répartition durable et souhaitable des revenus et des richesses.

Enfin, il fait parler du grave problème que pose le fait qu'une industrie toute entière se trouve enfermée par les contraintes d'une technologie ancienne. Ballot

et Taymaz (1996) montrent que théoriquement cela peut facilement se produire dans une économie de type EOE et Glete (1996) fait valoir que c'est exactement ce qui a pu se passer pour l'industrie manufacturière suédoise qui pendant près d'un siècle a été extrêmement florissante. Si la base de compétences industrielles représentée par des individus est enfermée dans une technologie industrielle du passé et si la main-d'œuvre est bloquée dans ce secteur par des programmes d'aide sociale qui réduisent sa mobilité, la tâche prioritaire des pouvoirs publics est de déterminer comment sortir de cette impasse. Et, pour y parvenir, il faudra des systèmes d'assurance sociale et des marchés du travail extrêmement efficaces.

Un cas illustre clairement la formation des blocs de compétences et la réforme de l'assurance sociale. Il serait intéressant d'appliquer l'analyse des blocs de compétences à deux catégories d'industries : une industrie « sortant du marché », actuellement importante qui devra être restructurée de l'intérieur afin de pouvoir survivre et de contribuer à la croissance dans une économie avancée ; et une nouvelle industrie de haute technologie « entrant sur le marché » qui constitue un secteur où les économies industrielles avancées d'aujourd'hui doivent exceller afin de rester dans le groupe des nations industrielles avancées.

VII. ANALYSE DE LA POLITIQUE DES BLOCS DE COMPÉTENCES DANS L'INDUSTRIE DE L'AÉRONAUTIQUE ET LE SECTEUR DE LA SANTÉ

Le bloc de compétences peut être considéré comme un dispositif de filtrage grâce auquel la production peut effectivement être décentralisée sur l'ensemble des marchés. Le bloc de compétences met en place les institutions et les organisations requises pour créer une industrie, la développer et soutenir sa croissance. On peut le définir comme un marché de produits en ce sens qu'il appréhende toutes les compétences nécessaires pour mener à bien cette tâche. Les très grandes entreprises ont tendance à internaliser la plupart des institutions et des agents du bloc de compétences. Toutefois, pour que l'industrie soit réellement innovante, sa hiérarchie doit être décentralisée sur le marché dans le cadre d'un bloc de compétences ; c'est la technologie qui permet de le faire et de continuer à bénéficier des rendements d'échelle. Ce concept a été appliqué d'abord à l'industrie aéronautique suédoise (Eliasson, 1995) ; puis à l'industrie des TI et des communications (Eliasson 1996a) ; à l'industrie de la biotechnologie (Eliasson et Eliasson, 1996) – qui a été la première à affiner le concept ; à l'industrie pharmaceutique (Eliasson et Eliasson, 1997) ; et au secteur de la santé (Eliasson 1997c). On effectue actuellement des études sur l'industrie suédoise du bâtiment et de la

gestion immobilière, sur l'industrie forestière et – pour illustrer l'applicabilité générale du concept – sur la production artistique pendant le *quattrocento* à Florence. Dans cet article, nous analyserons brièvement les blocs de compétences dans l'industrie aéronautique et le secteur de la santé. L'industrie aéronautique est intéressante du fait qu'elle utilise une technologie d'avant-garde commercialisée dans le secteur mécanique, qui constitue l'ossature des industries européennes arrivées à maturité. Le secteur de la santé est lui aussi une industrie ancienne, mais sous sa forme moderne il intègre plusieurs des nouvelles catégories d'industries les plus pointues, sur lesquelles les responsables politiques de nombreux pays industrialisés arrivés à maturité fondent leurs espoirs de croissance économique à l'avenir.

L'industrie aéronautique

L'industrie aéronautique (Eliasson, 1995, 1996b) emploie aujourd'hui les technologies et les outils de l'industrie mécanique du futur. Par conséquent, elle joue généralement le rôle d'université d'enseignement et de recherche techniques pour le reste de l'industrie mécanique par essaimage dans les autres secteurs de personnes dotées de compétences et de savoir-faire. Cette conception s'est traduite concrètement par des initiatives très diverses, dont certaines plutôt originales vouées à l'échec, comme l'ambition affichée dans les années 80 par de grands constructeurs automobiles de racheter un constructeur aéronautique pour donner un nouveau souffle à la technologie automobile ou encore l'espoir de nations industrielles et non industrielles de se doter d'une industrie aéronautique pour servir de support à la croissance. Ces projets ambitieux ont échoué pour la plupart car les dirigeants des entreprises ne savaient pas comment les connaissances se diffusent et les responsables des politiques ne comprenaient pas que la compétence industrielle est un ensemble très complexe de compétences économiques et techniques intégrées¹⁸. D'une manière générale, on ne peut créer de compétence industrielle en finançant le développement de technologies dans l'industrie aéronautique : c'est la compétence industrielle et commerciale qui contribue à la croissance économique, et non la seule technologie.

Un avion est : *i*) un produit de très *grande taille* et complexe, qui a : *ii*) une très *longue durée de vie*, qui *iii*) est produit dans des conditions extrêmement *complexes*. Aujourd'hui, un avion ne peut être conçu, développé et fabriqué (c'est-à-dire produit) par une seule entreprise. Les travaux de développement, comme la fabrication sont intégrés et coordonnés entre les hiérarchies et les marchés. Un tel mode de production intégrée exige des compétences pour la coordination de systèmes sophistiqués et que l'on ne trouve que dans un très petit nombre de pays industriels avancés.

La production aéronautique utilise et intègre : *i)* les formes les plus avancées de la construction mécanique ; *ii)* des technologies de l'information et des communications sophistiquées ; et *iii)* des matériaux nouveaux. Cette intégration a également caractérisé l'industrie mécanique d'avant-garde au cours des deux dernières décennies. Toutes ces connaissances sont fondées sur l'expérience et ne peuvent être acquises que lors du processus de production, ce qui suppose un apprentissage lent et progressif.

Une fois acquises, elles peuvent cependant être diffusées rapidement et être détruites par négligence ou mauvaise gestion. Le problème propre à ce type d'industrie est que les connaissances sont détenues par des personnes ou des équipes de personnes. Les investissements réalisés par une entreprise dans l'acquisition de savoirs peuvent donc facilement être perdus si le personnel compétent change d'emploi et/ou si l'on copie ces savoirs. Ces investissements sont difficiles à protéger ou à faire payer. Pour consentir à investir dans une telle somme de savoirs structurants relativement aisément accessibles, une entreprise doit soit avoir un retour très élevé sur son capital, soit être subventionnée. Mais cette dernière solution est inefficace pour stimuler l'accumulation de ce type de savoirs, car la technologie tend alors à prendre le pas sur l'accumulation de compétences industrielles et commerciales.

Le responsable des politiques doit donc choisir entre deux possibilités : *i)* l'impossible tâche consistant à utiliser les fonds publics pour favoriser la création de nouvelles technologies industrielles ; et *ii)* la tâche difficile consistant à faire en sorte qu'il soit rentable d'utiliser et de perfectionner le savoir existant viable commercialement. Mais sur le plan politique cette tâche est délicate, car avec ce type d'externalités les postulats de la théorie classique des échanges ne tiennent pas. Le constructeur aéronautique devrait faire payer les retombées de ses recherches, s'il le peut, et personne ne fera d'objection. Il ne peut le faire, mais les pouvoirs publics pourraient en contrepartie rémunérer ce genre de services collectifs, et il n'y aurait aucune raison de s'y opposer en se fondant sur l'argument de la politique des échanges internationaux, le seul point à débattre étant combien les gouvernements doivent payer. Le problème est de concevoir une méthode de fixation des prix appropriée pour que les connaissances continuent à se diffuser en aval. Il n'y a pas de différence en principe entre verser des subventions à une université technique et rémunérer des services collectifs. Le problème est de ne pas détruire, ce faisant, la source de la technologie. La façon dont les universités technologiques sont rémunérées pour les services collectifs qu'elles rendent à l'industrie est, naturellement, la raison pour laquelle la recherche universitaire est rarement très productive du point de vue de l'industrie (voir Eliasson, 1996f et plus loin la section portant sur le secteur de la santé). Voyons maintenant quelle est la situation en ce qui concerne la structure de notre bloc de compétences.

Tableau 4. Les technologies élaborées par les entreprises de pointe se diffusent selon quatre modes

-
1. La mobilité des personnes qui possèdent les compétences (*marché du travail*)
 2. La création de nouvelles entreprises (*entrée d'entreprises innovantes*)
 3. L'apprentissage entre sous-traitants (*production intégrée*)
 4. L'imitation pure et simple par d'autres entreprises
-

Source : Eliasson (1995).

L'industrie aéronautique, plus qu'aucune autre, doit sa prospérité au fait qu'elle a des clients compétents (tableau 4) qui contribuent au développement technique des produits (notamment dans le cas des avions militaires) et à celui que les spécialistes maîtrisent les technologies de l'aviation commerciale pour mettre au point des appareils civils. L'innovation technologique (point 2 du tableau 4) en combinant de nombreuses technologies occupe une place importante. De nombreuses technologies de production militaire sont néanmoins trop avancées et trop spécialisées pour l'industrie aéronautique civile, exception faite des cas où un constructeur d'avions militaires comme Saab se diversifie dans la production civile. La diffusion en matière d'innovation technique s'effectue selon quatre modes principaux : la diffusion et l'application de nouveaux procédés de fabrication ; les contrats de sous-traitance ; la mobilité des personnes possédant des compétences ; et – dans une certaine mesure – les créations d'entreprises et l'imitation pure et simple (voir tableau 5).

La fonction que joue sans le vouloir l'industrie aéronautique en tant qu'université technique qui essaime des spécialistes expérimentés dans d'autres entre-

Tableau 5. Les acteurs du bloc de compétences

-
1. Des consommateurs compétents et actifs
 2. Des innovateurs qui intègrent les technologies de manières inédites
 3. Des entrepreneurs qui identifient les innovations rentables
 4. Des investisseurs en capital-risque avisés qui repèrent les entrepreneurs et financent leurs activités
 5. Des marchés secondaires qui facilitent la réforme du régime de propriété
 6. Des industriels qui adoptent les bonnes innovations pour produire à l'échelle industrielle
-

Source : Eliasson et Eliasson (1996), « The Biotechnological Competence Bloc », *Revue d'économie industrielle*, 78-4^e trimestre.

prises est bien démontrée à l'aide de nombreux exemples dans les études consacrées aux retombées technologiques (Eliasson, 1995, 1997*d*). De nombreux sous-traitants sont devenus de nouvelles entreprises grâce à ce qu'ils ont appris en participant à la production dans l'aéronautique. En Suède, les grandes entreprises de sous-traitance semblent avoir mieux réussi que les entreprises de moindre taille ; c'est le cas notamment de Volvo Aero, qui est devenu un concepteur et un fabricant d'avant-garde autonome de systèmes de motorisation d'avions, qui a lui-même essaimé en créant plusieurs entreprises plus petites ayant le statut de filiales. Ericsson, fournisseur de systèmes électroniques pour l'armée suédoise, a à son actif plusieurs projets réussis. L'essaimage le plus spectaculaire, mais qui est dû en grande partie au hasard, est la création d'Ericsson Mobile Telephony, qui aurait été pratiquement impossible sans l'intervention d'un client civil enthousiaste (Swedish Telia) et les contributions technologiques apportées par l'armée. De fait, une industrie informatique avait été développée dans le cadre de Saab dès la fin des années 50. Dans les années 70, elle a été constituée en société et en 1981 acquise par Ericsson lorsqu'il a essayé, sans succès, de se lancer dans le secteur des systèmes d'information pour entreprises. Et c'est ainsi que l'industrie suédoise informatique a disparu.

Il est intéressant de se poser la question de savoir pourquoi en Suède, les grandes entreprises sont presque les seules à réussir à essaimer. On peut-être une réponse dans le fait que la Suède est dépourvue d'industrie de capital-risque viable et ayant l'esprit d'entreprise (tableau 4). Les nouvelles entreprises doivent donc faire appel au capital-risque des grandes sociétés et des pouvoirs publics, ce qui les rend très conservatrices et/ou pas très innovantes (Eliasson, 1996*d*). Les conséquences sur le plan de l'action gouvernementale sont claires : pour créer de nouvelles technologies innovantes, le pays a besoin d'une large base technologique dans les universités techniques, les laboratoires de recherche et l'industrie. Personne ne peut prévoir et planifier à l'avance comment les technologies se combineront et s'intégreront pour donner de nouvelles technologies. Par conséquent, une économie avancée pourra probablement offrir de nombreuses innovations. Parmi ces innovations techniques, un entrepreneur repère celles qui sont viables commercialement et leur ajoute leur dimension économique par sa connaissance du marché, etc. On ne verra guère se manifester l'esprit d'entreprise cependant, sauf si des investisseurs en capital-risque sont là au bon moment pour reconnaître l'idée créatrice et fournir un financement à un coût raisonnable (Eliasson, 1996*d*). Assurément l'investisseur en capital-risque doit non seulement être très avisé, mais aussi posséder un esprit créatif. En outre, les milieux de l'investissement en capital-risque dans leur ensemble doivent couvrir un très large éventail de compétences pour être à même de comprendre et de soutenir la formation de nouvelles industries dans des branches très variées. Si, au fil des ans, les pouvoirs publics privent le secteur du capital-risque de ces compétences humaines (Eliasson, 1996*d*, 1997*c*), il ne restera au final qu'une

communauté financière de banquiers, de grandes entreprises riches et d'institutions financées sur fonds publics empreinte de conservatisme et à cet égard incompétente. Il y aura peu de créations d'industries.

Le secteur de la santé

Contrairement à l'industrie aéronautique et d'ailleurs aussi l'industrie des TI, les technologies utilisées dans le secteur de la santé proviennent directement des universités. Ce n'est que depuis peu – du moins en Europe – que l'on commence à considérer le secteur de la santé comme une industrie. Nous avons tendance auparavant à considérer les services de santé comme une institution gérée par le secteur public et à vocation sociale, exempte de préoccupations commerciales et bénéficiant d'un soutien inégal de l'industrie pharmaceutique. Toutefois, cette conception des services de santé est en train de changer rapidement (Eliasson, 1997c). Les soins de santé sont une activité économique où la consommation et les investissements sont significatifs, auparavant perdus au milieu des comptes du secteur public. D'une part, c'est un produit de consommation de luxe qui fait l'objet d'une demande dans le secteur privé. D'autre part, la santé de la population est un facteur essentiel pour l'efficacité économique de l'économie nationale. Étant donné que la fraction âgée, inactive de la population (qui absorbe l'essentiel des ressources en matière de soins) augmente rapidement, les économies riches sont confrontées à un problème délicat de coût, d'assurance et de répartition, qui devra en partie être résolu grâce aux nouvelles technologies mises au point dans le secteur de la santé.

De plus, la technologie modifie actuellement la nature du produit « soins de santé », ce qui permet de *prévenir* les problèmes de santé sur une plus longue période que par le passé et fait que la fin du cycle de la vie apparaît comme une « interruption » brutale. On est parvenu à ce résultat grâce aux interactions techniques et économiques entre les diverses branches du secteur de la santé, à savoir :

- les soins hospitaliers ;
- les instruments médicaux ;
- les produits pharmaceutiques ;
- la biotechnologie.

Ces quatre industries/technologies qui, auparavant suivaient des voies séparées, sont actuellement intégrées pour fournir des produits sophistiqués au secteur de la santé, qui devient à son tour un consommateur de produits très complexes. Globalement, la tendance consiste à réduire les soins coûteux en

milieu hospitalier pour privilégier la prévention et dispenser des soins ambulatoires et à domicile (Eliasson, 1997c). L'industrie des instruments médicaux a réussi à associer les technologies médicales à des technologies mécaniques et d'information pour produire de nouveaux dispositifs de détection précoce des maladies, de chirurgie (par exemple, Elekta en Suède), de dialyse rénale (par exemple, Gambro en Suède), etc. L'industrie pharmaceutique puise de plus en plus dans la biotechnologie, secteur qui il y a tout juste vingt ans n'existait pas sous la forme qu'on lui connaît aujourd'hui (Eliasson et Eliasson, 1996, 1997) et tous ces facteurs se combinent et s'intègrent aux soins.

Les soins de santé sont un produit de luxe, un service qui est élaboré grâce aux technologies dans les pays riches qui en ont les moyens. Le fait que les soins de santé soient traditionnellement gérés et produits par le secteur public fait que le gouvernement est un acteur de premier plan dans le développement de cette industrie, mission à laquelle on peut envisager comme alternative à la fois la privatisation des soins et la mise au point de systèmes d'assurance sociale qui dispensent des services de soins répartis équitablement pour un coût raisonnable.

Étant donné que ces quatre industries font un usage intense des technologies de l'information et des communications, ainsi que de la nouvelle biochimie – la technologie de la microbiologie par exemple – le secteur de la santé jouera un rôle essentiel dans le développement de la nouvelle industrie de la biotechnologie et dépendra dans une mesure extrême de la présence sur place d'une industrie des TI ultramoderne. Là encore, les conséquences au niveau de l'action gouvernementale sont claires : si la production des services de soins dans le secteur de la santé n'est pas avancée et innovante et si l'accès au capital-risque et aux autres services de soutien financier ne sont pas efficaces, le secteur dans son ensemble se développera lentement dans ce qui constitue aujourd'hui dans les pays industriels le bloc de compétences industrielles le plus à la pointe du progrès. Or, pour prendre l'exemple du secteur de la santé suédois (voir Eliasson, 1997c), ce qui manque aujourd'hui, ce n'est pas l'innovation, mais plutôt l'esprit d'entreprise et la création de nouvelles industries financées par le capital-risque. Il est aussi révélateur que le développement de cette industrie en Suède ait été rapide dans les domaines où les grandes entreprises participent aux activités, par exemple celui des instruments médicaux, mais ait pris du retard aussi bien en Suède qu'en Europe (par rapport aux États-Unis), dans les domaines où les petites entreprises privées et l'investissement en capital-risque dominant. Le gouvernement a assurément un rôle à jouer à cet égard en veillant à ce que tous les acteurs nécessaires du bloc de compétences soient présents et actifs.

VIII. RÉCAPITULATION DES POLITIQUES SUIVIES

Il est certain que, dans le passé, la politique industrielle a été orientée vers la croissance économique et guère plus. Le modèle politique suédois est un exemple célèbre et je formulerai en guise de conclusion quelques observations sur ce modèle, car on ne peut prétendre qu'il fonctionne dans la perspective de cette analyse. Le problème de la répartition doit également être tranché ; et cela doit être fait dans le cadre de l'évaluation du rôle de l'éducation, du marché du travail et de l'assurance (sociale) dans l'élaboration de la politique industrielle (Eliasson, 1992*b*). C'est là un problème clé : imaginez ce qu'il adviendra à la distribution si l'industrie dans un pays très riche confronté à la concurrence mondiale ne parvient pas à se régénérer.

Le modèle politique suédois

Le modèle politique suédois (tableau 6) est bien connu pour sa capacité (autrefois) à concilier les intérêts de l'industrie, de la main-d'œuvre et du gouvernement et à réduire au minimum l'agitation sociale (Eliasson et Ysander, 1983). Toutefois, sa responsabilité dans le processus de concentration des industries et de domination des grandes entreprises et, peut-être comme retombée des politiques suivies, dans le blocage sur le plan technologique et celui des compétences de l'industrie suédoise dans une technologie aujourd'hui obsolète, n'a pas encore été analysée à fond (à ce sujet voir Glete, 1996).

L'idée de base est de laisser la responsabilité de l'investissement et de la production à ceux à qui elle incombe, autrement dit à l'entreprise (point 1) et d'empêcher la main-d'œuvre d'entraver l'introduction de nouvelles technologies (point 2) mais de soumettre les entreprises à la discipline du marché ouvert (point 2). Pour se prémunir contre les risques liés au marché du travail qui devraient en découler, une politique active du marché du travail (point 3) a été mise au point pour que les travailleurs quittent les secteurs en déclin pour se

Tableau 6. **Le modèle politique suédois**

-
1. Non-ingérence dans le système de production
 2. Liberté d'entrée et de sortie (échanges et technologies)
 3. Politique active du marché du travail
 4. Redistribution grâce à l'impôt et à la croissance du secteur public
-

Source : Eliasson (1988).

diriger vers les entreprises en plein essor et pour que les accords-cadres sur les salaires garantissent que le niveau du salaire moyen reste suffisamment bas pour assurer des bénéfices importants aux entreprises qui investissent et se développent.

Pour rendre le système politiquement acceptable, un quatrième point, à savoir la « redistribution », a été ajouté. Ce système a fonctionné tant que les entreprises suédoises de pointe étaient globalement très compétitives, tant qu'il existait une réserve de salariés faiblement rémunérés dans les exploitations agricoles et les campagnes du Nord pour maintenir à des niveaux raisonnables la rémunération du travail, un marché du travail dual similaire au marché du travail qui s'est créé ces dernières années au Japon, et tant que la volonté du gouvernement d'utiliser la fiscalité et l'action politique pour redistribuer les revenus étaient très limitée. Vers le milieu des années 60, les prélèvements fiscaux et la part du secteur public dans le PIB en Suède se situaient encore au-dessous de la moyenne européenne. A partir du milieu des années 60, la situation a commencé à changer.

Pour que les négociations salariales soient maintenues dans un cadre strict, il fallait que les bénéfices provenant des économies d'échelle soient suffisants et de telle nature que chaque partie en présence ne puissent prétendre en être à l'origine. Il fallait donc que les partenaires soient d'accord sur un modèle de répartition qui n'admette qu'un petit nombre de partenaires dans les négociations, autrement dit les grandes sociétés et les centrales syndicales. Cette situation était de plus en plus reflétée par la législation, qui favorisait surtout les grandes entreprises et les syndicats au détriment des petites entreprises, des particuliers et des travailleurs exclus du marché du travail.

Ce système a favorisé une concentration sectorielle des grandes entreprises dans les industries (mécaniques) matures, qu'on ne voyait nulle part ailleurs en Europe. Le revers de la médaille était l'absence de créations d'entreprises innovantes, dont les conséquences se firent sentir lorsque les entreprises traditionnelles commencèrent à souffrir de la concurrence dans les années 70 et qu'elles réagirent en rationalisant leurs activités à l'intérieur du pays (voir tableau 3) et/ou en transférant la production à l'étranger. Jusqu'au début des années 90, les conséquences du chômage ont pu être endiguées grâce à la croissance du secteur public et au recyclage de la main-d'œuvre, moyen de ne pas comptabiliser dans les chiffres du chômage les personnes visées. Ensuite, les déficits du secteur public ont obligé à procéder à des réformes, le chômage a brusquement commencé à augmenter et l'économie suédoise a connu le sort de nombreuses économies européennes confrontées aux mêmes problèmes, quoique sa situation fût exceptionnellement mauvaise (voir Andersson, Carlsson, Eliasson *et al.*, 1993). L'effet secondaire le plus grave est peut-être que le système de revitalisation des industries en a souffert. Cet exemple illustre comment des politiques qui

semblent appropriées à court terme et à moyen terme peuvent à long terme se révéler très néfastes¹⁹.

Répartition

A condition que la population soit préparée sur le plan politique à supporter des réformes de grande ampleur et leurs conséquences sur la répartition, la croissance économique peut toujours être générée comme il est décrit ci-dessus, tant que les compétences industrielles et l'innovation sont suffisantes pour qu'une part importante de la production industrielle garde sa compétitivité au niveau international.

Vers le milieu des années 60, non seulement la Suède, mais le monde industriel dans son ensemble, ont commencé à croire, au vu de la croissance tendancielle qui s'était maintenue sans faiblir jusqu'alors, que les pays riches pouvaient se payer le luxe de procéder à des réformes à un rythme plus lent et assurer une répartition plus équitable des revenus. Les instruments proposés par le modèle WAD étaient la fiscalité et les subventions. Compte tenu des difficultés des secteurs publics, du ralentissement de la croissance, de la baisse de compétitivité et de la montée du chômage dans une grande partie du monde industriel, la politique consistant à transmettre les habitudes de consommation des générations actuelles aux générations futures ne semble pas avoir été inspirée par des conseils très judicieux.

Un autre problème, dont on a pris conscience entre-temps, est que les politiques ambitieuses de redistribution ont été contrecarrées par le marché et l'on s'est vite rendu compte (au niveau de l'administration politique) qu'elles ne pouvaient être menées à bien que si l'on pesait davantage sur les mécanismes du marché (point 1 dans le tableau 6).

En un laps de temps relativement bref, plusieurs pays européens – et, là encore, la situation de la Suède était critique – se sont retrouvés impliqués par le bais de la législation, la réglementation, la fiscalité et les subventions, dans un fatras incompréhensible d'activités économiques dont la responsabilité était auparavant déléguée aux marchés, et responsables de la protection sociale de populations, dans une mesure bien supérieure à celle assumable par n'importe quel acteur public. Au lieu de créer un système d'assurance adapté sur le marché du travail, le législateur a obligé les entreprises et les organismes publics à payer sans leur donner les moyens d'appliquer les réformes. Les unités de production gérées par les pouvoirs publics étaient incapables d'éliminer les activités inefficaces. Les mécanismes de sortie (point 4 dans le tableau 4) étant en grande partie bloqués, le processus d'entrée ralenti et la main-d'œuvre généreusement bloquée dans les entreprises existantes, tout le processus de réforme structurelle qui accompagne la croissance tomba au point mort. Comme il a déjà été expliqué

en détail pour la Suède dans une étude datant de 1985²⁰, cela ne pouvait qu'entraîner une disparité croissante dans les revenus et les richesses. Les entreprises et les particuliers compétents continueraient à gagner des revenus importants. Les impôts ne seraient pas suffisants pour financer les services de protection sociale offerts par le gouvernement et les déficits publics feraient grimper les taux d'intérêt, au profit des épargnants et des nantis. Il se peut, en fait, que le conflit entre répartition et croissance soit en grande partie mal compris.

NOTES

1. Il existe un document d'accompagnement (1997*b*) qui définit le rôle du dirigeant d'entreprise dans l'EOE. Contrairement à l'opinion courante, le responsable des politiques a une tâche beaucoup plus difficile que le dirigeant d'entreprise. Il ne peut rien prévoir car, simultanément, ses initiatives influent de manière significative sur l'environnement et il doit aussi prendre en compte les réponses stratégiques importantes de tous les acteurs sur le marché. Les conséquences de mesures mal adaptées prises par le gouvernement sont beaucoup plus graves qu'elles ne le sont dans le cas d'un dirigeant d'entreprise. Enfin, quelles que soient ses compétences par ailleurs, en raison du programme politique qu'il défend, il lui est impossible de renoncer rapidement à une politique inadaptée (Eliasson, 1990*a*).
2. Il n'est pas particulièrement édifiant de lire les textes d'orientation théorique des années 60, 70 et même d'une bonne partie des années 80 et de constater que les préalables implicites du modèle WAD non seulement limitent l'analyse mais donnent un rôle dominant, toujours bénéfique au gouvernement. Je le sais moi-même d'expérience; voir Eliasson, 1984*b*.
3. La théorie moderne de la communication permet d'introduire un « élément de rationalité » dans le sens restreint d'une information répartie de façon asymétrique, mais pouvant faire l'objet d'échanges. Cela ne modifie pas sensiblement l'argument exposé ci-dessus.
4. La plupart des articles rédigés récemment sur le modèle WAD supposent tacitement en fait que les coûts de l'information sont nuls, conformément à la tradition de l'acteur walrasien, qui ne fait pas rémunérer ses services.
5. En fait, il est rare qu'elles puissent être démontrées avec certitude, par exemple en apportant la preuve qu'un produit ou une entreprise d'avenir ont pratiquement été abandonnés comme le Losec produit par Astra, médicament prescrit sur ordonnance qui est actuellement la spécialité la mieux vendue sur le marché mondial (Eliasson et Eliasson, 1997) et Ericsson Mobile Telephony (Eliasson, 1995). En fait, la société Tetra Pac était sur le point de fermer définitivement en 1965 (voir Rydenfelt, 1995). L'enseignement que l'on peut tirer de ces faillites évitées de justesse qui, on le sait maintenant, ont tourné à la réussite, est qu'il doit exister un nombre beaucoup, beaucoup plus grand d'entreprises qui ont réellement déposé leur bilan, ce qui donne à penser là encore que les coûts du second type d'erreurs peuvent être considérables et que, dans leurs pratiques, les entreprises comme les responsables des politiques

préfèrent probablement minimiser à l'excès le premier type d'erreurs. Malheureusement, ces pratiques sont approuvées en théorie par les tenants du modèle WAD.

6. Elle n'est pas vraiment moderne ou nouvelle. Marshall (1979) l'a déjà évoquée, lorsqu'il a introduit la notion de *districts industriels*. Pour une analyse de la façon dont la notion de districts industriels de Marshall rejoint cet argument, voir Laestadius (1997).
7. Pour la démonstration mathématique, voir Eliasson (1976, p. 191ff; ou 1996a, pp. 76ff et 114).
8. Il faut le distinguer des formations de grappes d'industries en fonction des facteurs de production ou des technologies tels que les *blocs de développement* de Dahmén (1950) qui ont une définition matérielle et les *systèmes technologiques* de Carlsson (1995), qui représentent une technologie générique, celle des robots par exemple, qui peut être utilisée dans de nombreux secteurs.
9. Voir la production intégrée dans Eliasson (1996b) et l'organisation KaroBio dans Eliasson et Eliasson (1997), qui permet à une grappe d'entreprises spécialisées d'obtenir des rendements plus élevés en participant à un bloc de compétences plus étendu dans lequel les acteurs coopèrent.
10. Eliasson (1990a). Souvent, ces tâches d'identification et de sélection sont mieux exécutées à l'intérieur d'un bloc de compétences décentralisées, surtout dans le cas de la nouvelle catégorie d'industries de pointe (Eliasson, 1997c).
11. Mais une forte intensité de R-D dans la production n'est pas synonyme de haute technologie. Voir Laestadius (1996).
12. L'argument d'Eliasson (1997d) est que les investisseurs en capital-risque « peu avisés », comme « les banquiers », ne saisissent pas les idées des entrepreneurs et ne proposent qu'un financement d'un coût peu raisonnable. S'il n'y a que des « banquiers » sur le marché, comme c'est le cas en Europe, les entrepreneurs seront livrés à eux-mêmes et, quand ils seront sur le point de déposer leur bilan, ils se feront dépouiller.
13. Ce qui rend plus complexe, mais ne modifie pas l'argument sur le fond (Eliasson, 1996a).
14. Les entreprises qui entrent sur le marché ne sont pas plus performantes en moyenne que les entreprises en place, mais la gamme des performances est beaucoup plus étendue et seuls les plus performants survivent (Granstrand, 1986; Granstrand et Sjölander, 1990).
15. Sur les marchés inefficients, notamment les marchés financiers, le processus de sélection peut ne pas bien opérer et des entreprises ayant des performances supérieures à la moyenne peuvent accidentellement sortir du marché.
16. Ce mécanisme de croissance est explicite dans le modèle suédois qui passe du niveau microéconomique au niveau macroéconomique. Voir Eliasson (1977, 1985, 1991, 1996c).
17. C'est exactement ce qui entretient la croissance endogène dans le modèle suédois qui passe du niveau microéconomique au niveau macroéconomique (Eliasson 1977,

1991, 1996c). La difficulté est d'obtenir une représentation réaliste du processus d'innovation, sur lequel nous savons très peu de choses.

18. Voir Eliasson (1996b), chez qui cette intégration est illustrée par ce que l'on appelle la « production intégrée ».
19. Ces conséquences peuvent être recréées en suivant le même cheminement grâce aux modèles de simulation du type utilisé dans l'EOE. Voir Eliasson (1996c), Eliasson et Taymaz (1993).
20. Voir chapitre VII (« New institutions, A Changing Market Organisation and Modified Social Values – Horizon 2000 ») dans *Att rätt värdera 90-talet*; The IUI Long-term Survey, Stockholm, 1985.

BIBLIOGRAPHIE

- ANDERSSON, Thomas, Bo CARLSSON, Gunnar ELIASSON *et al.* (1993), *Den långa vägen* (The Long Road), IUI, Stockholm.
- Att rätt värdera 90-talet* (Choosing the Right '90s), *IUIs långtidsbedömning 1985*, IUI, Stockholm.
- ARROW, Kenneth J. (1962), « Economic Welfare and the Allocation of Resources for Invention », dans R. Nelson (éd.), *The Rate and Direction of Inventive Activity: Economic and Social Factors*, NBER, Princeton University Press, Princeton.
- BALLOT, Gérard et Erol TAYMAZ (1996), « Human Capital, Technological Lock-in and Evolutionary Dynamics », document présenté à la 6^e International Conference of the Joseph A. Schumpeter Society, Stockholm, 2-5 juin. A paraître dans G. Eliasson et C. Green (éd.) (1998).
- CARLSSON, Bo (éd.) (1995), *Technological Systems and Economic Performance: The Case of Factory Automation*, Kluwer Academic Publishers, Boston/Dordrecht/Londres.
- CARLSSON, Bo (éd.) (1997), *Technological Systems and Industrial Dynamics*, Kluwer Academic Publishers, Boston/Dordrecht/Londres.
- CARLSSON, Bo, Gunnar ELIASSON et Erol TAYMAZ (1997), « The Macroeconomic Effects of Technological Systems: Micro-macro Simulation », dans B. Carlsson (éd.).
- CLOWER, Robert W. (1996), « A Theory of Economic Growth », document présenté à la 6^e International Conference of the Joseph A. Schumpeter Society, Stockholm, 2-5 juin. A paraître dans G. Eliasson et C. Green (éd.) (1998).
- COASE, R.H. (1937), « The Nature of the Firm », *Economica*, IV (13-16), novembre, pp. 386-405.
- COMMONS, John R. (1893), *Distribution of Wealth*, New York.
- COMMONS, John R. (1934), *Legal Foundations of Capitalism*, New York.
- DAHLMAN, C.J. (1979), « The Problem of Externality », *Journal of Law and Economics*, pp. 141-162.
- DAHÉN, Erik (1950), *Svensk industriell företagarverksamhet* (Entrepreneurial Activity in Swedish Industry, 1919-39), IUI, Stockholm. Aussi publié en 1970 par l'American Economic Association Translation Series sous le titre « Entrepreneurial Activity and the Development of Swedish Industry, 1919-1939 ».

- DAY, Richard H. et Gunnar ELIASSON (éd.) (1986), *The Dynamics of Market Economies*, IUI, Stockholm et North-Holland, Amsterdam.
- ELIASSON, Gunnar (1976), *Business Economic Planning – Theory, Practice and Comparison*, John Wiley and Sons, Londres, etc.
- ELIASSON, Gunnar (1977), « Competition and Market Processes in a Simulation Model of the Swedish Economy », *American Economic Review*, 67 (1), pp. 277-281.
- ELIASSON, Gunnar (1984a), « Micro Heterogeneity of Firms and Stability of Growth », *Journal of Behavior and Economic Organization*, 5 (3-4), septembre-décembre, pp. 249-298.
- ELIASSON, Gunnar (1984b), « The Micro-Foundations of Industrial Policies », dans A. Jacquemin (éd.) (1984), *European Industry, Public Policy and Corporate Strategy*, Oxford University Press. Aussi IUI Booklet n° 173, Stockholm.
- ELIASSON, Gunnar (1985), *The Firm and Financial Markets in the Swedish Micro-to-Macro Model: Theory, Model and Verification*, IUI, Stockholm.
- ELIASSON, Gunnar (1987), *Technological Competition and Trade in the Experimentally Organized Economy*, Research Report No. 32, IUI, Stockholm.
- ELIASSON, Gunnar (1988), « Schumpeterian Innovation, Market Structure and the Stability of Industrial Development », dans H. Hanusch (éd.), *Evolutionary Economics: Applications of Schumpeter's Ideas*, Cambridge University Press, Cambridge.
- ELIASSON, Gunnar (1990a), « The Firm as a Competent Team », *Journal of Economic Behavior and Organization*, 13 (3), pp. 275-298.
- ELIASSON, Gunnar (1990b), « The Knowledge-based Information Economy », chapitre 1 dans G. Eliasson et S. Fölster et al. (1990), *The Knowledge-based Information Economy*, IUI, Stockholm.
- ELIASSON, Gunnar (1991), « Modeling the Experimentally Organized Economy », *Journal of Economic Behavior and Organization*, 16 (1-2), pp. 153-182.
- ELIASSON, Gunnar (1992a), « Business Competence, Organizational Learning, and Economic Growth: Establishing the Smith-Schumpeter-Wicksell (SSW) Connection », dans F.M. Scherer et M. Perlman (éd.) (1992), *Entrepreneurship, Technological Innovation, and Economic Growth. Studies in the Schumpeterian Tradition*, The University of Michigan Press, Ann Arbor.
- ELIASSON, Gunnar (1992b), *Arbetet (Work)*, IUI, Stockholm.
- ELIASSON, Gunnar (1993), « A Note: On Privatization, Contract Technology and Economic Growth », dans R.H. Day, G. Eliasson et C. Wihlborg (éd.), *The Markets for Innovation, Ownership and Control*, IUI, Stockholm et North-Holland, Amsterdam.
- ELIASSON, Gunnar (1995), *Teknologigenerator eller nationellt prestigeprojekt? Exemplet svensk flygindustri*, City University Press, Stockholm.
- ELIASSON, Gunnar (1996a), *Firm Objectives, Controls and Organization – The Use of Information and the Transfer of Knowledge Within the Firm*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht/Boston/Londres.
- ELIASSON, Gunnar (1996b), « Spillovers, Integrated Production and the Theory of the Firm », *Journal of Evolutionary Economics*, 6, pp. 125-140.

- ELIASSON, Gunnar (1996c), *Endogenous Economic Growth through Selection*, dans A. Harding (éd.), *Micro-simulation and Public Policy*, North Holland, Amsterdam.
- ELIASSON, Gunnar (1996d), « The Venture Capitalist as a Competent Outsider », mimeo INDEK, KTH, Stockholm.
- ELIASSON, Gunnar (1996e), « On the Micro Foundations of Economic Growth – Human Capital, Firm Organization and Competitive Selection », document présenté à l'International Conference on Self-organization and Evolutionary Economies. New Developments (CNAM), Paris, 30 septembre-4 octobre.
- ELIASSON, Gunnar (1996f), *The Use of Highly Educated People in Production*, KTH, TRITA-IEO R, 1996:10.
- ELIASSON, Gunnar (1997a), « From Plan to Market », à paraître dans le *Journal of Economic Behavior and Organization*.
- ELIASSON, Gunnar (1997b), *The Nature of Economic Change and Management in the Knowledge-based Information Economy*, document préparé pour la 14^e Nordic Conference on Business Studies in Bodø, 14-17 août.
- ELIASSON, Gunnar (1997c), Hälso- och sjukvårdsindustrin – ett kompetensblock med stor affärspotential, KTH, INDEK, T/RITA 97:03.
- ELIASSON, Gunnar (1997d), « General Purpose Technologies, Industrial Competence and Economic Growth », dans B. Carlsson (éd.) (1997).
- ELIASSON, Gunnar et Åsa ELIASSON (1996), « The Biotechnological Competence Bloc », *Revue d'Economie Industrielle*, 78, 4^e trimestre.
- ELIASSON, Gunnar et Åsa ELIASSON (1997), *The Biotechnological and Pharmaceutical Competence Bloc*, dans B. Carlsson (éd.).
- ELIASSON, Gunnar et Christopher GREEN (éd.) (1998), *The Micro Foundations of Economic Growth*, University of Michigan Press, Ann Arbor.
- ELIASSON, Gunnar et Thomas LINDBERG (1981), « Allocation and Growth Effects of Corporate Income Taxes », dans G. Eliasson et J. Södersten (éd.), *Business Taxation, Finance and Firm Behavior*, Conference Reports 1981:1, IUI, Stockholm.
- ELIASSON, Gunnar et Bengt-Christer YSANDER (1983), « Sweden: Problems of Maintaining Efficiency Under Political Pressure », dans B. Hindley (éd.), *State Investment Companies in Western Europe*, Trade Policy Research Centre, Londres.
- ELIASSON, Gunnar et Erol TAYMAZ (1993), « The Limits of Policy Making: An Analysis of the Consequences of Boundedly Rational Government using the Swedish Micro-to-Macro Model (MOSES) », Working Paper No. 333, IUI, Stockholm.
- GLETE, Jan (1996), « Entrepreneurs and Social Elites: Some Reflections on the Case of Sweden », document présenté à la 6^e International Joseph A. Schumpeter Conference, Stockholm, 2-5 juin. A paraître dans G. Eliasson et C. Green (éd.) (1998).
- GRANSTRAND, Ove (1986), « On Measuring and Modeling Innovative New Entry in Swedish Industry », dans R.H. Day et G. Eliasson (éd.).
- GRANSTRAND, Ove and Sören SJÖLANDER (1990), « The Acquisition of Technology and Small Firms by Large Firms », *Journal of Economic Behavior and Organization*, 13 (3), pp. 367-386.

- LAESTADIUS, Staffan (1996), « Technology Level, Knowledge Formation and Industrial Competence within Paper Manufacturing », document présenté à la 6^e International Joseph A. Schumpeter Conference, Stockholm, 2-5 juin. A paraître dans G. Eliasson et C. Green (éd.) (1998).
- LAESTADIUS, Staffan (1997), « Marshall on New Growth Theory », mimeo, INDEK, KTH, Stockholm.
- MARSHALL, Alfred (1919), *Industry and Trade*, Londres.
- MALINVAUD, E. (1967), « Decentralized Procedures in Planning », dans E. Malinvaud et M.O.L. Bacharach (éd.) (1967), *Activity Analysis in the Theory of Growth and Planning*, Macmillan, Londres.
- NORTH, D.C. et R.P. Thomas (1970), « An Economic Theory of the Growth of the Western World », *The Economic History Review*, 2nd series, 22 (1), pp. 1-17.
- NORTH, D.C. et R.P. Thomas (1973), *The Rise of the Western World: A New Economic History*, Cambridge University Press, Cambridge, MA.
- PALANDER, Tord (1941), « Om 'Stockholmsskolans' begrepp och metoder. Metodologiska reflexioner kring Myrdals 'Monetary Equilibrium' », *Ekonomisk Tidskrift*, Årg. XLIII, n° 1, mars, pp. 88-143.
- PELIKAN, Pavel (1986), « Why Private Enterprise? Towards a Dynamic Analysis of Economic Institutions and Policies », dans *IUI Yearbook 1986-1987*, Stockholm.
- PELIKAN, Pavel (1989), « Evolution, Economic Competence, and the Market for Corporate Control », *Journal of Economic Behavior and Organization*, 12 (3), décembre, pp. 279-303.
- RYDENFELT, Sven (1995), *Sagan om Tetrapak*, Fisher and Co., Trelleborg.
- SALTER, W.E.G. (1960), *Productivity and Technical Change*, Cambridge University Press, Cambridge, MA.
- SCHUMPETER, Joseph A. (1942), *Capitalism, Socialism and Democracy*, Harper and Row, New York.
- WICKSELL, Knut (1898), *Geldzins und Güterpreise*(traduction anglaise, *Interest and Prices*, publié par Macmillan, Londres, 1965).
- WILLIAMSON, Oliver E. (1985), *The Economic Institutions of Capitalism*, The Free Press, New York, Londres.
- WÄRNERYD, Karl (1990), *A Coordination Theory of Transaction Costs and the Firm*, Department of Economics, Stockholm School of Economics, Stockholm.
- WÄRNERYD, Karl (1994), « Transaction Costs, Institutions and Evolution », *Journal of Economic Behavior and Organization*, 25, pp. 219-239.

L'ÉVOLUTION DES STRATÉGIES DE R-D DES ENTREPRISES TRANSNATIONALES : UN DÉFI POUR LES POLITIQUES NATIONALES DE L'INNOVATION ET DE LA TECHNOLOGIE

TABLE DES MATIÈRES

I. Introduction	282
II. Méthodologie et entreprises sélectionnées	283
III. Principaux développements pertinents pour la politique technologique	286
IV. Conséquences pour la politique nationale de l'innovation et de la technologie	297
V. Un cadre pour la conception de la politique de l'innovation	309
VI. Nécessité d'une évolution de la politique nationale de l'innovation et de la technologie	314
Notes	316
Bibliographie	317

Cet article a été rédigé par M. Guido Reger du Groupe de recherche sur « L'évaluation de la technologie et les stratégies en matière d'innovation », Fraunhofer Institute for Systems and Innovation Research (ISI), Karlsruhe, Allemagne (e-mail : Re@isi.fhg.de).

I. INTRODUCTION

Depuis le début des années 80, l'internationalisation de la R-D s'est considérablement accrue tant dans le domaine de la recherche fondamentale que de la R-D industrielle. Durant les premières phases de la globalisation (années 60 et 70), les sociétés multinationales ont commencé à implanter à l'étranger leurs activités de vente, de distribution et de montage. Par la suite (fin des années 70, début des années 80), leurs efforts ont visé à aider leurs filiales étrangères ayant des capacités correspondantes en ingénierie d'application et R-D appliquée. Si initialement, les tâches des services de développement à l'étranger se bornaient à adapter les technologies de produit et de procédé du pays d'origine aux exigences locales en matière de production et de commercialisation, depuis la fin des années 80 on a constaté une tendance manifeste au renforcement de la R-D dans les pays étrangers et à l'extension du portefeuille global de compétences. Dans les implantations à l'étranger, la recherche s'est de plus en plus effectuée à un niveau élevé.

La mondialisation des activités de recherche-développement est un enjeu majeur tant pour les milieux d'affaires que pour les chercheurs universitaires et pour les responsables de l'action gouvernementale. Les grandes sociétés multinationales jouent un rôle clé dans la production et la diffusion de nouvelles connaissances technologiques (Cantwell, 1994; Nonaka et Takeuchi, 1995; Patel et Pavitt, 1992; Roberts, 1995a et 1995b). Ces dernières années, les stratégies des sociétés transnationales en matière de R-D et d'implantations internationales ont considérablement changé. Cet article décrit cette évolution sur la base de recherches empiriques effectuées dans 21 entreprises actives à l'international et évalue ses conséquences pour les politiques technologiques nationales¹.

L'encouragement par l'État de la R-D industrielle et de l'innovation repose toujours sur des présuppositions de comportement des entreprises. Notre étude a révélé un grand nombre de nouvelles tendances et de nouveaux schémas de comportement des entreprises qui imposent de modifier les méthodes utilisées jusqu'ici par les politiques publiques en matière de science et de technologie. Mais la présentation est partielle en ce sens qu'elle ne prend en compte que le point de vue des entreprises internationales; il en est de même pour les conséquences décrites de la politique de l'innovation et de la technologie. Elle ne comporte aucune analyse de l'aide à l'innovation des petites et moyennes entreprises (PME) non plus que des liens existant entre les PME et les grandes entreprises. De plus, elle suppose initialement une politique « nationale » fictive et

ne fait aucune distinction entre le niveau supranational (par exemple l'Union européenne), le niveau national (par exemple le gouvernement fédéral) et le niveau régional (par exemple les *Länder* en Allemagne).

La section II décrit la méthodologie et les entreprises sélectionnées pour composer notre échantillon. La section III résume les principaux changements intervenus dans les stratégies de R-D industrielle qui ont une influence significative sur la politique de l'innovation et de la technologie. La section IV analyse les conclusions à en tirer pour la politique de l'innovation et de la technologie et discute des nouveaux problèmes qui se posent. La section V élabore un cadre pour la politique nationale de l'innovation en réponse aux types d'innovation dominants. La dernière section résume les principales présuppositions de cet article.

II. MÉTHODOLOGIE ET ENTREPRISES SÉLECTIONNÉES

Notre étude vise à comprendre les tendances nouvelles de la R-D et les processus de prise de décision des entreprises actives à l'international. Pour ce faire, nous avons dès le départ donné à nos investigations une orientation empirique et nous nous sommes attachés à collecter nos informations auprès des responsables et des entreprises qui font la tendance. Nous avons procédé au total à 120 entretiens semi-structurés d'experts, à trois niveaux (membre de la direction, directeur de recherche, responsable de projet) dans 21 entreprises actives à l'international. Les résultats de notre enquête ont été présentés lors de trois ateliers à des représentants des entreprises et à des décideurs, et ont été abondamment discutés. Les observations et les stipulations précises formulées lors de ces ateliers ont été incorporées au rapport final de l'étude (*cf.* Gerybadze, Meyer-Krahmer et Reger, 1997).

Un échantillon empirique de 21 entreprises transnationales, opérant pour la plupart dans les secteurs de l'électronique et des technologies de l'information, la chimie et l'industrie pharmaceutique, mais aussi l'outillage et l'ingénierie de pointe (par exemple turbines et moteurs d'avions), a été constitué. Le tableau 1 donne une vision d'ensemble des entreprises étudiées. Onze d'entre elles sont implantées en Europe continentale, huit au Japon et deux aux États-Unis. Pour les raisons évoquées ci-dessus, nous avons concentré nos investigations sur les entreprises d'Europe occidentale (Allemagne, Suisse et Pays-Bas) et japonaises. Les 21 entreprises industrielles sélectionnées sont parmi les plus performantes

au monde en matière de R-D. Nombre d'entre elles s'imposent en leaders technologiques dans leur domaine d'activité spécifique et sont très avancées en termes de degré de mondialisation de la R-D.

Quatre des dix entreprises au monde ayant le plus important budget de R-D figurent dans cet échantillon (Siemens, IBM, Hitachi, et Matsushita). Notre étude a porté sur environ un tiers des 50 entreprises les plus importantes ayant le budget de R-D le plus élevé. Sur les 21 entreprises retenues, 16 consacrent chaque année plus (infiniment plus pour certaines) d'un milliard de dollars à leur R-D. Les entreprises étudiées ont une intensité de R-D (proportion des dépenses de R-D par rapport au chiffre d'affaires) supérieure à la moyenne, s'établissant à 8.3 pour cent. La plupart se caractérisent par une très forte intensité de R-D au niveau du siège, ou du moins de l'une de leurs unités d'activité².

Le tableau 1 présente non seulement l'intensité de R-D et la part de R-D étrangère, mais également une évaluation qualitative du degré de mondialisation de la R-D dans les entreprises constituant notre échantillon. Cette évaluation qualitative du degré d'internationalisation ne peut être comparée au paramètre de la part de R-D effectuée à l'étranger car elle tient compte également du degré de répartition dans le monde des activités de R-D et d'innovation, de la mondialisation de la gestion et de la culture d'entreprise et du type d'interaction et de coordination transnationale. Si l'on compare au niveau de l'entreprise les valeurs moyennes de l'intensité de R-D et de la part de R-D effectuée à l'étranger, on peut distinguer deux grappes (figure 1) :

- Un groupe d'entreprises high-tech à forte orientation mondiale qui investissent dans la R-D des sommes relativement importantes et ont implanté à l'étranger une forte proportion de leur R-D (voisine de 50 pour cent, voire supérieure). On peut citer notamment ABB, Ciba-Geigy, Eisaj, IBM, Hoechst, Philips, Roche et Sandoz.
- En dehors de ces entreprises, on trouve un groupe d'entreprises principalement actives dans le domaine de la technologie moyenne/haute, ayant dans certains cas des divisions classées high-tech mais dont l'intensité globale de R-D se situe entre 4 et 10 pour cent et qui ne sont pas aussi avancées que les premières dans le transfert à l'étranger de leurs fonctions de recherche. Parmi les entreprises de ce groupe, un petit nombre effectuent entre 20 et 30 pour cent de leur R-D à l'étranger (par exemple BASF, Siemens et Sulzer), mais dans leur majorité elles sont moins avancées pour ce qui concerne la part de leur R-D effectuée à l'étranger.

Tableau 1. **Intensité de R-D et degré d'internationalisation de la R-D au sein de notre échantillon**

Classement	Société	Intensité de R-D en % en 1993	Part de la R-D étrangère en % en 1993	Degré d'internationalisation de la R-D	Secteur industriel
1	Siemens	9.2	28	**	Ingénierie électrique
2	IBM	7.1	55	***	Informatique
3	Hitachi	6.7	2	*	Ingénierie électrique
4	Matsushita Elec.	5.7	12	**	Électronique grand public
5	ABB	8.0	90	***	Ingénierie électrique
6	NEC	7.8	3	*	Télécommunications
7	Philips	6.2	55	***	Ingénierie électrique
8	Hoechst	6.2	42	***	Chimie/industrie pharmaceutique
9	Sony	5.8	6	**	Électronique grand public
10	Ciba-Geigy	10.6	54	***	Chimie/industrie pharmaceutique
11	Bosch	6.7	9	**	Ingénierie électrique
12	Roche	15.4	60	***	Chimie/industrie pharmaceutique
13	Mitsubishi Elec.	5.2	4	*	Ingénierie électrique
14	BASF	4.5	20	**	Chimie/industrie pharmaceutique
15	UTC	5.4	5	*	Ingénierie/moteurs d'avions
16	Sandoz	10.4	50	***	Chimie/industrie pharmaceutique
17	Sharp	7.0	6	*	Électronique grand public
18	Kao	4.6	13	**	Chimie/cosmétiques
19	Eisaj	13.2	50	**	Chimie/industrie pharmaceutique
20	Sulzer	3.4	27	**	Ingénierie de pointe
21	MTU	Env. 25	—	*	Ingénierie/moteurs d'avions

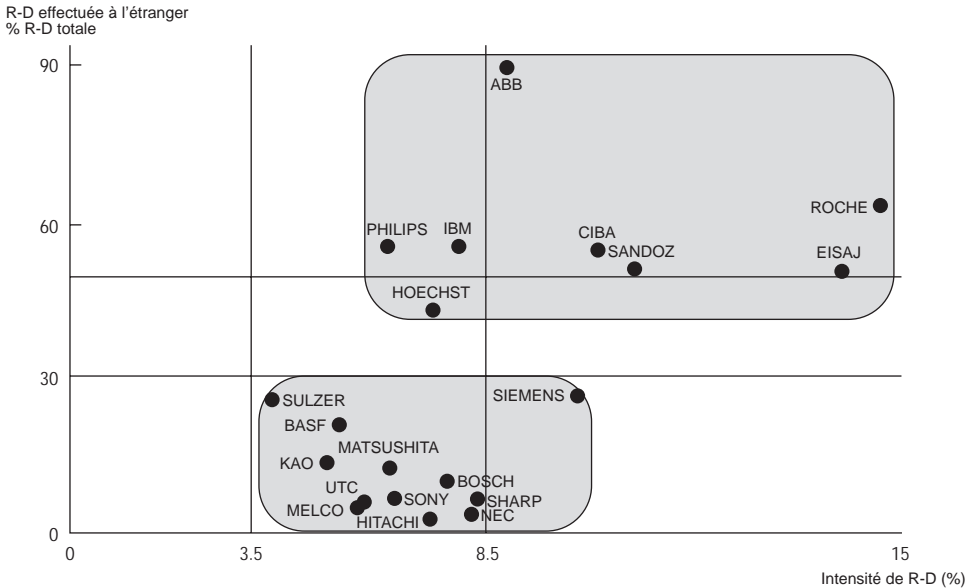
*** Mondialisation de la R-D très avancée.

** Mondialisation de la R-D supérieure à la moyenne.

* Internationalisation de la R-D relativement faible.

Source : Base de données sur les statistiques des investissements internationaux en R-D (INTERIS) et base de données ISI sur les activités internationales en matière de recherche et d'innovation (ISI-DORIA).

Figure 1. **Intensité de R-D et proportion de la R-D effectuée à l'étranger dans les entreprises analysées**



Source : Base de données sur les statistiques des investissements internationaux en matière de R-D (INTERIS) et base de données ISI sur les activités internationales en matière de recherche et d'innovation (ISI-DORIA).

III. PRINCIPAUX DÉVELOPPEMENTS PERTINENTS POUR LA POLITIQUE TECHNOLOGIQUE

De la fabrication de matériel de production à l'entreprise mondiale d'acquisition de connaissances

Si, jusqu'à la fin des années 70, la situation se caractérisait essentiellement par la domination d'un centre mondial de la recherche et de l'innovation (les États-Unis dans de nombreux domaines technologiques importants et l'Europe de

l'Ouest dans certains autres tels que la chimie), on peut dire désormais que pour les domaines importants deux à trois centres émergent au sein des pays de la Triade. Ces centres se livrent entre eux une concurrence féroce et leur classement change très rapidement. Du fait de cette évolution, des entreprises qui ont un leadership en matière de R-D doivent démontrer leur présence dans plusieurs implantations à la fois, y établir des structures suffisamment compétentes et étendues et réagir aussi rapidement que possible aux changements dynamiques affectant les avantages relatifs liés à l'implantation.

C'est pourquoi des centres de R-D et des capacités de développement des produits ont été établis au sein de la même entreprise dans différents sites de la Triade dans le cadre de stratégies d'intégration entrepreneuriale. Parallèlement, les entreprises ont tenté, par le biais d'exercices de R-D en collaboration et d'alliances stratégiques dont le nombre a considérablement augmenté depuis le milieu des années 80, de constituer des réseaux aussi rapidement et de manière aussi flexible que possible entre des centres de compétences dispersés au niveau des établissements et au niveau régional. Au cours des années 80, ces stratégies ont entraîné des problèmes de coordination grandissants qui ont conduit à de nouveaux efforts de regroupement tant dans les entreprises internationales que parmi les décideurs des politiques scientifiques et technologiques nationales. Ainsi, dans plusieurs entreprises internationales bien connues, une tendance plus marquée à la constitution de centres mondiaux indépendants a succédé, vers le milieu des années 90, à une phase initiale et euphorique de décentralisation de la R-D.

Ce développement est lié à l'assainissement budgétaire de la R-D observé dans la quasi-totalité des pays de l'OCDE. Tant dans les établissements publics que dans les entreprises privées, on se rapproche de plus en plus des limites de « finançabilité » de la R-D. Dans les pays hautement industrialisés, un montant de dépenses de R-D équivalant à 3 pour cent du PIB représente une sorte de barrière à ne pas franchir. Dans certains des principaux pays industrialisés, cette proportion a été encore réduite ces dernières années : en Allemagne, la part des dépenses de R-D dans le produit intérieur brut est passée de 2.88 pour cent en 1987 à 2.48 pour cent en 1993 et aux États-Unis elle est passée de 2.84 pour cent à 2.72 pour cent. Les entreprises effectuant une R-D de pointe font également état de problèmes extrêmes de financement (sur une base d'économie privée) de certains paramètres que leur impose la concurrence internationale (par exemple d'un montant de dépenses de R-D représentant plus de 10 pour cent de leur chiffre d'affaires).

Dans les entreprises et les établissements publics, cet assainissement budgétaire conduit dans un premier temps à des approches à courte vue, se caractérisant par une orientation plus nette vers les applications et une diminution correspondante de la recherche orientée vers le long terme. Dans bon nombre

d'entreprises, ce phénomène a conduit à un affaiblissement de la recherche centrale et à une montée en puissance de la R-D divisionnaire. Dans les universités et les instituts publics de recherche, des priorités politiques et budgétaires modifiées ont fréquemment conduit à une pression court-termiste et à l'atrophie des compétences de recherche à long terme.

Mais un déséquilibre entre recherche stratégique et développement orienté vers les applications peut avoir des conséquences graves car dans les domaines à forte intensité d'innovation qui portent la promesse d'une croissance future, la relation recherche stratégique-développement-innovation est fondamentalement altérée. Les centres de recherche et les entreprises internationales tirent de plus en plus leurs avantages concurrentiels d'un lien étroit et non altéré entre connaissance fondamentale et connaissance appliquée. Des processus intégrés de développement des produits, une ingénierie simultanée et des liens de plus en plus étroits entre la R-D, la production et le marketing s'imposent progressivement comme les principes qui façonnent la gestion de l'innovation.

Pour ce qui est des activités de R-D, c'est un fait que les changements de structure déclenchent des changements décisifs en reliant les éléments de la chaîne de valeur tant à l'intérieur des entreprises (par exemple dans la coordination des questions transdisciplinaires) qu'entre entreprises (adoption de formes très différentes de coopération en R-D). De plus en plus, la vision traditionnelle de l'entreprise internationale est repensée; on ne s'attache plus à optimiser un matériel de production, à établir ses implantations en fonction de facteurs de coûts théoriques; on s'intéresse davantage à l'entreprise globale d'apprentissage, à l'acquisition de connaissances sur les différentes options dans les principaux centres d'intelligence et à leur transformation aussi rapide que possible en produits commercialisables.

D'une part, ce phénomène confirme que *la mondialisation suit des paradigmes différents dans différentes fonctions entrepreneuriales* : l'internationalisation des marchés est déterminée par la recherche de marchés présentant une grande élasticité au revenu et une faible élasticité au prix dans des conditions de libéralisation des échanges mondiaux (« logique d'échange »), la transnationalisation des sites de production est commandée par le régime des possibilités de production (effectif, coûts, autres avantages comparatifs, proximité par rapport au marché) (« logique de production »); enfin, la mondialisation se caractérise par la poursuite d'une compétence du système à travers un approvisionnement mondial en R-D et par la nécessité pour les entreprises mondiales d'innover en permanence (« logique de l'innovation ») (voir Gordon, 1994). Par ailleurs, nos résultats montrent que les « trois mondes » dont l'existence est posée en postulat de cette approche théorique entrent en collisions répétées si bien que les différents paradigmes refusionnent dans une certaine mesure.

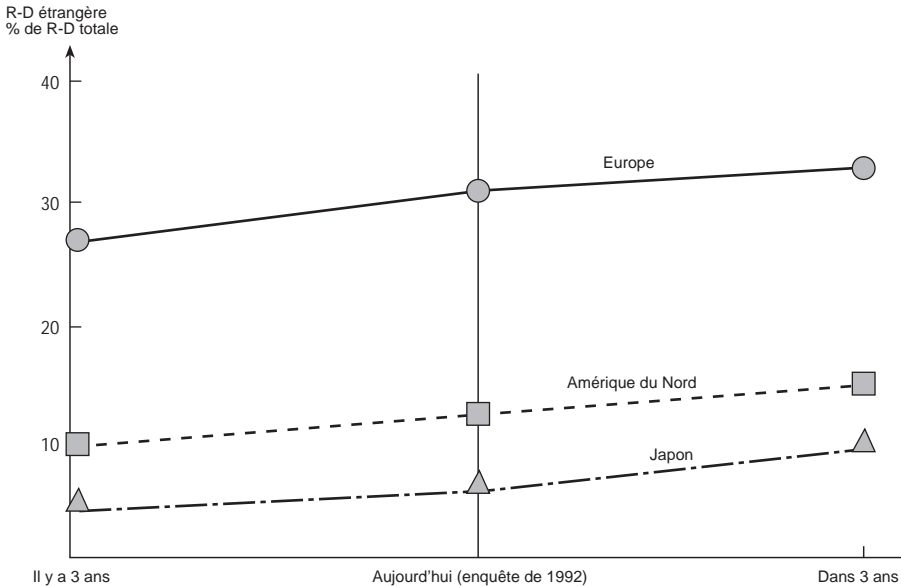
La tendance soutenue à l'internationalisation de la R-D et ses motivations

Dans la plupart des entreprises internationales à forte intensité de R-D, le degré d'internationalisation de la recherche, du développement et de l'innovation n'a cessé de s'accroître tout au long des années 80 et 90. La tendance à l'internationalisation de la R-D peut être observée dans les entreprises ayant leur siège en Allemagne : en 1970, le montant de la R-D effectuée par Hoechst à l'étranger ne représentait que 5 pour cent de ses dépenses totales de R-D, alors qu'en 1995, il représentait près de 50 pour cent; la tendance à l'internationalisation a été particulièrement forte dans les années 80 et au début des années 90. En 1993, la part du personnel de R-D employé à l'étranger était chez Siemens de 28 pour cent; sur la période 1989-93, elle est passée à 60 pour cent, tandis qu'en Allemagne les effectifs de ses services de R-D n'augmentaient que de 6 pour cent. Parmi les entreprises que nous avons étudiées, de nouveaux efforts de mondialisation et des tendances au déplacement de la R-D vers des implantations à l'étranger s'inscrivent désormais de manière explicite dans leur politique et leur stratégie de R-D pour la deuxième moitié des années 90.

Une enquête effectuée au sein du MIT, en collaboration avec PA et publiée récemment, a analysé 244 entreprises ayant une activité mondiale et représentant ensemble 80 pour cent des dépenses totales de R-D industrielle au Japon, aux États-Unis et en Europe occidentale. L'enquête a consisté à demander à ces entreprises quelle a été l'évolution sur les trois dernières années de la part de leur R-D effectuée à l'étranger et quelles sont leurs prévisions dans ce domaine pour les trois années à venir. Comme le montre la figure 2, les entreprises européennes ont la plus forte proportion de R-D effectuée à l'étranger (environ 30 pour cent mais elles mettent l'accent sur les unités de R-D implantées dans d'autres pays européens), suivies des entreprises américaines et japonaises. Ces dernières années, les entreprises des trois régions de la Triade ont accru la part de leur R-D effectuée à l'étranger et elles l'augmenteront encore dans l'avenir. Ce résultat confirme les déclarations spécifiques obtenues dans le cadre de notre étude empirique : sur la période 1980-95, toutes les entreprises analysées, sans exception, ont fortement accru la part de leur R-D effectuée à l'étranger. Dans la majorité d'entre elles, la stratégie de R-D consiste à étoffer et à renforcer leurs unités de R-D à l'étranger.

La mondialisation de la recherche et de l'innovation est relativement avancée dans les branches et les secteurs de produits qui génèrent une grande quantité de connaissances et présentent des produits et des systèmes de recherche fortement différenciés d'un pays à l'autre. Jusqu'ici, le rythme de la mondialisation était fixé par certains secteurs de l'industrie chimique/pharmaceutique (en particulier l'agrochimie, le secteur pharmaceutique et les biotechnologies) et par le secteur des technologies de l'information (semi-conducteurs, informatique, télécommunications, électronique grand public). Mais, si l'on peut s'attendre à un

Figure 2. Proportion de la R-D étrangère dans l'échantillon d'entreprises sélectionnées en Europe occidentale, aux États-Unis et au Japon



Source : Résultats de l'étude conjointe MIT/PA, résumée dans Roberts (1995a, p.55).

certain rattrapage de la tendance à l'internationalisation de la R-D dans les branches où la production et le montage représentent encore une part importante de la valeur ajoutée, ce qui est le cas de la construction automobile et de la construction de machines et d'installations industrielles, au fur et à mesure que l'on s'avancera dans le temps ces secteurs seront eux aussi emportés par le courant de la mondialisation. Les entreprises qui sont très avancées en matière de mondialisation de branches spécifiques présentent déjà des contre-tendances à la « déglobalisation » car une complexité grandissante rend de plus en plus difficile une direction efficace.

Différentes études empiriques³ ont examiné les raisons de l'implantation à l'étranger d'unités de R-D et les principaux facteurs qui déterminent le choix des implantations. Il s'agit essentiellement de caractéristiques du marché (taille/attractivité du marché étranger) conjuguées à la nécessité d'adapter les produits aux spécifi-

cités des différents pays) et de déterminants spécifiques (désir d'avoir accès à un pool de talents locaux). Mais, pour la plupart, ces études sont motivées par des considérations de coûts et de disponibilité liées à la fonction de R-D. Nos entretiens et des investigations publiées plus récemment soulignent la capacité de production de savoir et d'innovation de certaines implantations et les effets d'interaction dynamique de la R-D, d'un marketing de pointe et d'une fabrication avancée. Lorsque des entreprises décident d'implanter ou d'étendre des unités de R-D à l'étranger, c'est parce qu'elles désirent avoir accès à des ressources extrêmement complexes qu'elles ne peuvent trouver ailleurs, et obtenir des informations sur les besoins spécifiques des clients, le marché et les constellations de production sur le terrain. Dans notre enquête, les motivations invoquées le plus souvent pour la globalisation en cours des activités de R-D et d'innovation ont été les suivantes :

- accès au vivier de talents et aux résultats des principaux travaux de recherche ;
- présence sur le terrain, acquisition de connaissances sur les principaux marchés et adaptation aux besoins complexes des clients ;
- initiation et renforcement de la R-D sur les lieux où l'on peut espérer que ces effets seront les plus utiles et les flux de trésorerie générés les plus importants ;
- surveillance et mise à profit des conditions du cadre réglementaire et de la normalisation ;
- aide à la production et à la vente sur le terrain par des unités de R-D locales.

Ainsi, la principale motivation et l'objectif premier de l'internationalisation de la R-D n'est pas, comme cela était le cas dans le passé, le maintien simultané de plusieurs unités de R-D globalement délocalisées, mais plutôt la globalisation des processus d'apprentissage tout au long de la chaîne de valeur ajoutée (recherche, développement, production, commercialisation/vente, relations avec la clientèle, intégration aux réseaux de l'offre et de la logistique). Le paramètre décisif de l'intensité des processus transnationaux d'apprentissage et d'innovation est la proportion de valeur ajoutée constituée par la production de savoir à l'intérieur de l'entreprise.

De nombreuses entreprises de premier plan (et en particulier des entreprises allemandes) envisagent d'accroître à moyen terme leur capacité mondiale de R-D mais généralement pas dans leur pays d'origine. Compte tenu d'un *potentiel latent de croissance des capacités mondiales de recherche*, pour lesquelles aucune implantation n'a été décidée, la politique technologique nationale devra s'orienter plus fermement vers les stratégies des entreprises d'autres pays. Cela devrait donner à l'Allemagne des chances d'attirer les entreprises étrangères pour l'implantation de leur R-D et la création de centres de compétences.

Établissement de centres mondiaux de compétence en R-D

Alors que les années 80 ont été marquées par une internationalisation de la R-D associée à une décentralisation et une délocalisation des activités, les années 90 se caractérisent par une tendance continue à l'internationalisation qui s'accompagne d'une concentration, d'une focalisation et d'une accentuation stratégique. Les entreprises internationales qui font figure de leaders pour la réalisation de leur R-D poursuivent une stratégie d'implantation de leurs activités de recherche et de développement de produits aux endroits précis de par le monde où les conditions sont les plus propices à l'innovation et à la production de savoir dans leur secteur de production ou leur domaine technologique. Elles ne se satisfont plus d'implantations qui leur permettent simplement de rester dans la course technologique mondiale; elles recherchent délibérément les centres d'excellence uniques.

Si la majorité des grandes sociétés internationales effectuant de la R-D poursuivent une stratégie qui consiste à conserver dans leur pays d'origine la base de compétences de leurs technologies clés, certaines repensent actuellement leur stratégie. Dans ce contexte, la dynamique du changement dépend d'une part de la stratégie technologique mondiale et, d'autre part, de la taille du pays d'origine et de sa base de ressources. Les grandes entreprises suisses du secteur de la chimie ont internationalisé plus tôt leur R-D et l'ont fait dans des proportions beaucoup plus importantes que les sociétés allemandes, par exemple. Ainsi, à l'intérieur d'une branche ou d'un secteur de produits, on peut distinguer deux grands schémas : *i)* dans les entreprises qui ont une forte base de recherche et de commercialisation dans leur pays d'origine, les unités implantées à l'étranger continuent pour la plupart de n'avoir que des fonctions d'exploration et des tâches de développement des applications (ceci est particulièrement vrai dans les entreprises originaires du Japon, des États-Unis et d'Allemagne, à l'exception des entreprises du secteur chimique/pharmaceutique); *ii)* en revanche, les entreprises dont la base de recherche et de commercialisation est moins développée dans leur pays d'origine en sont venues à jouer un rôle avant-gardiste en matière de mondialisation. Les entreprises ayant leur siège en Suède, aux Pays-Bas ou en Suisse et certaines entreprises individuelles originaires des grands pays industrialisés déplacent de plus en plus leurs activités de R-D vers des centres d'excellence à l'étranger, et envisagent fermement l'idée de concentrer leurs technologies clés dans des centres de compétences à l'étranger.

Même dans les grandes entreprises internationales, cette focalisation mondiale de la stratégie et de la création de centres de compétences est associée à d'importantes mesures d'adaptation de l'organisation et de la gestion. Les capacités d'absorption d'une organisation, c'est-à-dire les capacités qui lui permettent de tirer un profit durable de centres d'excellence implantés à l'étranger, dépend de la masse de compétences que l'entreprise a concentrées sur les lieux et de

Tableau 2. **Orientation de la R-D en fonction du degré d'innovation**

R-D		Innovation radicale
Mondiale	Développement de parts égales	Centres d'excellence et marchés pilotes
Locale	Adaptation aux conditions locales/nationales	Diffusion de nouvelles entreprises

l'aide que son siège apporte à ces centres sous la forme de moyens et de compétences en matière de prise de décision. En dépit de leur importance grandissante en termes de dépenses de R-D, dans bon nombre d'entreprises les unités de R-D implantées à l'étranger ne reçoivent pas un soutien stratégique suffisant et leur coordination est parfois inadéquate. Dans les années 80, le lien existant entre internationalisation et décentralisation a abouti à une duplication des tâches, à des unités de R-D ne présentant pas la masse critique de ressources et de capacités et à des litiges de compétence. Fortes de ces expériences, les entreprises à vocation transnationale s'orientent désormais vers une gestion interentreprises cohérente de la technologie (par exemple, ABB, Philips, Hoffmann-LaRoche, Hoechst). En règle générale, cela leur impose également de concentrer le plus possible leurs activités essentielles de R-D en un lieu unique et de les affecter d'une manière aussi claire que possible à des sites et à des groupes responsables.

Ce développement conduit, dans la mesure du possible, à désigner à l'intérieur de l'entreprise un centre pilote pour un groupe de produits ou une technologie spécifique. Compte tenu de cette situation, la concurrence entre systèmes d'innovation va s'accroître. Pour les décisions d'affectation de la R-D, ce changement d'orientation implique que si elle est un préalable nécessaire l'excellence d'un système national de recherche n'est pas en soi une condition suffisante. Les conditions à remplir sont notamment la présence de marchés pilotes dans le cas d'innovations radicales (tableau 2). Avec les innovations marginales, il s'agit principalement de constituer des capacités de R-D locales pour soutenir la production et les ventes.

Création d'unités à hautes performances et de grappes

Les relations entre les sites de production et les sites de R-D sont devenues beaucoup plus lâches. La compétitivité des sites de production tend manifestement à reposer sur la formation de grappes de structures de production et de réseaux d'approvisionnements régionaux, la proximité des marchés importants et la minimisation du facteur coûts plutôt que sur la présence de chercheurs de pointe dont les connaissances peuvent désormais être utilisées dans le monde entier quel que soit l'endroit où elles ont été produites. Par ailleurs, la concentra-

tion de la recherche industrielle sur quelques rares centres d'excellence dans le monde donne à un petit nombre de centres scientifiques la possibilité d'apparaître comme des sites d'implantation attractifs. Les implications pour la politique de l'innovation et de la technologie sont les suivantes :

- Le fait de combiner l'attraction du marché et celle des sites de production et de R-D, et d'exploiter les avantages en résultant augmente de manière très effective l'attrait de ces centres pour les décisions d'affectation des entreprises à vocation internationale.
- Toutefois, l'exploitation de l'attrait de ces trois types de « Standort » conjugués et la réalisation de synergies durables ne sont probablement possibles que dans des conditions très particulières. Le facteur décisif est le type de moteur qui déclenche les relations de synergie. Le fait de générer des flux de trésorerie est un moteur puissant. La production, en tant que générateur de flux de trésorerie, emporte la R-D dans son sillage comme cela est le cas par exemple dans l'industrie pharmaceutique et dans l'industrie automobile. Du fait de leur capacité d'autofinancement, des marchés importants et intéressants ont encore de bonnes chances de devenir des sites de production mais aussi des sites de R-D importants.

De temps en temps, on peut également observer des évolutions contraires : dans les domaines où la dynamique du changement technologique est faible et/ou il n'existe pas de synergies importantes entre les connaissances relatives aux produits et celles relatives à la production, les sites de R-D et les sites de production peuvent fort bien être dissociés. En revanche, pour certains types de stratégies, en particulier dans les domaines extrêmement dynamiques, le couplage étroit des deux implantations est important. Dans certaines conditions, les trois fonctions (marché, production R-D) peuvent même être regroupées sur un même site. Dans ce dernier cas, tant du point de vue de l'entreprise qui investit que de l'implantation dans laquelle elle investit, seuls les projets et les stratégies de développement dans le fonctionnement desquels sont établies des unités de hautes performances tout au long de la chaîne de valeurs, peuvent avoir un impact durable et réellement positif. Dans ces conditions, les laboratoires de R-D sont implantés principalement sur les sites de par le monde offrant les conditions les plus propices tant à la recherche qu'au transfert de ses résultats. Ces unités de R-D font partie d'un cycle de fonctionnement dans le pays hôte et parallèlement sont incorporées à un réseau extrêmement efficace d'apprentissage transnational.

La variété des mécanismes de coordination

Après une phase initiale de décentralisation euphorique de la R-D dans les années 80, les problèmes croissants de coordination ont été la source de désillu-

sions et ont conduit de plus en plus à la création de centres dans un contexte mondial. A présent, de nombreuses entreprises multinationales expérimentent différents mécanismes d'orientation et d'intégration dans le but de créer des synergies mondiales et d'éviter la duplication des tâches. Il est certain que pour coordonner les activités mondiales de R-D, il est nécessaire de disposer d'un ensemble intelligent de mécanismes qu'il faut combiner aussi efficacement que possible. Alors que les entreprises japonaises examinées mettent l'accent sur les contacts personnels, la communication informelle et la socialisation, le tout conjugué à un processus centralisé de prise de décision, les entreprises d'Europe occidentale étudiées utilisent principalement la recherche contractuelle comme mécanisme de coordination pour leurs divisions et filiales (pour une analyse détaillée, voir Reger, 1996 et 1997). En particulier, dans les entreprises allemandes étudiées, l'importance des instruments informels et de la création d'une culture d'entreprise sont souvent sous-estimées.

L'utilisation de mécanismes hybrides de coordination (du type projets interdisciplinaires multifonctionnels, projets stratégiques, plates-formes technologiques, programmes essentiels et projets essentiels) revêt une importance particulière. La nouveauté de ces mécanismes de coordination vient de ce qu'ils relient transversalement ou se superposent aux structures organisationnelles et hiérarchiques, et qu'ils sont souvent utilisés pour la coordination simultanée de plusieurs aspects différents, par exemple pour coordonner la stratégie de R-D et les stratégies commerciales, intégrer les fonctions de R-D, de production et de commercialisation et créer des synergies entre les différents domaines technologiques. Dans la plupart des entreprises étudiées, les unités de R-D à l'étranger ne sont pas impliquées dans les projets stratégiques ; jusqu'ici, cela n'est le cas que dans un petit nombre d'entreprises véritablement transnationales.

Des exigences multiples de coordination existent également dans les systèmes publics de recherche. Dans ce contexte, on peut observer dans plusieurs pays que le développement de nouveaux types flexibles de mécanismes de coordination n'est pas aussi avancé dans les systèmes publics de recherche qu'il l'est dans les entreprises étudiées. Plusieurs approches, dont certaines ont été élaborées récemment tandis que d'autres ont déjà fait leurs preuves, peuvent également être transférées sous une forme adaptée pour répondre aux nouveaux besoins de fonctionnement en réseau du système public de recherche. Cela s'applique tout particulièrement aux instruments hybrides et informels de coordination qui peuvent servir à la création de réseaux entre différents niveaux et différents types d'acteurs.

Gestion de la recherche d'entreprise et des activités nouvelles

Dans la transition entre la gestion de la R-D de première génération (dominée par la recherche centrale) et la gestion de la R-D de deuxième génération

(recherche divisionnaire, subordonnée aux intérêts des divisions), la plupart des grandes entreprises internationales ont sensiblement diminué leur recherche fondamentale au cours des années 80. Au début des années 90, la troisième génération de gestion de la R-D s'est efforcée de réaliser une sorte de synthèse (simultanéité et équilibre du développement de groupe et de la recherche fondamentale, constitution de portefeuilles). Mais les investigations empiriques menées dans les 21 entreprises étudiées montrent que la troisième génération de gestion de la R-D pose des problèmes plus ou moins importants dans toutes les entreprises et qu'à ce jour tous les différents modèles expérimentés doivent être considérés comme des solutions de deuxième choix.

Les sociétés japonaises sont particulièrement cohérentes dans leur manière d'ouvrir de nouveaux domaines d'activités prometteurs pour l'avenir mais qui requièrent de nombreuses années de recherche préliminaire. Elles créent un nouveau laboratoire de recherche ayant une mission clairement définie et doté de tous les moyens humains et financiers nécessaires. Dès qu'un concept promet de devenir commercialisable, le laboratoire est affilié à une division existante, comme cela est le cas par exemple chez Matsushita Electric; la nouvelle technologie est utilisée pour développer les domaines d'activité existants. Le laboratoire peut également constituer le noyau d'une nouvelle division si l'entreprise n'était pas auparavant active sur le marché concerné. On peut trouver chez Canon, Mitsubishi Electric, Sharp et Matsushita Electric différents bons exemples d'implantation à l'étranger de laboratoires de R-D avec création ultérieure de rejets.

En tout état de cause, on peut soutenir que les entreprises étudiées cherchent un juste équilibre entre la recherche centrale et le développement en divisions ou groupes d'activités; jusqu'ici, aucune pratique idéale n'a été trouvée. Les entreprises japonaises étudiées font un usage excellent de la recherche fondamentale à l'étranger comme instrument permettant d'ouvrir à long terme des domaines d'activité prometteurs. Non seulement cet exemple démontre l'importance d'un approvisionnement mondial en technologie, mais il montre la nécessité d'un couplage judicieux et d'une intégration aux systèmes de recherche d'autres pays. Ainsi, dans leurs efforts pour développer leur présence internationale, les entreprises et les instituts de recherche entreront nécessairement dans la sphère d'influence de la politique technologique nationale.

Conséquence générale de cette situation, les prémisses d'une politique scientifique et technologique nationale que l'on observe dans de nombreux pays, à savoir le fait que le principal avantage de l'affectation publique de ressources dans ce secteur de l'action politique profite à l'économie nationale, disparaît peu à peu. Non seulement le savoir-faire généré par le système national d'innovation mais également d'autres investissements publics (dans la formation et l'éducation, par exemple) sont de plus en plus emportés par le courant des échanges

internationaux de connaissances. Ce développement élargit la focalisation de la politique : ce qui est en cause ce n'est pas simplement l'appropriation de connaissances générées au niveau national mais le renforcement d'un échange transnational, interactif et généralement bénéfique de connaissances. Il est vraisemblablement aussi important d'absorber des connaissances générées à l'échelle du monde que de soutenir la production de savoir dans son propre pays.

IV. CONSÉQUENCES POUR LA POLITIQUE NATIONALE DE L'INNOVATION ET DE LA TECHNOLOGIE

En règle générale, dans de nombreux pays industriels très développés, la globalisation des marchés et l'internationalisation de la R-D ont eu relativement peu d'impact sur leurs propres politiques technologiques nationales. Mais, ces dernières années, les petits pays ont eu des attitudes plus ouvertes que les grands qui, du fait de leur inertie et de leur plus grande puissance scientifique et technique demeurent confrontés à de nécessaires processus d'adaptation. En Allemagne, également on observe la prédominance d'une orientation nationale : ainsi, en 1992, la contribution des autres pays au financement du budget total de la recherche allemande a été de 2.4 pour cent. En particulier, les dépenses de R-D effectuées par d'autres pays incluent les fonds émanant de l'Union européenne et d'autres organisations internationales ainsi que les fonds versés par les entreprises à l'étranger à des acteurs nationaux pour financer la réalisation de projets de R-D. Ces chiffres ne tiennent pas compte des sommes importantes consacrées à la R-D par les filiales de sociétés étrangères implantées en Allemagne. La part des dépenses de R-D sortant du secteur national pour entrer dans d'autres pays s'est élevée, en 1992, à 3.8 pour cent (3.05 milliards de marks en valeur absolue). Ce chiffre inclut les paiements effectués à d'autres pays par des entreprises installées en Allemagne ainsi que les contributions, garanties par la République fédérale, versées à des organisations scientifiques internationales dans le domaine de la recherche et à des établissements publics de R-D conjointe. Cette forme de dépense effectuée par le gouvernement fédéral s'est chiffrée en 1992 à 1.66 million de DM dont 1.19 milliard pour l'Agence spatiale européenne à Paris.

Néanmoins, une réflexion globale s'est également infiltrée dans la politique technologique allemande, par exemple en ce qui concerne la normalisation internationale, l'ouverture des marchés de l'offre européenne, la politique technologique européenne – notamment les projets européens à grande échelle – et le soutien des entreprises allemandes pour leur permettre de nouer des alliances

stratégiques avec des partenaires internationaux. De plus, le ministère fédéral de l'Éducation, des Sciences, de la Recherche et de la Technologie poursuit la mise en œuvre de nouvelles initiatives comme le concept récent de la zone Asie-Pacifique. Mais, en termes quantitatifs, ces initiatives sont modestes; les initiatives nouvelles importantes se font attendre.

En revanche, on peut dire que dans l'industrie allemande la R-D est déjà comparativement très internationalisée. Dans les rapports sur la compétitivité technologique de l'Allemagne (NIW, DIW, ISI, ZEW, 1995) qui ont été régulièrement soumis au cours des dernières années, on peut constater qu'à ce jour les filiales de sociétés étrangères en Allemagne ont dépensé au minimum 7.8 milliards de DM au titre de la R-D; en Allemagne, environ 15 pour cent du personnel de R-D travaillant dans l'industrie est employé par des filiales de sociétés étrangères et la part des entreprises étrangères dans la dépense totale de R-D de l'économie allemande s'établissait en 1993 à un peu moins de 16 pour cent.

En tant que pays d'implantation pour la recherche, l'Allemagne a eu jusqu'ici une position solide comparée à celle de ses concurrents internationaux, en particulier des entreprises américaines et japonaises. A titre d'exemple, au niveau européen, l'Allemagne arrive en deuxième position derrière le Royaume-Uni pour le nombre d'entreprises de recherche à capitaux japonais. C'est en Allemagne en effet que le pourcentage de filiales japonaises de production effectuant leur propre R-D est le plus élevé. C'est en Allemagne également que les filiales d'entreprises américaines ont leur plus important potentiel de R-D; viennent ensuite les entreprises dont l'actionnariat est en majorité suisse. Enfin, c'est en Allemagne qu'est effectué un quart environ de toutes les dépenses de R-D des filiales américaines à l'étranger; ainsi, du point de vue des États-Unis, l'Allemagne se classe depuis longtemps en tête pour les sites de R-D implantés à l'étranger.

Présence dans les systèmes de recherche et d'innovation d'autres pays et connaissances ainsi acquises

Les résultats récents de la recherche à des fins d'innovation montrent qu'en raison de la mobilité internationale grandissante des entreprises et des technologies, et de la similitude croissante de conditions importantes de l'offre d'infrastructures et de capital humain, on attache une grande importance à l'efficacité des systèmes nationaux d'innovation. Par conséquent, à l'opposé de l'offre classique de moyens, ce sont les caractéristiques de répartition des tâches et de fonctionnement en réseau des acteurs, autrement dit les caractéristiques structurelles d'organisation qui déterminent la supériorité ou l'infériorité relative d'un système national d'innovation. L'une de ses caractéristiques les plus importantes du point de vue de la globalisation est le couplage avec les systèmes de recher-

che et d'innovation des pays qui s'imposent en leaders dans le domaine de la recherche et de la technologie. Les décisions des entreprises multinationales en matière d'affectation de leur R-D montrent qu'au même titre que le critère de proximité et de présence sur les marchés importants, les entreprises s'efforcent également de nouer des liens étroits avec les principales organisations de recherche de par le monde.

Bien que du point de vue du droit administratif, le fait de savoir si les fonctions de la politique technologique nationale incluent le soutien aux entreprises actives à l'international pour les aider à atteindre ces objectifs fasse l'objet de discussions, le fait de suggérer que les établissements nationaux de recherche doivent à tout le moins être motivés et soutenus dans leurs efforts pour renforcer leur présence et mieux s'intégrer au système mondial de fonctionnement en réseau et de transfert du fruit de la recherche, n'est pas controversé. Cela implique que la capacité d'absorption des systèmes nationaux d'innovation, c'est-à-dire leur capacité à absorber rapidement des connaissances produites à l'échelle mondiale et à les transmettre aux entreprises, devient plus importante. La capacité à ouvrir des domaines et des marchés à l'application de connaissances et de technologies nouvelles par un apprentissage rapide est d'une importance décisive; c'est la stratégie que poursuivent délibérément des pays à forte intensité technologique comme les Pays-Bas, la Suisse et la Suède.

On peut citer, à titre d'exemple, les efforts de la Fraunhofer Society (FhG) pour développer ses activités sur le terrain dans d'autres pays. La FhG cherche, par exemple, à nouer des liens avec la communauté scientifique américaine dans le domaine du traitement graphique des données, domaine dans lequel les États-Unis sont les leaders mondiaux reconnus en matière de recherche et où elle-même s'efforce de s'imposer comme un partenaire sérieux. En revanche, dans le domaine des technologies de production, en particulier des lasers, la FhG vise à être présente sur un marché de plus en plus important au plan mondial pour les services qu'elle offre. La FhG a également intensifié ses activités en Asie du Sud-Est où elle tente de s'imposer comme « courtier » international entre l'offre et la demande de technologie.

Les connaissances acquises auprès d'autres systèmes de recherche et d'innovation ont trait au comportement des entreprises, en particulier à la réduction des déficits maison tels qu'un couplage inadéquat de la R-D au marché, une concentration excessive sur la technologie et une optimisation insuffisante de l'utilisation, l'organisation et la qualification de la technologie, c'est-à-dire aux efforts conscients pour renforcer les compétences en matière de transfert. Deux inventions (celle du télécopieur et la réduction de la fréquence ou des émissions d'azote dans les centrales électriques) effectuées respectivement par une entreprise allemande d'électronique et par une entreprise allemande de construction de matériel ont été ultérieurement développées avec succès par les Japonais qui

ont su fabriquer des produits robustes, faciles d'utilisation et d'un prix raisonnable et fournir un matériel de démonstration très apprécié pour la gestion d'innovations réussies. L'acquisition de connaissances englobe également une attitude prospective à l'égard de l'acceptation de la technologie. Dans le cas, par exemple, d'aliments produits par génie génétique, les entreprises doivent entamer d'urgence un dialogue intensif avec les associations de consommateurs. C'est ce qui se passe aux Pays-Bas et au Danemark, mais pas en Allemagne. L'affirmation fréquemment dénoncée d'une attitude dominante et répandue de rejet de la technologie dans ce pays masque le fait que la science, l'état et l'industrie ont souvent omis d'expliquer les conséquences de leurs actions ou d'en discuter avec la collectivité à un stade suffisamment précoce. Dans d'autres systèmes d'innovation, l'acceptation de la technologie est mieux préparée par une implication précoce des différentes parties concernées. La liste de ces exemples de succès peut être égrenée à l'infini. Une anticipation précoce et des actions visant à influencer l'acceptation par le marché augmentent les chances de succès de l'innovation.

L'acquisition de connaissances a trait aux changements structurels. Ainsi, il ressort d'une analyse comparative des systèmes de transfert américain et allemand effectuée par le Fraunhofer Institute ISI qu'en dépit de différences considérables, les deux systèmes nationaux d'innovation présentent de nombreuses similitudes et que les instruments de transfert de la technologie sont donc transposables d'un système à l'autre (Schmoch, 1996). Du point de vue allemand, par exemple, une commercialisation plus active des brevets au niveau des universités, l'amélioration des conditions-cadres du capital-risque et l'intensification de la coopération entre les grands laboratoires nationaux et l'industrie sur les bases du modèle américain CRADA présentent un grand intérêt. Mais, en revanche, compte tenu d'une mobilisation plus forte des capitaux du sponsoring industriel en faveur des universités, les limites de la culture allemande du parrainage seraient probablement très rapidement atteintes. Du point de vue américain, les modèles des « An-Institute » allemands (instituts de type *extra-muros* proches de l'université mais présentant des formes d'organisation et un statut différents), les instituts Fraunhofer et la recherche industrielle conjointe peuvent servir de modèles pour l'amélioration du système américain. Dans les deux systèmes, les établissements publics ont une fonction centrale. Du fait de la tendance à la mondialisation, ils devront s'ouvrir davantage qu'ils ne l'ont fait jusqu'ici à la participation d'instituts étrangers aux programmes nationaux de recherche.

Pour le système allemand d'innovation, il est essentiel de permettre un transfert efficace et un apprentissage rapide par le biais d'interconnexions intelligentes, de manière à poursuivre la stratégie du deuxième innovateur rapide, à être sérieusement considéré comme un acteur international et à procéder au transfert intelligent des structures, processus et cadres qui encouragent l'innovation. Cette reconnaissance comporte un certain nombre d'implications spécifiques pour la politique technologique, dont certaines font déjà partie de la politique

scientifique et technologique depuis de nombreuses années, alors que d'autres correspondent à une évolution récente. Citons, à titre d'exemples :

- Le soutien des activités internationales des entreprises et des institutions nationales publiques de R-D par :
 - l'établissement de programmes internationaux de formation/d'éducation et de recherche;
 - l'encouragement à la mobilité internationale des étudiants et des scientifiques (par exemple, en Allemagne on a constaté que les échanges de personnel sont inférieurs à quelque 5 pour cent), et l'encouragement des chercheurs et étudiants étrangers à venir en Allemagne;
 - le soutien à la présence d'instituts nationaux de recherche dans d'autres pays (constitution à titre temporaire de « joint ventures » avec d'autres établissements, équipes ou instituts de recherche);
 - l'aide aux entreprises dans leurs efforts pour consolider leur présence mondiale en matière de R-D (notamment l'acceptation de cette stratégie);
 - l'élaboration d'une compétence technologique et l'acquisition d'une position d'acteur international considéré sérieusement dans des domaines qui jusque là ne faisaient pas partie des atouts classiques du pays.
- L'aide à l'implantation d'établissements étrangers de R-D.
- Les incitations à double sens par le biais :
 - d'un encouragement des projets transnationaux (par exemple, développements ultérieurs du type EUREKA);
 - d'un encouragement de la fonction de « courtier technologique » des instituts publics de recherche afin d'aider les échanges internationaux d'offre et de demande de technologie;
 - de la création de structures et de conditions-cadres incitant à l'innovation au niveau national et au niveau régional;
 - d'une surveillance des structures propices à l'innovation dans d'autres pays et d'une exploitation de cette expérience dans le cadre de la politique nationale.

Augmentation de l'attrait international : marchés pilotes et acquisition de connaissances pour la maîtrise des innovations complexes

L'analyse de l'activité d'innovation des entreprises internationales montre qu'elles pensent de plus en plus en termes de chaînes de processus intégrés et qu'elles ne transfèrent pas leur valeur ajoutée essentiellement aux implantations qui offrent les conditions les plus propices à la seule recherche. Les facteurs liés à la demande jouent manifestement un rôle plus important dans les décisions d'affectation de la R-D que les facteurs liés à l'offre. D'un point de vue macro-

économique, la question centrale est de savoir où seront générés les produits, où seront ressentis les bénéfices et où seront créées les ressources nouvelles plutôt que de savoir où seront générés les coûts et où seront consommées les ressources existantes. Dans leurs activités transnationales d'investissement, les entreprises agissent selon les schémas de décision suivants. Elles se demandent où se trouvent les marchés attractifs et orientés vers le futur sur lesquels les utilisateurs peuvent acquérir des connaissances et qui génèrent un retour sur investissement suffisamment élevé pour permettre le développement de produits d'un coût élevé ? Où peut-on servir au mieux ces marchés grâce à une production, une logistique et des structures d'offre extrêmement développées ? Où serait-il donc intéressant d'accumuler de la valeur ajoutée sur un site *unique* ? Quels sont les pays qui offrent à la fois des marchés attractifs, des structures de production extrêmement développées et des conditions excellentes pour la recherche afin d'y concentrer leurs principales activités d'innovation ?

Étant donné les processus stratégiques de décision des entreprises multinationales, les déterminants et les motivations identifiés posent les questions suivantes pour la politique technologique nationale :

- Sur quels marchés utilisateurs le pays est-il considéré comme faiseur de tendances, tant en Europe qu'à l'échelle internationale ?
- Quelles régions offrent des structures de production et des réseaux d'offre si développés qu'une implantation à long terme peut garantir à un système d'innovation une importante valeur ajoutée ?
- Quels sont les domaines du système régional de recherche et de technologie qui ont un leadership au niveau mondial et qui peuvent induire des effets de renforcement des marchés pilotes nationaux/régionaux et des structures de production ?
- Quelle est l'influence exercée (par le biais d'une participation aux alliances de recherche et de normalisation ou de processus complexes d'apprentissage se produisant dans un contexte national et/ou régional) sur les modèles technologiques dominants pour les innovations qui généreront ultérieurement des avantages déterminants dans la compétition mondiale en matière d'innovation ?
- Quelle est l'importance stratégique relative du pays en tant que marché et que site de production, du point de vue des entreprises dans le monde ?

En créant des liens effectifs avec ces domaines de compétences et en renforçant les liens en amont et en aval, il peut être possible de créer des unités hautement performantes et de faible transférabilité, qui soient uniques selon les standards mondiaux. Ce n'est qu'en conjuguant l'excellence en matière de recherche et des marchés pilotes européens hautement développés ou en associant la recherche à des structures de production extrêmement développées qu'un système national d'innovation peut se positionner comme un site d'implan-

tation pour les compétences clés qui ne sont pas immédiatement transférables à l'échelle internationale.

Un nouvel élément significatif de connaissance qui ressort de cette étude est l'importance des marchés dits pilotes. Les petits pays peuvent, eux aussi, être très innovants et fonctionner comme des marchés pilotes. C'est le cas, par exemple de la Suisse (pour les implants médicaux et les instruments cliniques) et des pays scandinaves pour l'élaboration de normes dans le domaine de la téléphonie mobile. Quelles sont les caractéristiques des marchés pilotes? Ce sont des marchés qui présentent un ou plusieurs des critères suivants :

- une situation de la demande se caractérisant par une forte élasticité-revenu et une faible élasticité-prix ou par un revenu par tête élevé;
- une demande très exigeante en matière de qualité, prête à adopter les innovations, curieuse d'innovations et acceptant parfaitement la technologie;
- de bonnes conditions-cadres offrant aux fournisseurs des processus rapides d'acquisition de connaissances;
- des normes d'agrément ouvrant la voie aux octrois de permis dans d'autres pays (par exemple, pour les produits pharmaceutiques aux États-Unis);
- un système de marketing exploratoire fonctionnant bien (principe de l'utilisateur pilote);
- une pression spécifique en faveur de l'innovation dans le but de régler les problèmes;
- une réglementation ouverte et orientée vers l'innovation.

L'attrait du système national d'innovation de ce point de vue est déterminé non pas tant par des facteurs comparatifs de concurrence statiques tels que les coûts et salaires que par son efficacité dynamique⁴. Celle-ci dépend, dans une large mesure, du degré d'intelligence sociale et organisationnelle dans la découverte et l'acceptation de nouvelles structures et de nouveaux marchés. Des innovations complexes relatives au système (par exemple, évaluation du prix de la route, paquets de produits/services, concepts économiques à cycle fermé, applications nouvelles des technologies de l'information) qui seront utilisées dans le monde entier seront-elles élaborées en Allemagne, par exemple? Un apprentissage dynamique par le biais de nombreuses expérimentations sur le terrain et schémas pilotes pour trouver des solutions techniques, économiques, législatives et sociales est important. Les processus d'apprentissage de ce type prennent souvent des années. Le système d'innovation qui, le premier, réussit à maîtriser ces solutions complexes confère aux entreprises qui y participent des avantages concurrentiels et apparaît plus attractif aux investisseurs étrangers.

Ouverture du système scientifique et de la politique technologique à d'autres pays

Les discussions relatives à la régionalisation évoquent bien souvent la notion de défense d'une forteresse nationale (pour les implantations industrielles ou d'autres domaines nationaux tels que la science et la culture) tout en étendant selon un processus à sens unique la possibilité pour ses sujets industriels de conduire leurs activités dans d'autres pays. Mais la globalisation infléchit le cours des événements dans une autre direction : elle implique une ouverture mutuelle et la possibilité de franchir les frontières juridiques et économiques des systèmes scientifiques et de recherche, la mobilité des personnes, des cultures, des systèmes d'organisation et de gestion. Par conséquent, une politique technologique nationale proactive s'ouvrira donc également aux entreprises et aux établissements de recherche d'autres pays.

Un nombre considérable d'entreprises étrangères ont une importante activité de recherche-développement en Allemagne; certaines d'entre elles y ont implanté leurs propres laboratoires de R-D. L'idée d'ouvrir le système scientifique national aux entreprises étrangères ou de créer des établissements de recherche étrangers (c'est le cas par exemple de la République de Corée qui est en passe de créer un institut de recherche sur les technologies environnementales à Sarrebrück) est bien souvent associée à la crainte de voir s'installer des antennes tout simplement chargées de siphonner la connaissance accumulée au niveau national. Ces entreprises et ces établissements sont considérés avec circonspection dans la mesure où l'on craint une fuite unilatérale de la science et de la technologie vers le siège implanté à l'étranger. On redoute que cette fuite n'ait aucune contrepartie positive pour le système national d'innovation et qu'à long terme, elle ne serve qu'à accroître la capacité d'innovation et la compétitivité des concurrents étrangers. Mais ce qui est décisif pour l'impact ce n'est pas tant la situation géographique de la maison-mère que le type d'activités de R-D, les capacités de production et les services implantés dans le pays hôte (par exemple, recherche autonome ou antenne locale, production hautement qualifiée ou production artisanale).

On ne distingue pas encore très clairement l'impact des unités de R-D étrangères sur l'implantation nationale ou régionale, mais le facteur décisif n'est probablement pas tant la situation de l'actionnariat que la volonté des entreprises étrangères d'implanter l'ensemble de la chaîne de valeurs, et notamment les activités de recherche-développement. Quelques études réalisées aux États-Unis ont montré que la R-D effectuée à l'intérieur d'une économie nationale est de plus en plus exploitée à l'échelle mondiale de sorte que l'idée selon laquelle la politique technologique nationale a principalement des effets positifs dans son propre pays ne s'applique plus. Il est inévitable en fin de compte que des entreprises étrangères soient plus fortement intégrées à la politique technologique nationale

et l'enjeu consiste à façonner le processus d'une manière aussi utile que possible pour le pays d'origine. Le Japon, par exemple, encourage la présence d'une R-D industrielle dans son propre pays. Dans ce contexte, l'adjectif « utile » implique de *générer le plus grand nombre possible de retombées à l'intérieur du pays*. La participation de Sony, par exemple, à des projets pilotes régionaux de DAB (radiodiffusion numérique) en Allemagne, conduit à l'accumulation de capacités de R-D, mais aussi vraisemblablement de capacités de production de grande qualité.

A l'aide d'une matrice, les activités de R-D sur le site peuvent être soumises à une première évaluation (figure 3). Si l'autonomie et la compétence de la R-D locale sont faibles, on peut parler d'antenne locale. Les antennes locales suivent les toutes dernières tendances de la technologie et du marché et transfèrent les informations au pays d'origine de la société; ce transfert est à *sens unique* (cas 1). Si l'autonomie est faible mais la compétence élevée, la gestion de la R-D

Figure 3. Matrice d'évaluation des unités de R-D locale

		Autonomie de l'unité de R-D locale/de la filiale	
		Faible	Élevée
Compétence en matière de R-D et de produit sur le site	Faible	<ul style="list-style-type: none"> • "Antenne locale" • "Fuite des connaissances" <p style="text-align: center;">—</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Soutien des activités de développement <p style="text-align: center;">+ —</p>
	Élevée	<ul style="list-style-type: none"> • Centralisation • Danger d'une fuite des connaissances <p style="text-align: center;">+ —</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Création d'un centre régional de compétence • Intégration au programme de promotion <p style="text-align: center;">+</p>

Source : Auteur.

se caractérise par une centralisation du processus de prise de décision (cas 2). Bien que les activités de R-D soient réalisées de manière autonome, les retombées appréciables pour le pays ne seront probablement que modérées du fait de la centralisation du processus de décision. Si l'autonomie par rapport au siège est grande mais la compétence faible, la connaissance tend à être exploitée *in situ* (cas 3). Ce type de R-D est habituellement associée à des centres technologiques de soutien de la production et à l'exploitation des opportunités qu'offre le marché local. Si la compétence et l'autonomie de décision de l'unité de R-D locale sont toutes deux élevées, l'unité est un centre de compétences en R-D qui contribue également à des activités transnationales intégrées de R-D. Dans ce cas (cas 4), il peut s'avérer délibérément utile d'inclure plus fermement cette unité dans la politique technologique nationale. Pour ce qui concerne les cas 2 et 3, les avantages et les inconvénients sont plus ou moins équilibrés; dans le cas 3, à tout le moins, les gains de compétence peuvent conduire à un développement positif, à savoir à la création d'un véritable centre de R-D pilote au sein de l'entreprise, ce qui est également bénéfique pour le site.

Certains pays, comme le Royaume-Uni, le Canada, et Singapour, ont pour politique de chercher délibérément à attirer la R-D étrangère. Selon la spécialisation technologique de l'industrie nationale, on peut observer différents schémas de politique en matière d'implantation : du fait de leur leadership mondial dans de nombreux domaines de recherche, les États-Unis se comportent en véritable bastion pour éviter une hémorragie trop importante en matière de science et de technologie. Le Japon, en revanche, poursuit sa politique de revendication et cherche toujours à s'isoler par la mise en place de barrières souples. D'autres pays, comme Singapour, poursuivent une politique d'implantation stratégique qui vise à attirer la R-D étrangère en se concentrant sur des domaines spécifiques et en constituant des centres de compétence.

Deux rapports ont été soumis récemment au ministère fédéral de l'Économie dans le cadre des comptes rendus réguliers qui lui sont faits sur la structure de l'industrie. L'étude de l'HWWA-Institut für Wirtschaftsforschung (1995) en arrive à la conclusion que la mondialisation de l'industrie allemande (principalement de la production) implique de donner à la politique industrielle une importance grandissante. Au fur et à mesure que la production s'internationalise, l'amélioration de la qualité des implantations impose principalement d'améliorer la qualification et la flexibilité de la main-d'œuvre, d'encourager les investissements et d'accélérer la prise de décision publique. Selon ce rapport, le soutien financier aux entreprises nationales (c'est-à-dire aux entreprises ayant leur siège en Allemagne), et notamment la promotion publique de la technologie, manque de plus en plus leur cible puisqu'il n'est pas certain que ces mesures génèrent des revenus pour les implantations nationales ou régionales.

Sur le point de savoir si la politique technologique traditionnelle est ou non bien ciblée, nos investigations ont abouti à des conclusions similaires (par exemple, sur le financement de la R-D). Mais c'est précisément cette circonstance qui nous conduit à plaider pour une reformulation du concept de promotion de la technologie, pour aider les entreprises et les institutions nationales de recherche sur la voie de la mondialisation et parallèlement assurer au système national d'innovation le concours des entreprises et des instituts de recherche étrangers afin, dans les deux cas, de créer des synergies et d'obtenir des retombées bénéfiques pour le site. Le fait que, dans ces circonstances modifiées, la politique technologique tombe d'elle-même dans le piège de l'inadéquation, doit être une fois de plus souligné. La politique de l'innovation et de la technologie est une tâche interdisciplinaire et stratégique dont l'efficacité et le succès dépendront dans une large mesure de la possibilité d'instaurer dans ce domaine un fonctionnement en réseau interne entre des domaines de l'action publique jusque là fragmentés.

Intégration des différentes politiques au sein d'une politique de l'innovation et constitution de structures d'action latérales

Globalement, on peut affirmer que la mondialisation force les politiques technologiques nationales (et européennes) à recentrer leur action de promotion de la technologie pour l'orienter vers l'initiation d'innovations complexes d'une grande portée dans les domaines économique, législatif, social et sociétal. Là encore, c'est le rythme d'acquisition des connaissances et la maîtrise des solutions nouvelles qui comptent. Ce qui est décisif pour l'attrait international des systèmes nationaux d'innovation, ce n'est pas seulement la recherche de pointe mais l'ouverture de nouveaux marchés (pilotes) par des projets à caractère anticipatif et orientés vers le futur (« rester en tête de la course à l'acquisition de connaissances »). Le groupe cible de la politique technologique a changé : les entreprises dont le moteur est la recherche entreprennent une modification de leur stratégie et se préoccupent davantage des conditions des marchés pilotes et des réseaux de production. La politique technologique pourra rarement éviter de suivre ce changement.

C'est pourquoi des implantations de R-D réussies ont de très bonnes chances d'induire des impacts positifs pour l'économie, par exemple pour l'emploi si elles correspondent à des sites de production et des marchés. Un dilemme inhérent à la politique technologique vient de ce qu'elle ne peut constituer *en soi* une stratégie politique prometteuse de succès. Les résultats de notre étude soulignent donc la nécessité d'un meilleur fonctionnement en réseau (souvent réclamé mais pas encore réalisé) des différents domaines d'action. Dans la

mesure où ils influent sur la science et la technologie, on peut citer à titre d'exemple :

- les conditions-cadres budgétaires de la constitution du capital-risque ;
- l'élimination progressive des subventions qui aboutissent au maintien du *statu quo* ;
- les procédures de réglementation et d'approbation ayant trait à des résultats spécifiques et non à des techniques spécifiques ;
- les politiques de certains ministères (par exemple des Transports, de la Santé, de l'Aménagement, de l'Environnement et de l'Économie) ;
- une politique active en matière de concurrence ; et
- une plus grande souplesse du droit administratif afin d'accroître la flexibilité des établissements de recherche bénéficiant d'un soutien institutionnel.

Pour répondre à la demande internationale sans cesse croissante d'unités/ de réseaux complexes, innovants et à hautes performances, il faut une fois encore réclamer la mise en place de structures latérales essentielles à leur constitution.

Pour coordonner les différentes fonctions de l'entreprise, les différents domaines technologiques et stratégies ou sous-stratégies d'entreprise, les sociétés ouest-européennes, américaines et japonaises étudiées ont recours à différentes formes d'organisation. Ces méthodes et ces expériences pourraient vraisemblablement être mises à profit par les acteurs de la politique technologique lorsqu'ils génèrent et façonnent des projets pilotes publics d'une importance stratégique. C'est le cas, par exemple, de l'utilisation de projets stratégiques pour constituer au niveau régional, national ou supranational des réseaux de tâches non transférables impliquant un partage des tâches par les entreprises et les institutions à chacune des trois étapes de la chaîne de valeur (R-D, production, marché pilote ou utilisation finale). Les projets pilotes stratégiques organisés au niveau public peuvent permettre d'atteindre la masse critique nécessaire et de constituer de nouveaux réseaux de compétences prometteurs. Ainsi, les grandes entreprises allemandes ou étrangères, mais implantées en Allemagne, jouent un rôle important dans ces unités à hautes performances qui visent à constituer une valeur ajoutée nationale à un niveau au moins et si possible à plusieurs.

Les difficultés d'application de ces mécanismes de coordination sont des difficultés de détail : la politique technologique doit délibérément s'appuyer sur l'expérience que les grandes entreprises ont de l'utilisation de ces instruments. Les exemples suivants, tirés de la grande panoplie des instruments de coordination, illustrent les applications possibles à la politique :

- les projets clés interministériels sont un moyen de concentrer les fonds de promotion sur des problèmes transdisciplinaires spécifiques qui transcendent les départements spécifiques à telle ou telle technologie et les pro-

grammes de promotion d'un ministère des Sciences et de la Technologie (le BMBF allemand, par exemple, est organisé en départements spécifiques);

- une rotation systématique du personnel dans ces trois domaines (ou sous-systèmes) peut améliorer la qualité du fonctionnement en réseau entre la politique de l'éducation/la politique technologique, l'industrie et la science en offrant des incitations à la gestion de carrière;
- des projets pilotes stratégiques et des plates-formes de technologie/d'innovation peuvent servir à l'intégration temporaire et sélective de différents ministères, entreprises et instituts de R-D publique dans les domaines d'une importance stratégique pour la société et pour le système national d'innovation.

Notre étude met également en lumière la manière dont les différentes entreprises s'efforcent de s'attaquer aux problèmes de l'externalité et de la recherche à long terme par l'utilisation de nouveaux modèles de financement et dont les sous-systèmes sont coordonnés par rapport à certains objectifs. Ces aspects peuvent également être des points de départ pour l'élaboration des principes de financement de la recherche publique et de la promotion des sciences, et pour la coordination des domaines d'action impliquant différents acteurs. De plus, ces méthodes modernes de gestion de la R-D montrent la voie à de nouvelles formes de flexibilité institutionnelle dont le système public de recherche a le plus pressant besoin.

V. UN CADRE POUR LA CONCEPTION DE LA POLITIQUE DE L'INNOVATION

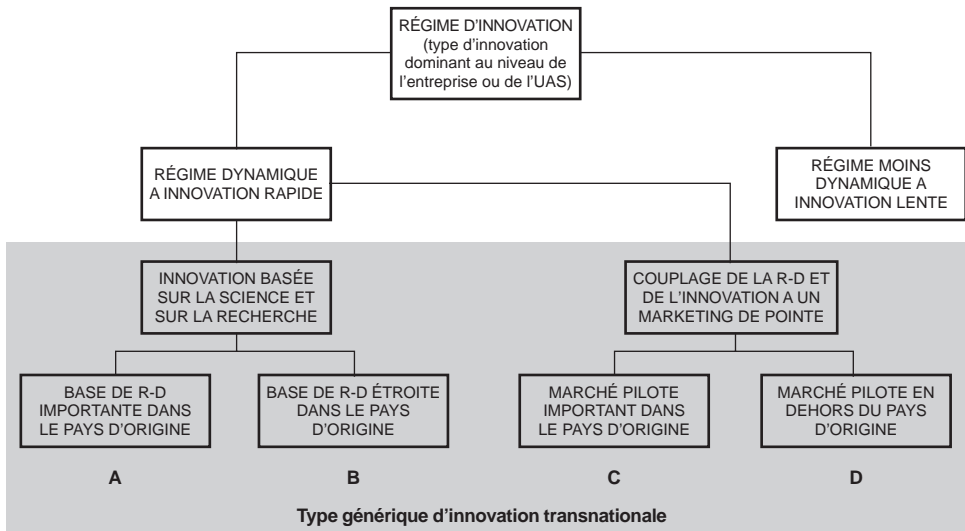
Nos investigations empiriques ont montré que les activités de R-D et d'innovation sont, dans une large mesure, dispersées géographiquement. Plusieurs entreprises de notre échantillon ont indiqué qu'à l'avenir elles feront davantage de R-D à l'étranger et qu'elles veulent être présentes sur les marchés étrangers les plus dynamiques et les plus innovants. Mais la dispersion géographique grandissante des activités n'aboutit pas nécessairement à une plus grande décentralisation de la propriété et du contrôle. Les entreprises veulent profiter de l'existence à l'échelle mondiale de multiples centres d'acquisition de connaissances, mais elles tendent à concentrer dans un seul pays ou sur un très petit nombre de centres d'innovation dominants la propriété et le contrôle de leurs ressources les plus critiques. Le cadre suivant pourra servir de base à l'analyse des schémas domi-

nants de la globalisation et à l'évaluation des instruments d'action liés à chaque schéma⁵.

Comme le montre la figure 4, nous avons distingué deux *régimes d'innovation* génériques caractérisés par les types dominants d'innovation et leur dynamique au niveau de l'entreprise ou, si une différenciation supplémentaire est nécessaire, au niveau de l'unité d'activité stratégique (UAS)⁶. Ces deux régimes d'innovation représentent des cas polarisés et peuvent être subdivisés en différentes sous-catégories. Nous avons jugé utile de distinguer :

- les *régimes dynamiques à innovation rapide*, qui se caractérisent par une grande intensité de R-D, des cycles d'innovation rapides et une importance relativement grande de l'innovation radicale ;
- les *régimes moins dynamiques à innovation lente* (comme la production ou la construction navale), qui peuvent se caractériser par une faible intensité de R-D, des cycles d'innovation relativement lents et par la prédominance de l'innovation marginale.

Figure 4. Quatre types génériques de R-D et d'innovation transnationale



Source : Gerybadze et Reger (1997, p. 23).

Notre étude empirique a porté essentiellement sur les entreprises et les unités d'activité stratégiques caractérisées par des régimes dynamiques à innovation rapide (représentés en grisé sur la figure 4). Toutefois, certaines des grandes entreprises multiproduits de notre échantillon (par exemple, ABB, Hitachi, Siemens, Sulzer, UTC) opèrent dans différents secteurs et sur des marchés divers qui se caractérisent par des régimes d'innovation différents. Dans ce type de cas, nous avons principalement concentré notre analyse sur les unités d'activité les plus dynamiques et à forte intensité d'innovation.

Les régimes dynamiques à innovation rapide ont souvent été décrits comme des types d'innovation ayant une base scientifique et une impulsion technologique. Notre étude montre que cette connotation n'est plus valable. Si certains secteurs d'activité dynamiques peuvent toujours être considérés comme ayant une base scientifique (par exemple les biotechnologies), une proportion de plus en plus importante des innovations est générée par le biais d'une articulation de la demande (Kodama, 1995), c'est-à-dire d'un couplage effectif des techniques pilotes de marketing, de R-D et d'innovation. Nous avons jugé utile de distinguer clairement ces deux grappes de processus d'innovation dynamique représentés à la figure 4 car elles imposent au niveau de la politique des mesures différentes et au niveau de l'entreprise des stratégies d'innovation et d'implantation différentes.

Sur la partie gauche de la figure 4, nous trouvons *l'innovation basée sur la science et sur la recherche*, pour laquelle les entreprises dépendent de l'excellence de la R-D (par exemple le génie génétique ou l'intelligence artificielle). Les actifs les plus critiques sont les chercheurs de premier plan et les laboratoires de recherche de niveau mondial. Pour ces types d'innovation, il est important du point de vue du siège de savoir si l'entreprise est implantée dans un grand pays ayant des capacités de recherche très évoluées dans le ou les domaine(s) particulier(s) concerné(s) ou si elle n'a qu'une base de R-D étroite et peu développée dans son pays d'origine. En fonction de ces caractéristiques, nous pouvons distinguer les deux types génériques suivants d'innovation transnationale basée sur la science et sur la recherche :

- *Type A* : L'entreprise est tributaire de l'excellence de la R-D et elle est implantée dans son pays d'origine qui est un grand pays très évolué doté d'importantes capacités de R-D dans le domaine considéré.
- *Type B* : L'entreprise est tributaire de l'excellence de sa R-D, mais elle est implantée dans un petit pays et/ou dans un pays ayant, dans le domaine considéré, une capacité de R-D moins développée.

Alors que l'innovation basée sur la science et sur la recherche continue de jouer un rôle important pour plusieurs entreprises de notre échantillon, bon nombre de personnes interrogées ont souligné l'importance d'autres facteurs liés au marché et qui sont les moteurs de l'innovation. Dans le domaine de l'électronique

grand public, de l'automatisation industrielle, de l'instrumentation, de l'ingénierie avancée, de l'énergie ou de la médecine, l'innovation dépend au moins autant de l'interaction des marchés pilotes, de la réglementation et des relations client-fournisseur que de l'existence d'une base de R-D élaborée. Les actifs dont l'importance est la plus critique pour le processus d'innovation sont les facteurs complémentaires liés en aval; *le couplage effectif à la R-D et à l'innovation d'un marketing de pointe* est un facteur crucial du succès. Les schémas de la demande déterminent le comportement en matière d'investissement, lequel influe à son tour sur le choix des technologies nouvelles. Les entreprises actives dans ces domaines sont tributaires de l'excellence de leur marketing pilote et de leur présence dans les régions les plus dynamiques.

Alors que l'acquisition de connaissances provenant de marchés pilotes peut se produire en tous points du monde, il apparaît crucial pour le succès à long terme d'une entreprise que sa direction générale puisse transformer les impulsions du marché en une activité durable. Le siège doit être impliqué, les principaux dirigeants doivent comprendre les activités nouvelles et leurs risques et doivent mobiliser les ressources appropriées. Le type et la cohérence de la gestion de l'innovation dépendront donc de façon cruciale de la distance culturelle et fonctionnelle séparant le siège de l'entreprise de son (ses) principal(aux) marché(s). Dans le cadre de notre investigation empirique, nous avons jugé utile de distinguer les deux types suivants d'innovation transnationale :

- *Type C* : L'entreprise peut profiter de la proximité d'un marché pilote de niveau mondial et établir un couplage effectif d'un marketing de pointe à la R-D et à l'innovation. La plupart de ces activités de haut niveau peuvent être effectuées à proximité du siège de l'entreprise, ou du moins à l'intérieur du même État nation.
- *Type D* : L'entreprise est fortement tributaire de l'accès à un marché étranger pilote. Du fait de la taille réduite de son pays d'origine et/ou du niveau d'évolution du marché, l'entreprise est contrainte d'effectuer à l'étranger certaines fonctions d'une importance critique. L'articulation de la demande et l'affectation des ressources de l'entreprise seront géographiquement, et bien souvent fonctionnellement, séparées.

Les changements observés et les types dominants de l'innovation transnationale affecteront également la politique nationale de l'innovation et de la technologie qui, dans le passé, a trop mis l'accent sur les capacités de R-D de l'offre. Dans la mesure où les capacités de R-D et l'innovation basée sur la science tendent à n'être que l'un des moteurs, souvent de moindre importance, de l'innovation mondiale, il faut mettre davantage l'accent sur les procédés liés aux activités aval, sur les pilotes effectifs et sur l'amélioration des systèmes d'articulation de la demande (Kodama, 1995). La politique nationale en matière d'innovation doit éviter les stratégies simples du type « moi aussi », mais insister sur les

positions de leadership durable fondées sur les capacités de R-D, sur le dynamisme des entreprises, sur des grappes effectives d'activité et sur des marchés pilotes dynamiques.

Ce schéma des types d'innovation dominants répond au niveau de l'entreprise à l'expression de « pays d'origine » et opère en tant que tel au niveau national. L'idée qui l'anime est que le degré d'internationalisation dépend de la taille de la base de R-D dans un pays (c'est la raison qui explique, par exemple, que les laboratoires pharmaceutiques suisses aient internationalisé leur R-D plus tôt et plus largement que les laboratoires pharmaceutiques allemands). En fait, le facteur déterminant n'est pas la taille absolue du pays, mais plutôt l'étendue et la qualité des infrastructures de R-D et des capacités de R-D des différents instituts.

A cet égard, la figure 5 peut être une caractérisation utile des principaux enjeux d'une politique nationale de l'innovation en réponse aux quatre différents types d'innovation. Dans *l'innovation de type A*, il existe dans le pays d'origine

Figure 5. **Types dominants d'innovation radicale et enjeux majeurs d'une politique nationale de l'innovation**

	A	B
Existence dans le pays d'origine d'une base et de capacités de R-D/d'un marché ou d'actifs d'une importance critique	<ul style="list-style-type: none"> • Constitution d'une capacité mondiale de recherche de pointe. • Étoffement de cette base grâce aux talents des groupes/réseaux de R-D. • Site attractif d'implantation pour les centres étrangers de R-D. 	<ul style="list-style-type: none"> • Développement du marché pilote. • Aide aux projets pilotes, groupes d'étude, réseaux pilotes orientés vers la demande. • Centre attractif d'apprentissage de la clientèle pour les entreprises étrangères. • Site attractif d'implantation des fonctions d'entreprises étrangères.
	C	D
Existence sur les sites étrangers d'une base et de capacités de R-D/d'un marché ou d'actifs d'une importance critique	<ul style="list-style-type: none"> • Focalisation sur le soutien des capacités de R-D spécialisée (<i>si possible</i>). • Acquisition de connaissances externes émanant de systèmes/établissements étrangers de R-D. • Délocalisation de la R-D à l'étranger. 	<ul style="list-style-type: none"> • Promotion de niches de marché (<i>si possible</i>). • Aide à l'acquisition par les entreprises de connaissances émanant d'un marché pilote étranger. • Facilitation de la rétro-technologie et du transfert de savoir-faire. • Délocalisation à l'étranger des fonctions critiques.
	Innovation basée sur la science et la recherche	Couplage marketing de pointe-innovation

Source : Auteur.

une base de R-D importante qu'il faut renforcer pour créer une capacité de recherche mondiale de pointe. Cette base doit se nourrir des talents des groupes et des réseaux de R-D. Cette excellente base de R-D du système national d'innovation sera un élément attractif pour l'implantation des centres de R-D d'entreprises étrangères. Au contraire, *l'innovation de type D* est extrêmement tributaire du couplage marketing de pointe-innovation. Dans ce cas, les entreprises sont très tributaires des marchés pilotes étrangers et seront contraintes de réaliser à l'étranger leurs fonctions d'une importance critique. La politique nationale devra encourager l'acquisition de connaissances provenant de ce marché étranger pilote et la facilitation des technologies inversées et du transfert de savoir-faire. La constitution d'une niche dans un domaine sélectionné peut être encouragée, si nécessaire et dans la mesure du possible. Dans le cas de *l'innovation de type D*, il ne sera guère possible sur le long terme de conserver les entreprises du pays d'origine ou d'attirer des entreprises étrangères par une politique scientifique et technologique traditionnelle.

VI. NÉCESSITÉ D'UNE ÉVOLUTION DE LA POLITIQUE NATIONALE DE L'INNOVATION ET DE LA TECHNOLOGIE

Les facteurs qualitatifs et les interactions dynamiques en amont et en aval jouent de plus en plus un rôle moteur dans les décisions d'implantation de la R-D. Ainsi, les motifs et les objectifs sous-jacents de l'internationalisation de la R-D et de l'innovation ne concernent pas essentiellement l'exploitation de l'avantage financier que représentent des unités de R-D réparties de par le monde, mais soulignent davantage les effets sur la valeur ajoutée de processus transnationaux d'acquisition de connaissances tout au long de la chaîne de valeur ajoutée (recherche, développement, production, intégration aux chaînes d'offre et aux réseaux logistiques, marketing/vente et relations de services). L'établissement d'unités de R-D à l'étranger répond bien souvent à une volonté d'acquisition de connaissances résultant de l'excellence technologique, de l'existence de marchés pilotes et d'interactions dynamiques entre la R-D, le marketing et une production de pointe. L'attrait d'un système national d'innovation sera de plus en plus déterminé par son efficacité dynamique, c'est-à-dire sa capacité à appuyer les processus d'apprentissage de systèmes d'innovation complexes et l'interaction d'établissements spécifiques (entreprises, instituts de R-D, universités, administration publique).

Les entreprises à forte intensité de R-D se lancent dans des transformations de grande ampleur de leurs activités de R-D. Pour bon nombre d'entre elles, le

processus d'internationalisation de la recherche, du développement de produits et d'innovation s'est accompagné d'une focalisation de plus en plus sélective sur un très petit nombre de sites de R-D et d'une concentration des activités d'innovation sur les centres dits de premier ordre. Une tendance parallèle à l'établissement d'un centre unique de compétence par groupe de produits ou domaine technologique s'opère également. La dynamique du changement dépend, d'une part de la stratégie technologique globale d'une entreprise et, d'autre part, de la taille et de la base de ressources de son pays d'origine. Le renforcement du système public de recherche est donc une condition nécessaire mais nullement suffisante ; des implantations très développées peuvent se caractériser par un marché pilote pour différents domaines de produits et systèmes de production novateurs.

La politique technologique nationale en tant que mesure *unique* ne constituera plus une stratégie politique de succès. La politique de l'innovation est une tâche interfonctionnelle et une politique de l'innovation *intégrée* doit regrouper plusieurs domaines de l'action politique. L'efficacité et l'efficacité des processus administratifs de prise de décision et l'établissement de structures latérales et de mécanismes de coordination entre les différents domaines d'action deviennent des facteurs décisifs de la capacité d'absorption du système national d'innovation.

De même que les méthodes modernes de fonctionnement en réseau et de coordination, les méthodes utilisées par les entreprises pour gérer leur R-D internationale démontrent clairement à quel point les processus d'innovation sont influencés par des déterminants non techniques. La nécessité d'inscrire la politique de l'innovation et de la technologie dans une perspective nouvelle est également apparente dans d'autres contextes. Il faut se détourner des aspects techniques pour s'orienter vers les facteurs d'innovation « soft » tels que l'organisation, la qualification, la mentalité de la direction, la communication et les styles de comportement. Cela est vrai non seulement pour la gestion de la R-D, mais s'applique également, par exemple, aux nouveaux concepts de production, aux économies d'énergie, à l'utilisation des technologies environnementales et aux technologies de la communication (Meyer-Krahmer, 1996). La promotion de la technologie peut être complétée par une aide à la gestion du changement. L'importance croissante de ces facteurs d'innovation entraînera un changement analogue dans l'approche de la politique d'innovation. Mais, actuellement, les acteurs de la politique technologique de nombreux pays semblent n'embrasser ce processus de changement qu'avec hésitation. Nous estimons, quant à nous, que la plupart des blocages décrits seront balayés par la dynamique puissante de la mondialisation.

NOTES

1. Cet article a été rédigé sur la base d'une étude empirique des stratégies de R-D et d'innovation des sociétés transnationales effectuée conjointement par le Fraunhofer Institute ISI de Karlsruhe, l'université de St Gallen et l'université de Hohenheim (voir Gerybadze, Meyer-Krahmer et Reger, 1997).
2. On peut citer, à titre d'exemples de très forte intensité de R-D au niveau central les sociétés Roche (15 pour cent), Eisaj (13 pour cent) et Ciba-Geigy (11 pour cent). Plusieurs autres entreprises consacrent moins de 10 pour cent de leur chiffre d'affaires à la R-D au niveau du *siège* mais affichent de très fortes intensités de R-D au niveau de leurs *activités*. C'est le cas, par exemple, de SulzerMedica qui investit plus de 10 pour cent de son chiffre d'affaires dans sa R-D alors que le taux moyen d'investissement en R-D de Sulzer n'est que de 3.4 pour cent.
3. Sur ce point, voir en particulier le tour d'horizon fait par Cheng et Bolon (1993) ainsi que par Lall (1980), Mansfield, Teece et Romeo (1979), Ronstadt (1977), Teece (1976) et Kogut et Zander (1993).
4. La théorie économique distingue l'efficacité statique, c'est-à-dire relative à un point donné dans le temps de l'efficacité dynamique, c'est-à-dire liée à un développement à long terme. Il est tout à fait possible que l'une et l'autre s'opposent.
5. Pour une analyse plus détaillée et plus élaborée des schémas dominants de l'innovation transnationale et de ses effets sur la politique, voir Gerybadze et Reger (1997).
6. Si la plupart des activités d'une entreprise se caractérisent par des régimes d'innovation similaires, les généralisations au niveau de l'entreprise sont utiles. Si différentes activités présentent des régimes différents, une analyse plus fine au niveau de l'UAS s'impose.

BIBLIOGRAPHIE

- CANTWELL, J. (1994), « Transnational Corporations and Innovatory Activities », dans *The United Nations' Library on Transnational Corporations*, vol. VIII, Londres.
- CHENG, J.L.C. et D.S. BOLON (1993), « The Management of Multinational R&D: A Neglected Topic in International Business Research », *Journal of International Business Studies*, premier trimestre, pp. 1-18.
- GERYBADZE, A., F. MEYER-KRAHMER et G. REGER (1997), *Globales Management von Forschung und Innovation (Globalisation of R&D and Innovation, à paraître en anglais)*, Stuttgart.
- GERYBADZE, A. et G. REGER (1997), « Globalisation of R&D, Recent Changes in the Management of Innovation in Transnational Corporations », rapport de discussion sur la gestion internationale et l'innovation, février, Stuttgart.
- GORDON, R. (1994), « Mastering Globalisation », Seminar on « The Future of Industry in Europe », Bruxelles, décembre.
- HWWA-INSTITUT FÜR WIRTSCHAFTSFORSCHUNG (1995), « Grenzüberschreitende Produktion und Strukturwandel – Globalisierung der deutschen Wirtschaft », Forschungsauftrag des Bundesministerium für Wirtschaft, Hambourg.
- KODAMA, F. (1995), *Emerging Patterns of Innovation*, Boston, MA.
- KOGUT, B. et U. ZANDER (1993), « Knowledge of the Firm and the Evolutionary Theory of the Multinational Corporation », *Journal of International Business Studies*, vol. 24, quatrième trimestre, pp. 625-645.
- LALL, R. (1980), « Monopolistic Advantages and Foreign Involvement by US Manufacturing Industry », *Oxford Economic Papers* 32, pp. 102-122.
- MANSFIELD, E., D. TEECE et A. ROMEO (1979), « Overseas Research and Development by US-based Firms », *Economica* 46, pp. 187-196.
- MEYER-KRAHMER, F. (1996), « Technologiepolitik », dans D. Kahsnitz, G. Ropohl et A. Schmid (éd.), *Handbuch zur Arbeitslehre*, Munich.
- NIW, DIW, ISI, ZEW (1995), « Zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands ». Erweiterte Berichterstattung 1995. Zusammenfassender Endbericht an das Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie (BMBF); vorgelegt durch das Niedersächsische Institut für Wirtschaftsforschung (NIW), Deutsche Institut für Wirtschaftsforschung (DIW), Fraunhofer-Institut für Systemtechnik und Innova-

- tionsforschung (ISI), Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung (ZEW), Hannover, Berlin, Karlsruhe, Mannheim.
- NONAKA, I. et H. TAKEUCHI (1995), *The Knowledge Creating Company, How Japanese Companies Create the Dynamics of Innovation*, New York, Oxford.
- PATEL, P. et K. PAVITT (1992), « Large Firms in the Production of the World's Technology, An Important Case of Non-Globalization », dans O. Granstrand, L. Håkanson et S. Sjölander (éd.), *Technology Management and International Business, Internationalisation of R&D and Technology*, Chichester, New York, Brisbane et al., pp. 53-73.
- REGER, G. (1996), « Internationalisation and Coordination of R&D in European and Japanese Companies », rapport présenté à la 12^e Conférence internationale de Industrial Marketing and Purchasing Group (IMP) on « Interaction, Relationships and Networks », 5-7 septembre, Karlsruhe.
- REGER, G. (1997), *Koordination und strategisches Management internationaler Innovationsprozesse*, Heidelberg.
- ROBERTS, E.B. (1995a), « Benchmarking the Strategic Management of Technology (I) », dans *Research Technology Management*, janvier-février, pp. 44-56.
- ROBERTS, E.B. (1995b), « Benchmarking the Strategic Management of Technology (II): R&D Performance », document de travail n° 119-95, Sloan School of Management, Cambridge, MA.
- RONSTADT, R. (1977), *Research and Development Abroad by US Multinationals*, New York.
- SCHMOCH, U. (éd.) (1996), *Technology Transfer in Germany. Interim Report for the German-American Academic Council Foundation*, Karlsruhe.
- TEECE, D.J. (1976), *The Multinational Corporation Cost of International Technology Transfer*, Cambridge, MA.

NOUVELLES ORIENTATIONS DE LA POLITIQUE TECHNOLOGIQUE – L'EXEMPLE DE LA FINLANDE

TABLE DES MATIÈRES

I. Évolution du champ couvert par la politique de R-D	320
II. Élaboration de la politique d'innovation en Finlande	320
III. Logique sous-tendant la décision	321
IV. Répartition des nouveaux fonds	323
V. Conclusions préliminaires	325

Cet article a été rédigé par Erkki Ormala, Conseil de la politique scientifique et technologique de la Finlande (e-mail : erkki.ormala@ktm.vn.fi).

I. ÉVOLUTION DU CHAMP COUVERT PAR LA POLITIQUE DE R-D

Dans le passé, les politiques de R-D étaient axées sur l'obtention de nouveaux résultats scientifiques, de façon à consolider la base de connaissances à l'échelle nationale et mondiale. Dans les années 80, une meilleure perception de l'importance du savoir pour le développement économique et social a conduit à privilégier davantage la diffusion et l'exploitation des connaissances. De nouvelles notions – le modèle systémique de l'innovation, les systèmes nationaux d'innovation, la capacité de diffusion du système d'innovation, la société de l'information, etc. – et une sensibilisation accrue à la nature du savoir, autrement dit à la distinction entre connaissances tacites et connaissances formelles, ont encore élargi la portée des politiques de R-D durant les années 90. Les modalités de financement et de contrôle des entreprises, le fonctionnement en réseau et la capacité d'assimilation des entreprises figurent désormais parmi les grands enjeux dans ce domaine. Une nouvelle définition de la politique d'innovation est venue compléter celle de la politique de R-D au sens classique.

Cette réorientation progressive des politiques de R-D a attiré l'attention sur les autres facteurs d'innovation. Les activités innovantes sont déterminées non seulement par l'efficacité de la production, de la diffusion et de l'assimilation de nouvelles connaissances, mais aussi par la stabilité des conditions macro-économiques, la formation, le financement, les réglementations et la situation du marché, autant d'aspects qui débordent le cadre des politiques de R-D et d'innovation. Les facteurs en jeu ont été largement débattus ces dernières années à l'échelle de l'OCDE et de l'Union européenne. Ils sont fortement soumis aux politiques régissant l'industrie, l'enseignement, l'aménagement régional, les finances et d'autres domaines. Les politiques de R-D et d'innovation doivent s'articuler avec les politiques menées par ailleurs, de manière à créer des conditions propices à l'innovation pour l'économie dans son ensemble. Il s'agit de mettre au point différentes politiques qui agissent de façon coordonnée.

II. ÉLABORATION DE LA POLITIQUE D'INNOVATION EN FINLANDE

Les politiques touchant la science, la technologie et l'innovation ont connu la même évolution en Finlande. Le principe du système national d'innovation a été

retenu pour étayer l'action des pouvoirs publics au début des années 90. Cette démarche a été systématiquement adoptée depuis lors.

La mise au point des politiques est entrée dans une nouvelle phase en automne 1996 lorsque le gouvernement finlandais a décidé d'accroître le financement public de la recherche en vue de porter l'apport national à la recherche à 2.9 pour cent du PIB à l'horizon 1999. Cette décision repose sur la privatisation des entreprises d'État. Le financement public de la recherche augmentera de 1.5 milliard de markkaa (300 millions de dollars des États-Unis) en deux ans et demi, soit 25 pour cent de plus qu'à l'heure actuelle. Grâce à cette augmentation, qui s'ajoutera à l'accroissement prévu des dépenses de R-D du secteur privé, l'apport national à la recherche atteindra le niveau visé d'ici à 1999.

Le gouvernement a invité le Conseil de la politique scientifique et technologique à concevoir des projets d'affectation de ces nouvelles ressources. En augmentant le financement de la recherche, il visait expressément à développer le système national d'innovation au profit de l'économie, des entreprises et de l'emploi.

Le Premier ministre a parlé de « la plus grande décision prise par ce gouvernement en matière de politique industrielle ». Je me propose de donner un bref aperçu des raisons qui sous-tendent cette décision et des formes d'utilisation envisagées pour les montants ainsi dégagés. Les projets en cours pour l'affectation des fonds correspondent à l'appréciation la plus plausible des défis que vont avoir à relever la science, la technologie et l'innovation dans un espace économique ouvert, mais restreint, dans l'optique de l'union monétaire.

III. LOGIQUE SOUS-TENDANT LA DÉCISION

Il n'est pas possible ici de passer en revue l'ensemble des différents arguments avancés et examinés préalablement à la décision. Les remarques ci-après visent à donner un aperçu du débat et à en souligner la nature.

Structure industrielle. La Finlande a su déclencher une dynamique de renouvellement de la structure industrielle, qui tend à se spécialiser dans des secteurs et produits caractérisés par une forte croissance où les connaissances jouent un grand rôle. Ce processus, amorcé au début des années 80, s'accélère depuis peu. Les données empiriques sont suffisantes pour mettre en évidence ses caractéristiques et conditions sous-jacentes.

La diversification de la structure industrielle est vitale pour la stabilité économique de la Finlande dans le cadre de la monnaie unique. La structure économique a toujours été différente de celle des grands pays européens; aussi les

décisions de la Banque centrale européenne ne répondent-elles pas nécessairement aux besoins de l'économie finlandaise. La croissance à forte intensité de savoir est perçue comme étant le principal facteur de diversification. Par ailleurs, la décision d'accroître les fonds publics consacrés à la R-D a clairement indiqué que les montants nécessaires devaient provenir des ventes d'entreprises d'État et n'affecteraient pas les mesures finlandaises de mise en conformité avec les critères de convergence.

Création d'emplois. Compte tenu du taux de chômage élevé (environ 16 pour cent de la population active, soit approximativement 400 000 personnes), la création d'emplois est une question cruciale en Finlande. Les entreprises caractérisées par une technicité poussée n'ont cessé d'accroître leurs effectifs pendant toute la période de récession au début des années 90. Le phénomène s'est accéléré depuis 1994. Par exemple, les secteurs de l'électricité et de l'électronique ont généré 15 000 emplois bien rémunérés durant les deux années écoulées. D'après les estimations du Conseil de la politique scientifique et technologique, la croissance à forte intensité de qualifications aura pour effet net direct la création de 30 000 à 50 000 emplois au cours des trois années à venir. Ces chiffres ne tiennent pas compte des nouveaux postes que viendront ajouter la sous-traitance et les services commerciaux correspondants. Certains faits concrets laissent supposer que ces effets indirects pourraient se traduire par 0.5 à 1.5 emploi pour chaque emploi directement créé.

Revenus. Du point de vue de l'économie nationale, les emplois à forte intensité de qualifications jouent un rôle vital. Pour l'essentiel, la production exigeant un haut degré de connaissance est tournée vers l'exportation et les emplois qui s'y rattachent sont bien rémunérés. La croissance dans ce domaine augmente ainsi grandement les recettes d'exportation et les impôts, en suscitant une demande notable de services intérieurs.

D'autres arguments ont été avancés à la faveur du débat. Par exemple, la croissance à forte intensité de savoir intervient, semble-t-il, dans *l'équilibre de l'aménagement régional* et dans les conditions préalables à un *développement écologiquement viable*.

L'innovation est l'élément moteur de la croissance à forte intensité de savoir. Les entreprises innovantes sont capables de s'adapter à l'évolution du marché mondial, d'accroître leur productivité et de créer de nouveaux emplois. Encore faut-il qu'elles évoluent dans un climat propice à l'apparition et à la multiplication de solutions originales et d'activités nouvelles.

Le système national d'innovation est un moyen d'action privilégié dans ce domaine. Les exemples évoqués ci-dessus donnent une idée du cadre dans lequel s'inscrit le débat sur la politique d'innovation en Finlande. L'efficacité de cette politique est jugée extrêmement importante pour la stabilité économique et d'autres aspects fondamentaux. La politique d'innovation relève d'une stratégie

d'ensemble employée par les pouvoirs publics pour relever les défis économiques et sociaux à venir.

L'innovation dépend de nombreux facteurs différents : R-D, éducation, financement de l'innovation, fonctionnement en réseau, gestion de l'innovation et nouvelles formes d'organisation du travail. Cependant, la décision de consacrer de nouvelles ressources à la R-D se fonde sur l'appréciation du rôle structurant de celle-ci dans l'innovation. La R-D n'est pas simplement un moyen de produire de nouvelles connaissances : c'est une caractéristique essentielle de toute organisation apprenante. Elle englobe les différents types de savoir indispensables à l'innovation. Elle ouvre des voies d'accès à des sources extérieures de connaissances et favorise la participation à des opérations conjointes. A terme, la R-D est appelée à renforcer la capacité d'assimilation des entreprises et leur aptitude à mettre en pratique de nouvelles connaissances. Par conséquent, la décision des pouvoirs publics visant à accroître les dépenses de R-D devrait améliorer les performances, en termes d'innovation, pour l'ensemble des secteurs économiques.

IV. RÉPARTITION DES NOUVEAUX FONDS

La décision de mettre le surcroît de ressources au service de l'économie, des entreprises et de la création d'emplois a donné une orientation précise à l'affectation des fonds. Le premier principe de sélection a consisté à accorder des moyens financiers aux utilisateurs finals sur la base d'appels d'offre. Par conséquent, les ressources normales des universités ou des établissements de recherche n'ont pas augmenté. Les nouveaux fonds sont venus s'ajouter au financement de projets mis en concurrence. Le second principe a consisté à consacrer l'essentiel des fonds à la technologie, en mettant l'accent sur la recherche fondamentale et l'éducation de base dans des domaines bien circonscrits. Des fonds ont été par ailleurs accordés aux ministères dans certains secteurs au titre de programmes dits « de filières ».

Les ressources supplémentaires réservées à la technologie (environ 900 millions de markkaa, sur un total de 1.5 milliard) ont été attribuées au Centre de développement technologique (TEKES) pour renforcer les activités principales de l'organisation, à savoir les programmes technologiques et la mise au point de produits, l'objectif étant expressément d'accroître le nombre d'entreprises qui prennent part aux programmes et aux projets de développement. En outre, la portée des activités a été élargie de manière à prendre en compte la recherche fondamentale, des programmes menés sous l'égide de centres régionaux, des projets de R-D dans le secteur des services, des programmes de filières au sein

des ministères sectoriels et de nouveaux dispositifs (de dotation en fonds propres, par exemple) pour combler l'écart entre le financement classique de la R-D et le financement du capital-risque.

Les nouvelles ressources destinées à la recherche fondamentale ont été allouées par le biais de l'Académie de Finlande (conseils scientifiques) pour mettre en route des programmes de recherche dans des domaines stratégiques, consolider les centres d'excellence dans les universités, créer un système de formation post-doctorat et resserrer la coopération internationale. Les ressources universitaires complémentaires ont été consacrées à la modernisation des meilleurs établissements universitaires du troisième cycle et à la mise en place de nouveaux établissements dans certains domaines scientifiques et technologiques, à l'amélioration de l'instrumentation scientifique, à l'intensification de la coopération entre les universités et les entreprises et au développement de l'éducation dans les domaines scientifiques et technologiques intervenant dans une croissance à forte intensité de qualifications. Tous les nouveaux investissements dans la recherche fondamentale et l'éducation de base (environ 550 millions de markkaa) visent à obtenir une meilleure adéquation entre l'enseignement scientifique et l'innovation.

Pour le reste, les nouveaux fonds ont été attribués aux ministères sectoriels pour les programmes de filières et au ministère du Travail pour l'aménagement de lieux de travail hautement performants, qui peuvent servir de « repères » pour un renouvellement de l'organisation dans tous les secteurs économiques. Les programmes de filières englobent les télécommunications, les denrées alimentaires, les transports, l'environnement, les forêts et la protection sociale. Ces programmes visent à favoriser de nouvelles formes de coopération entre les organismes scientifiques et techniques, comme entre ceux du secteur privé et du secteur public. Il s'agit de resserrer les liens entre la politique d'innovation et d'autres secteurs stratégiques, en offrant notamment de nouvelles perspectives d'élaboration de cadres réglementaires plus propices à l'innovation et en suscitant une demande favorable à d'autres innovations dans le secteur public.

L'objectif général de cette répartition des ressources est de faire en sorte que l'ensemble du système de recherche et d'enseignement supérieur soit plus orienté par la demande, gagne en souplesse et resserre les liens entre producteurs et utilisateurs de connaissances. Les nouvelles activités devraient également entraîner une véritable mutation institutionnelle du système d'innovation.

L'efficacité et l'influence des nouveaux instruments seront évaluées. Les dispositions prises à cet effet prévoient notamment la mise en place d'un groupe indépendant d'experts de haut niveau disposant de ressources suffisantes et faisant appel au concours technique de spécialistes de Finlande et d'ailleurs. Un « processus d'évaluation en temps réel » sera mis en œuvre. La méthode d'évaluation devra encore être perfectionnée pour aboutir à une représentation suffi-

samment fidèle des effets de l'ensemble de la démarche sur l'industrie et sur l'emploi.

V. CONCLUSIONS PRÉLIMINAIRES

Ces considérations font ressortir les trois défis que devront relever les pouvoirs publics pour mettre en œuvre une politique d'innovation cohérente.

La politique régissant la science, la technologie et l'innovation est désormais au cœur des stratégies axées sur la stabilité économique. Les instruments classiques, qu'il s'agisse des politiques fiscales ou des politiques industrielles fondées sur les aides financières, tendent à disparaître des panoplies gouvernementales. En élaborant des systèmes nationaux d'innovation, les pays peuvent créer les conditions voulues pour favoriser une croissance à forte intensité de savoir, de plus en plus jugée déterminante pour l'avenir de la zone OCDE. La politique d'innovation va généralement demeurer une prérogative nationale dans le cadre de l'économie mondiale.

Les pouvoirs publics ne sont pas toujours organisés de manière optimale pour orienter la politique d'innovation. Les ministères ont en principe des compétences sectorielles bien définies. La politique d'innovation est de nature horizontale et nécessite par conséquent des apports coordonnés de différents secteurs. Comme l'a indiqué Alan Nymark en janvier 1996 lors de la Conférence d'Oslo sur la créativité, l'innovation et la création d'emplois : « les gouvernements ont un rôle clé d'intégration à jouer, non seulement en mettant à profit le savoir à l'intérieur des ministères et organismes publics, mais aussi en améliorant l'acquisition et l'exploitation des connaissances dans tous les secteurs économiques ».

En dernier lieu, la politique d'innovation suppose des compétences précises qui ne vont pas de soi jusqu'à présent dans les services d'État. Ces compétences doivent permettre d'appréhender les questions commerciales, l'administration publique, la politique économique et l'innovation. Everett Ehrlich a posé la question suivante à la Conférence de Stockholm organisée au début de l'année sur la compétitivité industrielle dans l'économie du savoir : « La politique de recrutement dans la fonction publique conduit-elle à un juste équilibre entre le développement des compétences et la mémoire institutionnelle, d'une part, et la nécessité d'éviter la sclérose bureaucratique, d'autre part ? » La mobilité du personnel entre le secteur public et le secteur privé pourrait notamment être facilitée. La présence d'un groupe extrêmement compétent dans tel ou tel service administratif ne suffit pas. Il faut que tous les secteurs intéressés disposent des compétences voulues pour créer une « masse critique » capable de porter au plan politique les idées nouvelles débattues dans le contexte administratif.

UNE POLITIQUE DE L'INNOVATION ET DE LA TECHNOLOGIE POUR L'ÉCONOMIE FONDÉE SUR LE SAVOIR : CHANGEMENT DE POINT DE VUE AU CANADA

TABLE DES MATIÈRES

Résumé	328
I. Ce qu'implique l'économie fondée sur le savoir pour l'action des pouvoirs publics	329
II. L'évolution de la politique canadienne de la science et de la technologie	334
III. Politiques à venir : le rôle de l'OCDE	349
Notes	351

Cet article a été rédigé par Andrei Sulzenko, sous-ministre adjoint, secteur de la politique industrielle et scientifique, Industrie Canada, Ottawa.

RÉSUMÉ

L'économie mondiale est dans une phase d'ajustement structurel majeur, de passage à une croissance fondée sur le savoir, caractérisée par une baisse des coûts et une augmentation de l'efficacité dans la transmission, la recherche documentaire et l'analyse de l'information. Cette économie fondée sur le savoir se caractérise notamment par le fait qu'elle utilise les connaissances de manière très diversifiée, à la fois comme intrant et comme produit final, dans l'ensemble de l'économie. La capacité à créer de la richesse dépendra de plus en plus de la gestion efficace du savoir, c'est-à-dire de la capacité organisationnelle à créer, acquérir, accumuler, diffuser et exploiter l'information et le savoir. Cet ajustement a une incidence sur tous les compartiments de la société canadienne, comme sur tous les secteurs de l'économie.

La naissance de l'économie fondée sur le savoir a pour conséquence que, dans pratiquement tous les pays de l'OCDE, les politiques de S-T sont dans une phase de transition. La politique fédérale de la S-T au Canada a été examinée en détail récemment pour revoir non seulement la nature des dépenses, mais encore les moyens d'en tirer le meilleur parti. Cet examen a conclu notamment que, dans la mesure du possible, la politique du secteur public doit rester le fer de lance de la nouvelle dynamique et des nouvelles exigences de l'économie fondée sur le savoir, plutôt que d'essayer continuellement de rattraper son retard en réaction aux nouveaux développements. Cette approche comprend trois volets : il faut créer des institutions et des relations nouvelles ainsi que de nouveaux réseaux pour renforcer la capacité des Canadiens d'acquérir et de partager des connaissances et de l'information ; les liens entre création d'emplois, croissance économique, avancement des connaissances et qualité de la vie doivent être bien compris et renforcés ; et l'Administration fédérale doit développer des partenariats efficaces avec les entreprises, les universités, d'autres administrations et les organismes à but non lucratif.

Compte tenu de ces thèmes, cet article décrit de nombreux changements importants ayant affecté la politique fédérale de la S-T, notamment ces deux dernières années. Ils ont eu pour effet de modifier les attitudes et les relations, aussi bien dans le secteur privé que public, de manière à renforcer la capacité d'innovation du système national.

I. CE QU'IMPLIQUE L'ÉCONOMIE FONDÉE SUR LE SAVOIR POUR L'ACTION DES POUVOIRS PUBLICS

Dans une large mesure, la révolution du savoir n'est pas révolutionnaire. Depuis l'invention des premiers outils, le progrès économique a toujours été tributaire de nouvelles idées et de l'innovation : de meilleurs outils donnent de meilleurs résultats ; une meilleure organisation du travail améliore la performance. Et la combinaison de ces deux facteurs peut accroître la richesse de la collectivité. La révolution du savoir n'a pas modifié ces relations de base. Ce qui a changé, c'est notre compréhension du processus de croissance économique et le rôle qu'y joue le savoir, ainsi que les ressources et les technologies dont disposent ceux dont le travail consiste à appliquer le savoir aux questions économiques. Ces facteurs ont intensifié la relation entre le savoir et la performance économique, ce qui a un profond impact sur notre économie et notre société. Il est désormais reconnu que le savoir est au moins aussi important que le capital matériel, le capital financier et les ressources naturelles en tant que source de croissance économique. C'est une évolution récente qui défie beaucoup de nos institutions actuelles et des politiques qui ont été élaborées à une époque où le rôle du savoir était moins bien compris.

Deux grandes forces sous-jacentes et liées entre elles contribuent à façonner cette économie naissante. La première est bien connue, il s'agit de la force de mondialisation. De plus en plus, l'activité économique ne tient pas compte des frontières internationales. Cette force augmente la taille des marchés et élargit l'horizon des entreprises, leur permettant une plus grande spécialisation. La deuxième force est la baisse des coûts et l'augmentation d'efficacité dans le domaine de la transmission, de la recherche documentaire et de l'analyse de l'information. Ensemble, ces forces sont en train de créer une économie mondiale dans laquelle le savoir est utilisé dans tous les domaines, aussi bien en tant qu'intrant qu'en tant que produit final. C'est ainsi que la technologie de l'information, par exemple, représente une part croissante de l'investissement dans tous les secteurs de l'économie – de l'agriculture à la restauration et à l'aérospatiale. Les apports de savoir prennent de l'importance dans la productivité et la croissance. En même temps, le savoir monte en puissance en tant que produit, avec le conseil en management, le développement de logiciels et l'éducation, qui font désormais partie des secteurs de l'économie qui connaissent la croissance la plus rapide.

Caractéristiques de l'économie fondée sur le savoir

Dans l'économie fondée sur le savoir, la capacité de générer et d'utiliser des connaissances – autrement dit d'innover – n'est pas seulement le facteur détermi-

nant de la richesse ; c'est aussi la base de l'avantage comparatif. Le savoir est fondamental pour améliorer l'efficacité des processus de production et de distribution, améliorer la qualité et la quantité de produits et augmenter le choix de produits et de services.

Les secteurs prospères seront ceux qui développeront de nouvelles idées, emploieront de nouveaux procédés, fabriqueront de nouveaux produits et fourniront de nouveaux services. Les investissements dans le savoir (recherche et développement, capital intellectuel, logiciel et expertise technique) contribuent directement au développement du secteur manufacturier et du secteur des services par leur demande de biens et de services à la pointe du progrès ; ils maintiennent aussi la demande et l'emploi dans les secteurs primaires de l'économie, tels que l'agriculture et les ressources naturelles.

Ces dix dernières années, la part de la haute technologie dans la production manufacturière et les exportations de l'OCDE a plus que doublé, et l'OCDE estime que plus de la moitié du PIB total des pays riches s'appuie désormais sur le savoir. Dans l'économie fondée sur le savoir, l'emploi se caractérise par une demande croissante de travailleurs éduqués et hautement qualifiés. Au Canada, entre 1971 et 1991, l'emploi dans les industries exigeant un degré élevé de connaissances et les industries de haute technologie a augmenté en moyenne de 1.2 et 0.8 pour cent par an respectivement, alors que d'autres secteurs ont enregistré de légères baisses. Si la transition vers l'économie fondée sur le savoir contient la perspective de meilleures performances économiques, elle apporte aussi avec elle des défis redoutables en matière d'ajustement qui se répercuteront sur les entreprises, les individus, les institutions d'enseignement et les administrations. La redéfinition du monde du travail et la transformation du lieu de travail est une source importante d'insécurité et d'appréhension pour les Canadiens. Depuis le milieu des années 70, la progression des emplois hors normes (temps partiel, contrats de travail à durée déterminée et emplois non salariés) a représenté 45 pour cent de la croissance globale de l'emploi. Si la plupart des personnes occupant des emplois hors normes choisissent cette option, une part croissante d'entre elles n'a pas d'autre choix. L'emploi hors normes est souvent instable et non sûr, offre de faibles possibilités de formation et les salaires et avantages ont tendance à être bas. Cette tendance, couplée à des taux de chômage qui restent élevés et à la réduction largement répandue de la taille des entreprises, a suscité des préoccupations concernant la disparition de postes de travail offrant sécurité et salaires élevés.

Facteurs déterminants du succès dans l'économie fondée sur le savoir

Les faits prouvent que ce sont les individus et les entreprises qui s'adaptent et innovent qui survivent et prospèrent. Plus précisément, les entreprises qui

réussissent dans la nouvelle économie sont orientées vers l'international, hautement productives et investissent des sommes considérables dans le savoir et les qualifications. Ces investissements impliquent trois façons principales d'innover :

- adopter et appliquer de nouvelles technologies ;
- devenir plus innovants dans l'organisation et la gestion des ressources humaines ; et
- exploiter les synergies entre ces deux facteurs.

Tandis que l'innovation – trouver de meilleures façons de faire – a toujours été le facteur essentiel dans le maintien de la productivité et la croissance économique à long terme, dans la nouvelle économie, la gestion efficace du savoir sera le facteur déterminant de la réussite.

Ces vingt dernières années, le défaut d'innovation a été l'une des raisons majeures de la croissance relativement lente de la productivité au Canada. Dans la nouvelle économie, s'adapter signifie innover sur tous les fronts – adopter non seulement les technologies « matérielles » telles que les technologies de l'information et des communications, mais aussi les structures organisationnelles plus flexibles, de nouvelles stratégies de management et le développement des ressources humaines qui sont nécessaires pour faire fonctionner les technologies matérielles. Le défaut d'adoption de ces innovations complémentaires s'est traduit par une non-réalisation du potentiel des nouvelles technologies en matière de productivité.

Si le Canada n'a pas été le seul pays développé mis au défi de cette nouvelle adaptation au changement, ses performances en matière de croissance de la productivité ont été particulièrement faibles. Certains des facteurs qui ont contribué à ces piètres performances sont l'ajustement plus lent et plus limité aux chocs des prix de l'énergie et du taux de change, l'accumulation moins rapide de capital, de piètres résultats en matière fiscale, des dépenses de R-D plus faibles, une adoption plus lente des technologies de pointe (matérielles et immatérielles), et une concurrence relativement faible sur les marchés intérieurs.

L'économie fondée sur le savoir génère une forte demande de travailleurs intellectuels; il s'agit de personnes qui sont impliquées dans l'acquisition et l'application de connaissances, qui savent comment apprendre et qui continuent à apprendre en étendant leurs qualifications existantes et en acquérant de nouvelles. Ces travailleurs ont des compétences mobiles et transformables, et sont engagés dans un apprentissage et une créativité à vie. Ils sont la clef de voûte de la compétitivité des entreprises et de la capacité d'adaptation de l'économie. Des données de recensement montrent que les qualifications de la population active ayant un emploi – non seulement les diplômes obtenus et les années d'expérience, mais aussi des éléments de mesure tels que la complexité

cognitive et la diversité des tâches – ont augmenté régulièrement dans la période 1971-91.

Cependant, beaucoup de Canadiens manquent des qualifications requises pour tirer profit de pans entiers de l'économie fondée sur le savoir et y soutenir la concurrence. L'enquête internationale sur le niveau d'instruction des adultes montre que 42 pour cent des Canadiens ne sont pas prêts à travailler dans un environnement nécessitant de plus en plus de savoir, où des compétences fondamentales telles que savoir lire et compter sont essentielles. L'économie fondée sur le savoir exige des qualifications larges et éminemment transférables, telles que la capacité de résoudre des problèmes et la capacité d'apprendre. Trois séries de qualifications sont considérées comme essentielles par les principaux employeurs :

- un bagage universitaire qui fournit la base permettant d'obtenir, de conserver un emploi et d'y progresser;
- des qualités personnelles de management, qui se traduisent par des attitudes et des comportements; et
- la capacité de travailler en équipe, nécessaire pour coopérer avec d'autres.

La nouvelle économie demande de plus en plus aux entreprises et aux universités de diffuser le savoir en leur sein, parmi les employés et collaborateurs, et en direction d'autres entreprises et institutions. Les entreprises ont besoin de constituer et de renforcer des alliances avec les producteurs de l'information, tels que les établissements d'enseignement, d'accélérer le transfert du savoir dans les applications commerciales et de s'assurer un approvisionnement régulier en personnel hautement qualifié. Ainsi, le développement de réseaux et d'alliances stratégiques, y compris les consortiums de recherche, les coentreprises de R-D et les partenariats université-industrie qui définissent et exécutent la recherche en collaboration, prend une importance cruciale. Selon certaines études, la collaboration entre l'université et l'industrie comporte des avantages réels. Par exemple, on estime que le retour sur investissement dans la R-D s'élève à 35 pour cent pour les entreprises qui ont des liens avec l'université, contre 13 pour cent pour celles qui sont dépourvues de tels liens.

Pour les entreprises, le défi consiste à se transformer en organisations apprenantes pour augmenter leur capacité à attirer et retenir des travailleurs intellectuels et pour encourager la diffusion plus large et continue du savoir. Pour les travailleurs, il s'agit d'améliorer et d'élargir en permanence leurs compétences, par la formation et par l'apprentissage sur le lieu de travail ainsi que dans des environnements plus informels. Les entreprises ont aussi besoin d'établir un environnement de travail très performant afin de gérer plus efficacement ces travailleurs hautement qualifiés. Il apparaît de plus en plus clairement que les

organisations qui investissent dans un lieu de travail hautement performant, en innovant dans la gestion de la qualité totale, l'organisation du travail et la gestion des relations humaines, améliorent leurs performances sous forme de croissance de la productivité, de parts de marché, de bénéfices et de satisfaction du client.

Instaurer une économie fondée sur le savoir de haut niveau

La transition à l'économie fondée sur le savoir et le risque d'exclusion des moins qualifiés et des moins éduqués que cela comporte prouve à quel point il importe d'investir dans l'éducation et la formation pour améliorer les qualifications et les compétences de la main-d'œuvre. L'adaptation réussie à la société fondée sur le savoir dépendra à la fois de la qualité du système d'éducation et du cadre institutionnel qui donne aux travailleurs la possibilité de retourner à l'école et d'obtenir la formation dont ils ont besoin pour effectuer des changements professionnels durant toute leur vie. Le premier défi est de savoir comment développer les qualifications du plus grand nombre possible d'individus et comment leur fournir les opportunités et les incitations nécessaires pour un apprentissage à vie. Le deuxième est de faire en sorte que l'industrie s'engage à développer les ressources humaines pour promouvoir les gains de productivité, la croissance et l'emploi. La responsabilité de relever ces défis est partagée entre l'administration, les entreprises, les institutions et les individus, chacun ayant un rôle essentiel à jouer.

Les institutions d'enseignement supérieur sont essentielles pour la création, la diffusion et le transfert de savoir, du fait de leur mission en matière de recherche et de formation de personnel hautement qualifié et compétent. Dans l'économie fondée sur le savoir, ces institutions pourront jouer un rôle beaucoup plus large qu'aujourd'hui, en devenant notamment le pivot du développement économique, collectif et social. Le renforcement et l'élargissement des partenariats avec ces institutions et entreprises contribueront aussi à améliorer la capacité du Canada à transformer rapidement le savoir en emplois plus nombreux et de meilleure qualité.

L'expérience passée nous apprend que l'infrastructure est capitale pour une économie performante en termes de productivité. Au fil des ans, le Canada a investi des sommes considérables en infrastructures pour soutenir la croissance économique. Dans les années 50 et 60, ce pays a centré ses efforts sur la construction d'infrastructures de transport et d'éducation, puis, dans les années 80, ce sont les télécommunications qui ont eu la priorité. Ces investissements en infrastructure ont été réalisés au rythme des besoins de la société et de l'économie. L'émergence de l'économie fondée sur le savoir et l'importance d'une gestion efficace du savoir, exigent de voir dans l'infrastructure davantage que des briques et du mortier. Alors qu'une économie en croissance a besoin du soutien

de nouvelles infrastructures dynamiques en ce qui concerne les transports et l'information, nous devons de plus en plus considérer les institutions et les réseaux, le capital humain et la science et la technologie, comme l'infrastructure qui soutient l'activité économique dans le nouvel environnement global fondé sur le savoir. On peut donc dire que l'infrastructure du savoir contient les éléments essentiels de la création et de la transmission effectives du savoir, y compris les systèmes de transport et de communication, les réseaux technologiques tels que l'autoroute de l'information, les installations de recherche et les laboratoires universitaires, ainsi que les investissements en capital humain, tels que l'enseignement, la formation et l'apprentissage.

II. L'ÉVOLUTION DE LA POLITIQUE CANADIENNE DE LA SCIENCE ET DE LA TECHNOLOGIE

Le passage à l'économie fondée sur le savoir a entraîné des changements importants dans la façon de voir et d'agir de l'administration fédérale canadienne en matière de science et de technologie. L'année 1994 a marqué le début de la transformation actuelle de la politique des sciences et de la technologie (S-T). Le gouvernement a lancé un examen majeur de cette politique qui a débouché, en mars 1996, sur une Stratégie scientifique et technologique (*Les sciences et la technologie à l'aube du XXI^e siècle*)¹. Cette stratégie comporte certains changements fondamentaux :

- L'approche linéaire de l'innovation a été abandonnée. Il a été reconnu que l'innovation est non linéaire et qu'elle doit être holistique. La performance nationale en innovation dépend non seulement de l'innovation dans des organisations individuelles, mais aussi des relations et des réseaux entre institutions. C'est un changement de paradigme en faveur d'une approche en termes de système d'innovation national, insistant particulièrement sur les parties du système qui doivent être renforcées, par exemple les liens entre l'avancement des connaissances, leur commercialisation, la croissance économique durable et la qualité de vie.
- Le gouvernement fédéral a abandonné son rôle d'« initiateur » au profit de celui de catalyseur, de facilitateur et d'investisseur stratégique. Des initiatives doivent promouvoir les partenariats et mobiliser des fonds pour que des actions complémentaires et coordonnées soient prises par le gouvernement, les entreprises, les universités et autres organismes, afin d'obtenir de meilleurs résultats. Pour sa part, le gouvernement cible ses investissements de manière à combler les lacunes.

- Les changements dans le système de gestion de la S-T ont représenté un élément important de la Stratégie du Canada dans le domaine des sciences et de la technologie. Pour la première fois, des principes et des orientations ont été décidés et utilisés par chaque ministre responsable de dépenses en faveur de la S-T comme point de départ pour préparer un plan d'action. Les réalisations concernant la mise en œuvre de la Stratégie et des plans d'action qui y sont associés feront l'objet d'un suivi au moyen d'un rapport annuel au Parlement. Désormais, les ministres ont aussi une responsabilité collective de surveillance et, de temps en temps, ils examineront les questions interministérielles et les priorités en matière de science et technologie. A cela s'ajoute un nouveau Conseil consultatif externe sur les sciences et la technologie qui dépend du Premier ministre et donnera ses avis directement au Cabinet sur les questions de politique.

De nombreux changements de politique et de programme ont eu lieu, ces deux dernières années surtout, suite à la Stratégie fédérale en matière de sciences et de technologie. La suite de cet article donne des exemples destinés à illustrer quelques-uns des nouveaux programmes importants et à montrer comment ils améliorent la capacité d'innovation du pays.

Traduire la base scientifique en croissance économique

Le maintien d'une base scientifique adéquate et sa traduction en emplois et en croissance posent quelques problèmes majeurs. L'obsolescence rapide des infrastructures universitaires de recherche risque de mettre la recherche canadienne à la remorque d'équipes de chercheurs d'autres pays mieux pourvues. De plus, outre les obstacles habituels à des relations efficaces entre l'université et l'industrie dans le domaine de la recherche, la dispersion géographique des grandes universités canadiennes exécutant la recherche a rendu difficile le développement d'une masse critique suffisante dans certains domaines. Autrefois, les problèmes de ce type étaient réglés par des mesures progressives. Aujourd'hui, on prend de nouvelles initiatives importantes qui renforcent la base scientifique et tissent des liens avec le secteur privé.

Les réseaux de centres d'excellence

Le programme de *Réseaux de centres d'excellence*², annoncé en 1990, regroupe les chercheurs de pointe dans des programmes de recherche communs. Dès le départ, il a soutenu l'excellence dans le domaine de la recherche et accéléré l'obtention de résultats en encourageant les meilleurs chercheurs du Canada à travailler ensemble, quelle que soit l'institution à laquelle ils sont rattachés. Les réseaux ont été choisis sur l'avis d'un panel international indépen-

dant, utilisant des critères insistant sur la qualité de haut niveau. Une deuxième compétition, lancée en 1994, a examiné à la fois les réseaux existants et les nouveaux candidats. Elle a donné explicitement plus de poids aux partenariats avec l'industrie. Reconnaissant le succès du programme, le budget de 1997 du gouvernement fédéral a transformé son financement en financement permanent; il n'est plus soumis à renouvellement périodique.

Actuellement, on compte 14 réseaux dans des domaines variés tels que le télé-enseignement, la technologie du béton, la pâte de bois, la robotique et l'ingénierie des protéines. Ils relient 48 universités, 37 hôpitaux, 76 organismes gouvernementaux, 63 instituts de recherche et 405 entreprises. L'emploi actuel dans l'ensemble des réseaux représente environ 3 000 personnes dont 1 400 étudiants. Les réseaux sont efficaces pour former des chercheurs. Ils ont aussi permis à 98 pour cent des personnes employées de trouver un emploi au Canada, dont 58 pour cent dans l'industrie.

Les réseaux comprennent des chercheurs de plusieurs universités, mais ont une administration, un budget et un plan de travail communs. Des entreprises et des ministères peuvent participer activement à la recherche et apporter des fonds. Par exemple, ISIS, le réseau *Intelligent Sensing for Innovative Structures*³ conçoit et teste sur le terrain des infrastructures publiques telles que des ponts et des parkings qui contiennent des fibres ultra-résistantes, couplées à des capteurs contrôlés à distance – réponse directe aux coûts croissants d'infrastructures. Ce réseau compte 28 participants (11 universités, 3 entreprises, 10 ministères et 4 instituts), ainsi que 19 entreprises industrielles non participantes. Son directeur et son centre administratif résident à l'Université du Manitoba; son Conseil d'administration est présidé par le directeur exécutif d'une grande firme de conseil en ingénierie. La délégation de tous les contrôles effectifs aux réseaux assure d'excellents résultats.

En moins de huit ans, les réseaux ont généré 36 sociétés par essaimage. Ils ont déposé un nombre inhabituellement élevé de brevets – 81 demandes, 46 licences et 59 autres à l'étude. Le plus important, c'est que le programme de Réseaux de centres d'excellence a modifié la dynamique de la recherche de pointe au Canada. Les réseaux ont montré que la qualité de la recherche peut aller de pair avec les affaires. Un lien avec un réseau est une marque d'excellence dans la communauté des chercheurs universitaires et le programme fait désormais l'objet d'un suivi dans des revues scientifiques.

Une étude indépendante d'évaluation du programme a été effectuée récemment. Elle montre que le programme a atteint ses objectifs : soutenir l'excellence de la recherche, former et conserver du personnel de grande qualité, gérer des programmes interdisciplinaires et multi-sectoriels complexes, et accélérer l'échange de connaissances et le transfert de technologie. De plus, on s'attend à ce que cette accélération de l'échange de connaissances et de transfert de

technologie procure des avantages substantiels aux plans social, environnemental, économique et dans le domaine de la santé pour les Canadiens. La valeur de ces avantages devrait dépasser les coûts du programme.

Fondation canadienne pour l'innovation

Malgré le succès du programme des Réseaux de centres d'excellence, certaines universités ne peuvent plus se maintenir au niveau de la recherche mondiale dans certaines disciplines à cause d'installations médiocres ou obsolètes. Ceci montre une insuffisance de l'aide aux universités. Le secteur privé a accru son aide à la recherche effectuée dans les universités et les hôpitaux. Le gouvernement fédéral continue à déboursier plus de 750 millions de dollars canadiens annuellement pour la recherche universitaire. Cependant, les aides tant publiques que privées couvrent principalement les coûts de la recherche elle-même.

La réponse du gouvernement fédéral sous forme de la *Fondation canadienne pour l'innovation*⁴ a été annoncée dans le budget 1997. La Fondation sera un organisme indépendant à but non lucratif, doté d'un conseil d'administration comprenant des représentants de la communauté scientifique et du secteur privé. Les dons de la Fondation destinés à des infrastructures adaptées à la recherche devraient couvrir en moyenne 40 pour cent du coût total des projets. Le financement restant sera assuré par un large éventail de bailleurs de fonds – universités, secteur privé, secteur associatif, ressortissants canadiens et, dans la mesure où elles souhaitent y participer, administrations provinciales. L'industrie a ainsi la possibilité de soutenir l'infrastructure qui sera essentielle pour la base de recherche dont elle aura besoin à l'avenir (ainsi que le personnel hautement qualifié).

Les 800 millions de dollars canadiens fournis par le gouvernement fédéral à la Fondation devraient déclencher des aides à l'infrastructure de recherche à hauteur d'environ 2 milliards de dollars sur cinq ans. Des projets seront choisis lors d'une compétition fondée sur le mérite. Il ne faut pas s'attendre à ce que les fonds apportés à la Fondation, bien que non négligeables, suppriment la totalité des pressions exercées sur l'infrastructure liée à la recherche dans les universités et les hôpitaux. Les contributions seront donc dirigées vers les besoins clés de la société fondée sur le savoir, notamment dans les domaines de la santé, de l'environnement, de la science et de l'ingénierie. Les dons couvriront les coûts en capital qu'implique la modernisation de l'infrastructure nécessaire pour exécuter la recherche dans ces domaines, par exemple l'acquisition d'équipements à la pointe du progrès, l'établissement de réseaux informatiques et la création de bases de données importantes pour la recherche. Ils couvriront aussi la modernisation des laboratoires et des installations ou, lorsque cela se justifie, de nouvelles constructions si elles sont nécessaires pour accueillir les infrastructures.

Fourniture par le gouvernement d'informations stratégiques

Au sein d'Industrie Canada, on est passé d'une simple promotion de la production et de la diffusion de la technologie à la gestion du savoir. On a ainsi reconnu que le gouvernement a un rôle clé à jouer pour créer les conditions qui facilitent l'acquisition du savoir par la communauté des entreprises en particulier. Ce passage à la fourniture de services liés au savoir est particulièrement bien illustré par le site web STRATEGIS.

STRATEGIS

STRATEGIS⁵ d'Industrie Canada est le plus grand site web du Canada pour les entreprises. Il contient des informations sur l'évolution sectorielle, des annuaires professionnels, la notification d'événements, ainsi que des bases de données industrielles et commerciales. Il offre un accès direct à des informations et des débouchés technologiques. Il s'agit, par exemple, de distCoverly qui donne accès à une base de données de plus de 35 000 technologies pouvant faire l'objet de licences, en provenance du Canada et du monde entier; de la Voie d'accès à la technologie canadienne qui liste les activités et les possibilités en matière de S-T au Canada; et de Trans-Forum, un outil de transfert de technologies pour les universités et les collèges. STRATEGIS propose aussi des liens avec les pages d'accueil d'autres organismes, fédéraux, provinciaux et privés, impliqués dans le soutien à l'innovation technologique.

On accorde de plus en plus d'attention à la présentation d'informations orientées vers l'utilisateur. Par exemple, les « bureaux virtuels » de l'environnement offrent un accès *via* une « fenêtre » unique aux experts de cette discipline. Le « bureau » Ontario, par exemple, fournit un accès direct à 32 professionnels appartenant à des organismes du secteur privé ou public. Des services complémentaires se développent, notamment le diagnostic en management, des modèles de contrat pour les nouveaux exportateurs ou les chercheurs travaillant en collaboration. Des forums de discussion se révèlent également utiles. Par exemple, le site des petites entreprises accueille un forum de discussion activement utilisé par les conseillers des petites entreprises à travers tout le pays.

STRATEGIS contient aussi des études sur les méthodes, des documents de discussion (avec des liens), des descriptifs de programmes, des statistiques détaillées dans des formats qui facilitent la manipulation et l'analyse, ainsi que des communiqués de presse. C'est donc un excellent outil de recherche pour l'action et il est de plus en plus utilisé au cours de nos travaux, comme le prouvent les notes de cet article.

STRATEGIS est organisé de façon à permettre aux entreprises de puiser facilement dans ce savoir. Les utilisateurs semblent apprécier la façon dont l'information est présentée (orientée vers le client), la puissance des moteurs de

recherche et le concept de guichet unique. Grâce à des responsabilités clairement définies en matière de « propriété » au sein d'Industrie Canada, les informations sont tenues à jour et font autorité. Dans la plupart des cas, l'information est complétée par l'indication d'adresses de courrier électronique et de numéros de téléphone qui permettent d'obtenir un complément d'informations. Les usagers du secteur des entreprises peuvent prendre des décisions importantes sur leurs possibilités de croissance, explorer de nouveaux marchés, trouver des partenaires, constituer des alliances et développer de nouvelles technologies ou des procédés nouveaux, et évaluer les risques d'activités nouvelles.

Le volume de l'information est impressionnant :

- 750 000 pages de textes interrogeables ;
- 3 milliards d'octets de données économiques dans des formats faciles à utiliser ;
- des centaines de liens vers d'autres sites ;
- des centaines de coordonnées de personnes à contacter.

Pendant sa première année, l'utilisation de STRATEGIS a dépassé les attentes initiales :

- 9 millions de documents ont été consultés depuis mars 1996 ;
- 220 000 adresses (site web des clients) ont visité STRATEGIS ;
- le site des petites entreprises estime qu'il a répondu à 15 000 clients l'an dernier ;
- 15 pour cent des utilisateurs résident hors du Canada.

A l'avenir, nous continuerons d'améliorer le contenu, l'interface et l'interactivité des données existantes, nous poursuivrons les partenariats externes pour développer le contenu et nous travaillerons avec des particuliers et des associations qui pourront ainsi adapter l'information de STRATEGIS à leurs besoins particuliers. Ces sites « satellites » continuent d'afficher le logo STRATEGIS et le lien avec le service complet.

Changement des perspectives d'investissement technologique de l'industrie

Les pouvoirs publics reconnaissent que c'est le secteur privé qui crée des emplois. Cependant, beaucoup de sociétés n'anticipent pas les changements dans l'environnement d'affaires, qui sont en train de créer des facteurs de succès entièrement nouveaux. Ces changements demandent de la prévoyance, de l'analyse et des investissements spécifiques ainsi que des changements de comportement si l'on ne veut pas que des secteurs entiers se trouvent désavantagés à l'avenir. Les pouvoirs publics ont mis en place d'importants exercices de prévision

dans le passé, mais souvent ils n'ont pas eu assez d'impact sur le comportement des entreprises. Une autre démarche consiste, par la collaboration interentreprises sur une base sectorielle, à laisser l'industrie elle-même déterminer où et quand des investissements en technologie seront nécessaires. Jusqu'à une date récente, les outils pour ce faire n'étaient pas disponibles.

Cartes routières technologiques

Les *cartes routières technologiques*⁶ sont un mécanisme permettant de déterminer les besoins futurs du marché dans un secteur particulier et, à partir de là, déterminer les nouvelles technologies qui seront nécessaires pour satisfaire ces besoins. Elles représentent un effort de collaboration entre les pouvoirs publics et l'industrie pour réduire le risque, identifier les technologies nécessaires, saisir les futures opportunités de marché, répondre aux menaces de la concurrence et renforcer l'infrastructure technologique. Les pouvoirs publics y jouent un rôle de facilitateur et l'industrie de pilote. Les cartes routières incluent l'ensemble des chaînes d'approvisionnement d'un secteur et leur cadre temporel est habituellement de trois à dix ans, selon le secteur concerné. Actuellement, sept cartes sont en cours d'élaboration en tant que projets pilotes avec l'aide d'Industrie Canada. Deux rapports ont été partiellement publiés; ils concernent l'aérospatiale et les opérations forestières au Canada.

Les avantages pour l'industrie peuvent comprendre : un ciblage plus précis sur les technologies à introduire; l'identification des faiblesses de l'industrie et des besoins de la clientèle; l'augmentation de la productivité; la formation de réseaux d'experts; l'amélioration des connaissances; la réduction de la longueur du cycle du produit; et l'influence sur l'évolution de la politique gouvernementale. Pour l'État, les principaux avantages se traduisent ainsi : soutenir les questions à l'ordre du jour en matière d'emploi et de croissance; obtenir des informations sur les exigences de l'industrie et les technologies potentiellement déterminantes; nourrir les partenariats industriels; aligner les politiques et les programmes sur les besoins de l'industrie. Ce processus établit un consensus entre les industries et leur chaîne de fournisseurs sur l'évolution à moyen terme, aborde des questions telles que la formation au niveau collectif à laquelle participent rarement les entreprises et fournit une meilleure information à tous les participants. Les cartes routières préparent le terrain pour des actions individuelles et collectives.

Abandonner la mentalité des subventions

Le budget fédéral de 1995 n'a plus mis l'accent sur les subventions à l'industrie et a donné lieu à de nombreuses discussions sur leur rôle et leur utilité. Ce n'est pas que les subventions soient une mauvaise chose, mais les subventions traditionnelles risquent de mal fonctionner dans l'économie fondée sur le savoir.

Les subventions peuvent être légitimes quand elles répondent à une défaillance du marché ou visent à harmoniser les règles du jeu. Le changement de politique gouvernementale a entraîné des changements au niveau de la conception des programmes dans un grand nombre de domaines.

Partenariat technologique Canada (PTC)

L'*initiative PTC*⁷ annoncée dans le budget de mars 1996 est une nouvelle démarche de financement destinée à aider les entreprises canadiennes à soutenir la concurrence dans les technologies habilitantes où le marché peut être défaillant (par exemple en biotechnologie), ou lorsque les règles du jeu ne sont pas les mêmes pour tous (aérospatiale). Le programme investit dans la R-D et le développement technologique. A ce jour, le PTC a investi notamment dans les avions de transport régional, les moteurs d'avions, la technologie de production de pâtes et papier en cycle fermé et le développement d'usines de piles à combustible. Le programme aide des sociétés de toutes tailles.

Le PTC comporte quelques caractéristiques uniques. Il est doté d'un Conseil consultatif composé de dirigeants de l'industrie et présidé par le ministre de l'Industrie, qui évalue les tendances du marché et veille à ce que le programme continue à cibler des opportunités qui génèrent des emplois et de la croissance économique. Les critères de remboursement sont stricts. Pour les projets réussis, l'investissement du gouvernement fédéral est remboursable et de plus les bénéfices seront partagés. A long terme, Partenariat technologique Canada a pour objectif de s'autofinancer à plus de 50 pour cent sur la base de ces remboursements.

Fonds d'investissement ou de prêts de diversification de l'économie de l'Ouest⁸

L'agence pour la diversification de l'économie de l'Ouest a remplacé ses programmes de subventions par des arrangements avec trois banques à charte. Ces banques ont réservé 165 millions de dollars canadiens à des prêts aux secteurs à forte intensité technologique : biotechnologie agricole, santé, technologies de l'information et des télécommunications, activités fondées sur le savoir et technologies environnementales. Pour aider les petites et moyennes entreprises à accéder à ces programmes de prêts spécialisés, l'agence leur fournit une assistance pour mettre au point et affiner leurs projets, achever leurs examens technologiques et préparer tout autre document exigé par les institutions de crédit. L'agence peut aussi servir de garant pour une partie des risques encourus par les banques, mais les entreprises savent que c'est avec les banques qu'elles ont signé un contrat et que c'est un prêt qu'elles obtiennent, non pas une subvention.

Cette stratégie augmente le financement de la technologie en exploitant mieux les compétences existantes. Les entreprises innovent, les banques consentent des crédits et les fonctionnaires gouvernementaux consacrent l'essentiel de leur temps à conseiller les sociétés et à développer les synergies entre les régions et les secteurs. En même temps, les banques apprennent à travailler avec des entreprises fondées sur le savoir – base réelle du crédit accordé au savoir. Au fil des ans, on s'attend à ce que le secteur financier et les entreprises locales à vocation technologique s'habituent à travailler ensemble, indépendamment de l'État.

Un nouveau cadre pour la coopération entre les administrations fédérale et provinciales

Un autre aspect important dans la gestion de la S-T est la coopération entre le gouvernement fédéral et les provinces. Celle-ci prend de nombreuses formes, y compris des accords de coopération sur la gestion de Rescol (Réseau scolaire) et du Programme d'accès aux collectivités (voir plus loin). Il y a quelques années, les administrations ont aussi pris des mesures régionales fondées sur des accords de développement économique régional, qui étaient financées conjointement par les provinces et le gouvernement fédéral. Cette pratique commence à disparaître au profit d'une planification conjointe pour l'application de la S-T au développement économique régional.

L'an dernier, les quatre provinces occidentales, les territoires du Nord-Ouest et le gouvernement du Canada ont signé un *mémoire d'accord*⁹ qui constitue un cadre pour planifier le développement de la politique scientifique et technologique dans tout l'Ouest du Canada. Ce mémoire identifie trois domaines de priorité : l'infrastructure stratégique, la commercialisation de la recherche et de la technologie et la sensibilisation à la S-T. Il cherche à promouvoir la réflexion à long terme et les initiatives coordonnées impliquant tous les partenaires. Par exemple, lorsque le mémoire d'accord a été annoncé, les ministres ont aussi annoncé une stratégie de grappe technologique pour l'ouest du Canada.

Financer les entreprises orientées vers la croissance

Parmi les changements récents, citons la mise au point de nouvelles approches destinées à financer les entreprises orientées vers la croissance qui font se multiplier le savoir et l'expertise des pouvoirs publics. En voici quelques exemples.

Une nouvelle Banque de développement du Canada (BDC)

La BDC¹⁰ existe depuis des décennies. Initialement, son rôle était de faire apparaître de nouvelles directions dans l'activité bancaire, dans l'espoir que les banques à charte les emprunteraient par la suite. Ces dernières années, la BDC s'est intéressée principalement aux entreprises technologiques qui démarrent et, en 1995, le Parlement a voté une nouvelle loi concernant la BDC, l'autorisant à s'impliquer davantage dans la technologie. La nouvelle loi permet à la BDC de travailler avec des institutions traditionnelles; cela leur a permis d'augmenter leurs plafonds de crédit et d'émettre des instruments hybrides sur le marché privé des capitaux. Ensuite, la BDC a lancé plusieurs produits nouveaux ou rénovés, axés sur les sociétés à vocation technologique qui démarrent et a déplacé son attention vers la phase initiale du processus d'innovation.

Leurs prêts à risque permettent aux entreprises d'avoir accès à des fonds aux conditions du capital-risque sans dilution de propriété. L'exigence traditionnelle en matière de fonds propres imposée par les détenteurs de capitaux à risque est remplacée par une combinaison de paiement d'intérêts et de redevances sur les ventes. La BDC continue de fournir des services de conseil en management que fournissent également les sociétés de capital-risque.

Un autre produit nouveau qui ressemble à des fonds propres, le capital patient, répond aux besoins financiers de nouvelles entreprises ayant un fort potentiel de croissance, mais des bénéfices insuffisants pour rembourser leur dette au cours de leur exploitation normale. Dans ces cas là, un financement peut être mis à disposition pour subvenir aux besoins de fonds de roulement, soutenir des projets de développement de marché et même financer des actifs immatériels tels que la certification ISO et la R-D. Comme le nom l'indique, les dollars mis à disposition sont patients, car le remboursement du prêt est différé pendant trois ans maximum.

Outre ce financement, les entrepreneurs peuvent obtenir l'accès à un large éventail de services de management par l'intermédiaire de la BDC. Il s'agit de services de conseil et de formation, de tutorat et de planification stratégique. Par exemple, deux des produits les plus récents de la Banque en la matière sont le « Programme de formation et de consultation à l'intention des nouveaux exportateurs » et un service d'accréditation ISO.

Enfin, la BDC a établi un partenariat avec beaucoup d'autres organismes rassemblant des financiers compétents en technologie. C'est ainsi que des cadres de la BDC aident des sociétés à préparer leurs demandes de prêts auprès de l'Agence pour la Diversification de l'économie de l'Ouest ou de banques à charte, comme indiqué ci-dessus. En peu de temps, la BDC est devenu un élément essentiel de la politique d'innovation.

Le Fonds de découvertes médicales et le Fonds de croissance canadien de la science et de la technologie

La contribution du Canada au récent rapport de l'OCDE sur le financement du capital-risque¹¹ décrit une incitation fiscale unique, les fonds de capital de risque de travailleurs (LSVCF). Pour les besoins de cet article, la chose essentielle à connaître est que le Canada dispose maintenant d'un excédent de fonds de capital-risque et qu'il demande donc des personnes capables de repérer les opportunités d'investissement en capital-risque dans des entreprises qui démarrent.

Le *Conseil de recherches médicales*¹² organisme fédéral de subventions à la recherche médicale dans les universités et les hôpitaux, a fait œuvre de pionnier en établissant une relation privilégiée avec *le Fonds de découvertes médicales canadiennes*¹³ du secteur privé. Ce Fonds s'est vu accorder l'accès au processus d'examen par les pairs du CRM et est autorisé à examiner des résumés de propositions de recherche (avec l'accord des chercheurs). Le Fonds peut poursuivre des pistes prometteuses avec les chercheurs concernés et, pour faciliter ce processus, il dispose d'une période d'exclusivité strictement limitée pendant laquelle il peut négocier les dispositions à prendre. Le Fonds canadien de découvertes médicales dispose de plus de 260 millions de dollars canadiens en quête de possibilités d'investissement. Sur ce montant, environ 90 millions sont déjà investis dans quelque 30 sociétés. Environ la moitié de ces sociétés sont en phase de démarrage (start-ups); les autres sont aussi des sociétés très récentes qui cherchent une aide à la recherche en échange d'un partage des droits de brevet. Les sociétés qui démarrent couvrent une large gamme d'activités principales allant des produits de remplacement du sang humain aux nouvelles lentilles de contact.

Cette idée a été adoptée par le Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada (CRSNG) qui a instauré une relation similaire avec un autre fonds du secteur privé, le *Fonds de croissance canadien de la science et de la technologie*. Les subventions accordées par le CRSNG concernent l'ensemble de la recherche universitaire non médicale en science et en ingénierie. Le fonds recherchera des opportunités à partir des recherches patronnées par le CRSNG et travaille avec le Conseil national de recherches.

Moderniser le cadre d'activité

Le cadre dans lequel les entreprises exercent leur activité comprend les politiques, les lois, les règlements et les normes qui tentent de concilier les droits des consommateurs avec les aspirations des entreprises et les objectifs nationaux avec les obligations internationales. La mondialisation et l'effet révolutionnaire qu'ont les technologies de l'information sont en train d'éliminer les obstacles

aux échanges et les distances entre les pays. En conséquence, l'environnement créé par l'État pour les entreprises prend de plus en plus d'importance. Un cadre favorable à l'épanouissement du marché encourage et attire l'activité économique fondée sur le savoir, la meilleure au monde.

Ces dernières années, le gouvernement du Canada a procédé de façon systématique dans la modernisation de ses politiques et de ses lois-cadres, afin de permettre aux entreprises d'être concurrentielles sur le marché international. L'objectif du gouvernement est d'aligner ses politiques et ses lois sur ce qui se fait de mieux au monde. Par exemple, en 1996, le Parlement fédéral a voté une nouvelle loi détaillée sur le copyright. Un autre exemple d'actualité est la politique sur la convergence.

Une politique de convergence pour la radiodiffusion et les télécommunications canadiennes

L'énoncé de politique sur la convergence¹⁴ du gouvernement, en date du 6 août 1996, a annoncé et jeté les bases d'une nouvelle ère de concurrence acharnée. Il est destiné à orienter le Conseil de la radiodiffusion et des télécommunications canadiennes (CRTC) lors de l'établissement des règles et règlements qui autoriseront les monopoles traditionnels du câble et des télécommunications à se lancer dans la concurrence. Il fournit aussi des éclaircissements aux entreprises de ce secteur au moment où elles pénètrent dans leurs champs d'activité traditionnels respectifs. Pour les consommateurs, le cadre de cette politique contribuera à élargir leur choix et à garantir la prédominance du contenu canadien sur leurs écrans.

La politique de convergence a été mise au point après un long processus de consultations avec le public et la branche. En 1995, des rapports émanant *du Conseil de la radiodiffusion et des télécommunications canadiennes (CRTC)*¹⁵ et le *Comité consultatif sur l'autoroute de l'information*¹⁶ ont examiné en détail les questions complexes en jeu. Ils ont apporté des idées et des précisions aux objectifs de la politique gouvernementale. La politique de convergence est la clef de voûte de la mise en place d'un environnement politique et réglementaire concurrentiel inspiré par les consommateurs. Il s'articule autour de trois objectifs principaux :

- interconnexion, dégroupage, revente et partage d'installations en réseau;
- poursuite du soutien au contenu canadien; et
- concurrence sur tous les produits, services et installations de l'autoroute de l'information.

Ces objectifs renforcent ceux des politiques antérieures, par exemple assurer une forte présence canadienne en radiodiffusion, et mènent à leur terme une série d'initiatives visant à introduire la concurrence dans pratiquement tous les

secteurs de l'industrie des communications. Chacun de ces éléments est important pour encourager l'emploi et la croissance dans les secteurs des télécommunications et de la radiodiffusion. Les câblodistributeurs et les compagnies de téléphone se sont déclarés prêts à investir environ 15 milliards de dollars canadiens au cours des dix prochaines années pour tirer parti de nouvelles opportunités commerciales. Les consommateurs bénéficieront de la concurrence accrue, de nouveaux services, ainsi que des emplois et de la croissance qui ne manqueront pas de résulter de cet investissement.

L'énoncé de politique en matière de convergence contient des dispositions qui garantiront la concurrence sur la base des installations, de la technologie et du service – et non sur celle de la solidité financière ou de l'histoire. Le système de radiodiffusion restera la propriété des Canadiens qui continueront d'en avoir le contrôle. Compte tenu des différences de technologies, toutes les entreprises de radiodiffusion seront assujetties pour l'essentiel aux mêmes règles régissant leur contribution aux programmes canadiens. Enfin, ni les câblodistributeurs, ni les compagnies de téléphone ne seront avantagés les uns par rapport aux autres en pénétrant sur leurs principaux marchés respectifs.

Utiliser l'innovation pour soutenir le développement durable

Le développement durable est un défi aux mandats de tous les ministères fédéraux. Récemment, tous ont été invités à présenter devant le Parlement, au plus tard en décembre 1997, leur stratégie pour un développement durable, à rendre compte des progrès accomplis chaque année et à actualiser leur stratégie au moins tous les trois ans. Ce processus sera contrôlé par le vérificateur général.

Les efforts déployés collectivement par les ministères pour définir le développement durable au travers du prisme de leurs mandats respectifs et pour le rendre opérationnel permettront une compréhension beaucoup plus approfondie et des approches plus novatrices, et établiront sur une base solide la coopération interministérielle en cours ainsi que la coopération avec l'extérieur.

Le ministre de l'Industrie a la double responsabilité de renforcer l'économie nationale et de promouvoir le développement durable. Cela étant, de gros efforts ont été déployés en direction du Plan de développement durable d'Industrie Canada. L'un de ses quatre objectifs stratégiques est de mettre au point et d'utiliser des technologies et des outils innovants qui contribueront au développement durable. Ceci implique d'insister sur le développement durable dans les consultations avec l'industrie, de soutenir des pratiques appropriées telles que la série ISO 14000 pour les systèmes de management environnemental, et de fournir une assistance pour mettre au point des équipements antipollution et des procédés non polluants. Un site spécial sur STRATEGIS partagera l'information

avec un large public d'utilisateurs et de fournisseurs. Ces initiatives font partie d'un plan d'action en neuf points sur le développement durable.

Le succès de cette stratégie dépendra des changements apportés à plusieurs facteurs. Parmi ceux-ci, citons la nécessité de sensibiliser davantage les agents, d'établir des liens avec d'autres ministères et organismes et, surtout, de soutenir de nouvelles façons de faire des affaires développées par la clientèle industrielle. La nouvelle stratégie contribuera à encourager ces changements nécessaires.

La prochaine génération d'innovateurs

Les emplois axés sur le savoir sont au cœur d'une économie fondée sur l'innovation. Ces personnes savent apprendre et s'adapter; elles se recyclent en permanence. Le travail intellectuel ne peut être réservé à une élite : nous ne pouvons pas nous permettre de créer des sociétés divisées entre ceux qui ont l'information et ceux qui ne l'ont pas. Pour éviter des problèmes d'ajustement dans une telle économie, il faut que les jeunes Canadiens apprennent à apprendre dans le système scolaire. De même, il faut porter attention aux besoins particuliers de petites communautés qui ont tendance à être privées des ressources en communication qui existent dans les villes et sont ainsi désavantagés en termes d'accès aux ressources du savoir.

Le Réseau scolaire du Canada

*Rescol*¹⁷ est un ensemble de services et de ressources en matière d'éducation qui s'appuie sur Internet et fournit aussi bien aux apprenants qu'aux éducateurs une plate-forme unique et facile à utiliser, à partir de laquelle on peut accéder à l'autoroute de l'information. Rescol contient une large panoplie d'outils et de services, allant de l'information spécialisée aux messageries et forums de discussion, ainsi que des outils d'interconnectivité. Il permet aux enseignants d'échanger des idées sur le contenu des cours et sur la démarche pédagogique. Il stimule l'apprentissage en plaçant l'information et la créativité directement entre les mains des étudiants-utilisateurs. Il permet aux étudiants de tout le pays de travailler ensemble sur des projets communs. La variété et la vitalité des possibilités offertes défient toute description. Au sommet du G7 de l'an dernier à Halifax, par exemple, des écoles locales ont créé un site fameux couvrant la réunion et son impact sur la collectivité.

L'un des objectifs de Rescol est de faciliter l'accès des 16 500 écoles et 3 400 bibliothèques publiques à ces services basés sur l'autoroute de l'information d'ici à 1998. A ce jour, plus de 8 000 écoles et 800 bibliothèques sont connectées, ce qui leur permet d'accéder à plus de 1 000 ressources et services

éducatifs, y compris des activités informelles de formation et de recherche. Rescol reçoit actuellement plus de 2.5 millions de visites par mois.

Rescol est aussi utilisé comme moyen de créer des emplois. Par exemple, le *Programme Étudiants bien branchés (Student Connection Program)*¹⁸ aide les petites et moyennes entreprises canadiennes à utiliser les services en ligne de l'autoroute de l'information sur les affaires, avec la collaboration d'étudiants de troisième, quatrième et dernière année d'enseignement supérieur dont le nombre est estimé à 2 000. Sur les trois ans que couvre ce programme, quelque 50 000 dirigeants de petites et moyennes entreprises se verront proposer des sessions de formation au niveau initiation, destinées à leur montrer comment utiliser des services d'information en ligne pour résoudre des problèmes pratiques. Les entreprises y trouveront les outils d'information dont elles ont besoin; les étudiants acquerront une expérience professionnelle valable – ainsi qu'un emploi pour les aider à financer leurs études; et le secteur canadien des technologies de l'information y trouvera son avantage en faisant connaître ses services. Le coût pour les entreprises sera minime (150 dollars canadiens).

Rescol a aussi été un moyen pour les entreprises et les groupes à but non lucratif de s'introduire dans le système scolaire. Parmi les partenaires, citons les compagnies de téléphone, les organismes de R-D, les développeurs de logiciels, les ministères provinciaux de l'éducation et les associations éducatives et de télécommunications. Par ces partenariats, Rescol encourage le développement de ressources éducatives multimédias produites au Canada et s'assure que les occasions d'apprendre présentées par l'autoroute de l'information sont accessibles à tous les Canadiens sans discrimination.

Programme d'accès aux collectivités

Rescol a suscité un développement important : les écoles ont eu la possibilité de devenir des points d'accès à l'autoroute de l'information pour des collectivités tout entières et en ont profité. Ceci a été formalisé dans le Programme d'accès aux collectivités qui a fourni une occasion à des petites collectivités éloignées d'obtenir une aide pour accéder à Internet. Le programme a déjà contribué à quelque 380 projets, dans des communautés rurales et éloignées. Le but initial qui était de connecter 1 500 communautés en 1998 est passé à 5 000 d'ici à l'an 2001 dans le budget fédéral de 1998.

Le programme d'accès aux collectivités vise à promouvoir le développement de nouvelles entreprises, la création d'emplois et la croissance économique, y compris l'emploi d'étudiants, dans les communautés rurales. Il facilite aussi la formation à Internet pour les résidents, les entreprises et les organisations locales. Par une procédure concurrentielle, les collectivités peuvent recevoir du programme jusqu'à 30 000 dollars canadiens pour établir leur site d'accès public. Les propositions pour le programme d'accès aux collectivités sont reçues chaque

année à la fin de l'automne, lors d'une compétition nationale. La sélection s'appuie sur un examen par les pairs et est menée «à armes égales» par le gouvernement fédéral. Les comités recrutés localement examinent les demandes au niveau provincial et territorial, et classent les propositions qui répondent aux critères du programme par ordre de mérite. Un comité consultatif national de l'accès communautaire examine ensuite l'intégrité de la procédure de sélection par les provinces et recommande les sites choisis à Industrie Canada.

Les collectivités commencent déjà à expérimenter les avantages économiques et sociaux qui découlent de ce programme. Dans le Grand Nord, des terminaux PAC dont les communications passent généralement par satellite, sont utilisés par les jeunes et les moins jeunes pendant la majeure partie de la journée.

III. POLITIQUES A VENIR : LE RÔLE DE L'OCDE

Nous connaissons tous les avantages que nous tirons des travaux de l'OCDE. Ensemble nous avons entrepris et partagé plus de recherches dans le domaine des politiques que nous n'en aurions entrepris par nous-mêmes. Une synthèse de ces travaux a été réalisée et diffusée, soutenant des orientations en vue de politiques judicieuses qui nous aideront tous. De plus, l'imprimatur de l'OCDE facilite la prise de décisions dans les pays Membres. Bien que les politiques du Canada aient beaucoup évolué, anticipant les changements que connaît la dynamique de l'économie fondée sur le savoir et y réagissant, des questions cruciales restent en suspens, qui nécessitent de poursuivre l'analyse et la discussion. La plupart concernent aussi d'autres pays de l'OCDE qui tireraient profit d'une collaboration à l'OCDE. La liste ci-dessous en donne quelques exemples :

- Le rapport intérimaire sur la phase II du travail de l'OCDE sur les meilleures pratiques en politique de la technologie et de l'innovation souligne l'importance des entreprises innovantes pour une croissance soutenue de l'emploi. Il nous faut trouver des modalités pratiques permettant aux entreprises existantes d'améliorer leurs performances dans le domaine de l'innovation. Cela implique de développer une compréhension détaillée des capacités d'organisation essentielles pour l'innovation et de les utiliser comme outil d'évaluation.
- Nous avons besoin de mettre au point de nouveaux indicateurs comparables au plan international pour que les gouvernements puissent mesurer la capacité et la performance de leur économie en matière d'innovation. Statistique Canada a lancé un programme pluriannuel doté de plusieurs millions de dollars pour mettre au point de tels indicateurs. Ce sera une

tâche difficile et nous aurons besoin de coopérer avec d'autres pays pour parvenir en temps utile à des résultats globalement comparables. Le Canada se réjouit de voir que le Secrétariat de la Direction de la science, de la technologie et de l'industrie est en train de mettre en œuvre un plan de travail sur de nouvelles statistiques et de nouveaux indicateurs.

- Il nous faut améliorer les méthodes de mesure de l'efficacité des politiques de soutien en matière de technologie industrielle. Ces mesures devront prendre explicitement en compte les effets de ces politiques sur la capacité des entreprises à fonctionner dans une économie globalisée.
- Nous devons évaluer les répercussions du ralentissement général apparent de la croissance de la R-D industrielle. Est-ce le reflet d'une diminution du besoin d'intrants pour la R-D due à une collaboration plus efficace interentreprises, ou s'agit-il d'une défaillance systémique ou du marché ? Dans ce dernier cas, que faudrait-il faire ?
- Les universités doivent faire face à des pressions contradictoires et à un environnement plus complexe. On leur demande davantage de pertinence économique, notamment de contribuer activement à la compétitivité et à la croissance économique. Des pénuries de personnel hautement qualifié sont apparues dans diverses branches d'activité. Certains exigent que l'on soit davantage obligé de rendre des comptes et plus de rentabilité. En même temps, les universités de nombreux pays sont soumises à de fortes pressions budgétaires. Il est urgent de savoir comment les universités pourront maintenir un équilibre entre la recherche et la formation, tout en garantissant le maintien et l'accès à la base scientifique, facteur essentiel dans l'innovation.

NOTES

1. <<http://canada.gc.ca/depts/science/english/summ-e.html>>.
2. <<http://nce.nserc.ca/>>.
3. <<http://nce.nserc.ca/budget97/innove/innove.html>>.
4. <<http://www.fin.gc.ca/budget97/innove/innove.html>>.
5. <<http://strategis.ic.gc.ca/engdoc/main.html>>.
6. <<http://strategis.ic.gc.ca/sc-indps/trm/engdoc/homepage.html>>.
7. <<http://xinfo.ic.gc.ca/ic-data/industry/tpc/broche.html>>.
8. <<http://www.wd.gc.ca/eng/content/funds/index.html>>.
9. <<http://www.wd.gc.ca/eng/content/sitemap/index.html>>.
10. <<http://www.bdc.ca>>.
11. OCDE (1996), « Venture Capital and Innovation », OCDE/GD(96)168, Paris.
12. <<http://www.mrc.hwc.ca/title.html>>.
13. <<http://www.wwdc.com/cmdf/general.html>>.
14. <<http://strategis.ic.gc.ca/sc-indps/sectors/engdoc/dgtp-hpg.html>>.
15. <<http://www.crtc.gc.ca/eng/highway/hwy9505e.htm>>.
16. <<http://strategis.ic.gc.ca/cgi-bin/dec/wwwfetch?/sgml/ih01070e-pr702.sgml>>.
17. <<http://www.schoolnet.ca/>>.
18. <<http://strategis.ic.gc.ca/sc-hures/student/engdoc/fctsht.html>>.

VERS UNE POLITIQUE SYSTÉMIQUE A L'ÉCHELLE EUROPÉENNE : CINQ GRANDS DÉFIS POUR L'AVENIR

TABLE DES MATIÈRES

I. Introduction : est-ce la fin du « modèle linéaire » ?	354
II. L'UE et les institutions liées à l'innovation : bref aperçu	355
III. Les cinq grands défis à relever	359
IV. Conclusion : les deux pistes de la politique « systémique » de recherche et d'innovation à l'échelle européenne	366
Notes	368
Bibliographie	369

Cet article a été rédigé par P. Caracostas, conseiller à la DG XII-AS pour la Science, la Recherche et Développement (Stratégie et Coordination), Commission européenne, Bruxelles.

I. INTRODUCTION : EST-CE LA FIN DU « MODÈLE LINÉAIRE » ?

« *Le modèle d'innovation linéaire a vécu* ». Depuis quelques années, les spécialistes et conseillers stratégiques parcourent le monde pour faire passer ce message. Des réflexions et des positions inédites sur l'innovation et son enracinement social et économique mettent en question les arguments généralement avancés pour justifier l'intervention des pouvoirs publics dans les activités de recherche, de développement et de démonstration. Fondées sur la théorie de l'évolution, les systèmes d'innovation et une autre conception des aspects sociaux de la technologie, ces nouvelles idées dépassent progressivement le cadre universitaire pour se répandre plus largement dans les milieux de la recherche et les sphères de décision.

Qu'apportent ces théories? Pour s'adapter et donner forme à la nouvelle dynamique économique et sociale à l'échelle mondiale ou continentale, l'économie et la collectivité doivent devenir des organisations apprenantes. Le soutien public à la recherche et à la production de connaissances occupe une part importante dans une économie ainsi conçue. La complexité accrue et la multiplication des liens entre l'« infrastructure cognitive » et la société en général sont à prendre en compte dans l'élaboration de politiques axées sur l'amélioration des capacités d'innovation dans telle ou telle collectivité ou région du monde. La politique de recherche est elle-même soumise à une réévaluation « systémique » de ce type.

Cependant, le changement de point de vue indique-t-il *la marche à suivre* pour que les politiques publiques répondent mieux aux besoins d'une économie apprenante dans l'optique de la mondialisation ? On pourrait répondre : « oui et non ».

Oui, parce qu'il attire l'attention des décideurs sur de nouveaux problèmes tels que les défaillances systémiques. Il montre que la science, la technologie et l'innovation sont des processus sociaux qui dépendent du contexte dans lequel ils se développent et qui influent sur ce contexte. La diversité des trajectoires et les risques de « verrouillage » technologique sont mis en évidence. Ce nouveau point de vue sous-tend depuis peu les expériences axées sur des méthodes de gestion participative (prospective, évaluation constructive des technologies, intervention des utilisateurs dans l'élaboration des politiques, par exemple) et plaide pour la mise en place de moyens stratégiques efficaces (le secteur public étant le principal intéressé) dans un cadre d'action ouvert et créatif.

Non, parce qu'il faut poursuivre l'expérimentation plus avant pour s'affranchir intellectuellement du « modèle linéaire ». Les institutions et les organisations ont un long passé au cours duquel elles ont édifié des modèles cognitifs stables qui résistent au changement tant que la nouvelle démarche n'a pas véritablement fait ses preuves auprès des principaux intéressés. On peut parler de « verrouillage institutionnel », et le « rationalisme étroit » des décideurs est bien compréhensible, étant donné la complexité croissante de nos sociétés.

Toutefois, la situation évolue pour un certain nombre de raisons énumérées ci-dessous :

- dans la plupart des pays industrialisés, les restrictions budgétaires se traduisent par une révision spectaculaire des priorités gouvernementales ; par ailleurs, la mondialisation de l'information et du savoir permet d'apprécier les pratiques adoptées dans d'autres régions ;
- la science, la technologie et l'innovation ne sont plus au-dessus de tout soupçon pour l'opinion publique ; certaines crises récemment liées aux excès de l'industrialisation et de la technologie ayant suscité de vives critiques, il faut que les chercheurs, les industriels et les gouvernements trouvent de nouveaux arguments pour convaincre la collectivité que l'innovation est synonyme de croissance, d'amélioration de la qualité de la vie et d'augmentation des emplois ;
- les débats sur les divers types d'économies de marché ont mis en relief, depuis la chute du mur de Berlin, la complexité des facteurs entraînant, selon les cas, la croissance ou la stagnation et le chômage ;
- l'échec relatif des dernières initiatives technologiques d'envergure démontre que les stratégies visant à imposer des technologies ont atteint leurs limites.

Compte tenu des changements intervenus, les pouvoirs publics et les acteurs socioéconomiques sont plus réceptifs à la nouvelle « école systémique ». Par exemple, l'imperfection des systèmes d'innovation, leur caractère interdisciplinaire et le rôle privilégié qu'ils accordent aux institutions sont autant de défis pour le progrès théorique et pour l'expérimentation pratique. Cette dernière est en bonne voie, comme en témoigne l'évolution des débats fondamentaux européens depuis quelques années.

II. L'UE ET LES INSTITUTIONS LIÉES A L'INNOVATION : BREF APERÇU

L'Union européenne (UE) est une entité politique qui n'a pas d'équivalent dans le monde actuel. Ses 15 États membres ont décidé de renoncer à une part

importante de leur souveraineté afin de construire une Europe plus forte pour le XXI^e siècle. Ils ont mis en place un ensemble remarquable d'institutions communes et créé le dispositif juridique et le cadre de décision voulus pour les perfectionner.

La recherche, l'innovation et l'apprentissage interviennent largement dans ce processus d'intégration européenne qui progresse grâce à des échanges permanents entre le niveau national et le niveau européen de gestion (« subsidiarité »).

L'intégration, depuis la Communauté européenne du charbon et de l'acier jusqu'à l'Union européenne, s'est traduite par un certain nombre d'institutions transfrontières à partir desquelles le processus d'innovation a pu prendre forme dans les différents États membres¹. La mise en place des institutions en question s'étend sur plus de 40 ans. On peut faire le bilan de cette longue période en recensant les principaux domaines d'organisation formelle correspondant au début des années 90.

- Le marché unique européen, objectif initial de la Communauté économique européenne à la fin des années 50, est inscrit dans les faits par l'« Acte unique européen » de 1986 et l'échéance de 1992 (et passe par la reconnaissance mutuelle et l'harmonisation).
- Le développement d'instances et d'instruments liés aux échanges s'oriente vers une mondialisation (GATT, Organisation mondiale du commerce, etc.) qui incite à redéfinir les moyens de la politique d'intégration européenne dans ce domaine.
- Le renforcement et l'adaptation de la politique de la concurrence, mécanisme essentiel de régulation du marché unique européen (contrôle des aides accordées par les États, réglementation des fusions, lutte contre les accords sur les prix et autres ententes, etc.).
- La consolidation des instances axées sur la recherche et l'innovation.
- La croissance rapide, depuis 1988, de mécanismes redistributifs (principalement pour le développement régional) organisés autour des fonds structurels et de la Banque européenne d'investissement.
- La mobilisation des moyens nécessaires à l'organisation des réseaux trans-européens de transports, de télécommunications et d'énergie.
- Le programme d'Union économique et monétaire qui, du point de vue des institutions de l'UE, constitue la dynamique la plus efficace pour l'« européenisation » des politiques nationales depuis le marché unique européen.

En revanche, trois composantes déterminantes pour les systèmes nationaux d'innovation se laissent distancer à l'échelle de l'UE :

- les institutions financières spécialisées dans l'innovation ;

- les mécanismes de régulation et de résolution des conflits dans le domaine social;
- les organismes d'enseignement et de formation (en dépit du processus amorcé par les programmes européens en la matière, l'enseignement demeure manifestement une mission nationale).

Autrement dit, nous disposons d'un marché qui s'oriente vers l'unification, régi par des règles de concurrence et d'échanges bien définies, dans lequel se font jour des institutions liées à la politique structurelle (recherche, innovation, aménagement régional).

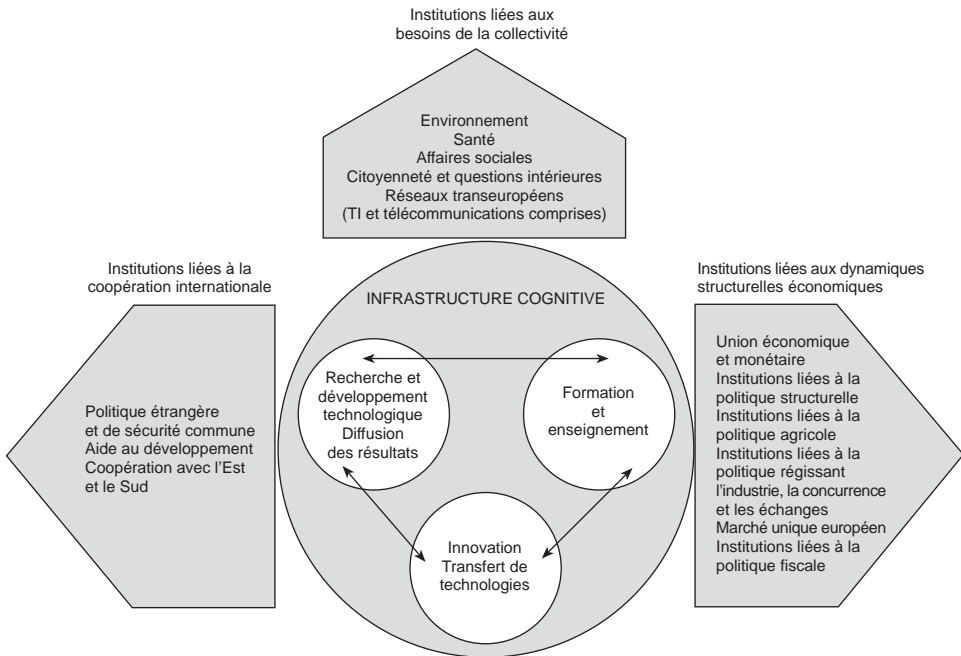
Ce nouveau système d'innovation engendre des institutions transfrontières particulières à la fois formelles (traités, programmes communautaires et autres dispositifs européens) et informelles (réseaux, habitudes et normes communes) qui assurent en retour son existence.

Le noyau d'un système d'innovation de portée européenne est en principe formé par les organismes et institutions régissant la production, la diffusion et l'utilisation des connaissances et du savoir-faire grâce à une coopération qui transcende les frontières des États membres, en d'autres termes par des organismes et institutions qui ont pour vocation la recherche, l'innovation, l'enseignement et la formation. Les autres institutions liées à la politique structurelle, dans lesquelles l'innovation occupe souvent une place très importante, ne sont pas évoquées ici parce qu'elles visent avant tout non pas à promouvoir un espace d'innovation transfrontière, mais à renforcer les systèmes nationaux d'innovation dans des pays relativement défavorisés et dans des régions données.

Le traité sur l'Union européenne définit les règles applicables aux institutions axées sur la recherche, l'innovation, l'enseignement et la formation. Dans le domaine de la recherche, sous le titre XV, sont décrits les objectifs, les actions à mener, le processus de décision et les mécanismes de mise en œuvre. L'innovation n'apparaît que sous le titre relatif à l'industrie, où il est précisé que la Communauté entend favoriser l'exploitation du potentiel industriel des politiques d'innovation. En dernier lieu, le traité distingue l'éducation, pour laquelle aucune véritable politique n'est évoquée (il est seulement question de l'« action de la Communauté »), de la formation, qui fait l'objet d'une politique de la CE à part entière.

Ces institutions sont reliées entre elles et à d'autres institutions de l'UE. La figure 1 donne une représentation simplifiée de ces liens fondamentaux en répartissant les institutions européennes en trois groupes : le premier renvoie principalement aux besoins de la collectivité (et du citoyen); le second englobe les progrès institutionnels liés aux dynamiques structurelles économiques (sphère économique européenne); le troisième articule l'UE avec le reste du monde. Ces aspects très généraux de la situation illustrent le fait que les institutions touchant

Figure 1. **Institutions de l'Union européenne intervenant dans l'infrastructure cognitive**
Liens avec d'autres institutions de l'UE



la recherche et l'innovation se développent en rapport avec d'autres grands domaines d'organisation transfrontière.

Les institutions liées à la recherche sont les plus anciennes. Elles favorisent la coopération transnationale pour la production et la diffusion à l'échelle européenne de connaissances et de savoir-faire. Le quatrième programme-cadre (1994-98) et les programmes spécifiques qui s'y rapportent sont désormais des éléments essentiels, aux côtés des règles de concurrence applicables aux aides d'État et des accords de coopération entre entreprises [voir Commission européenne (1994) pour une description plus générale de la politique de recherche menée par l'UE].

A l'échelle de l'UE, il n'existe pas d'institutions relatives à la politique d'innovation, au sens étroit de règles formelles précises influant sur la capacité d'innovation des entreprises, au-delà de la R-D et de la démonstration technologique.

Cependant, les programmes de soutien à l'innovation et au transfert de technologies sont pratiquement assimilables à des institutions dans la mesure où ils ont modifié le comportement de certains acteurs du processus d'innovation, autrement dit d'une catégorie plus large d'intermédiaires travaillant dans le domaine du transfert de technologies et de leur application aux PME. Le programme SPRINT (programme stratégique pour l'innovation et le transfert de technologie) est l'ébauche d'une institution de ce type. De 1989 à 1994, il a contribué à la mise au point de services d'aide à l'innovation pour les PME, à la démonstration d'activités intracommunautaires de transfert et d'acquisition de technologies et à l'approfondissement d'une conception européenne commune du processus d'innovation. Il a été suivi par le programme sur l'innovation (1994-96) dans le cadre du quatrième programme-cadre.

Les institutions liées à l'enseignement et la formation, prévues en partie (pour la formation uniquement) dans le traité CEE par les dispositions relatives au Fonds social européen, ont été véritablement établies par le traité sur l'Union européenne (1993). Les nouvelles règles donnent un caractère formel aux expériences ponctuelles effectuées précédemment dans le cadre des programmes communautaires.

C'est ainsi que le programme COMETT (programme de l'UE sur la coopération entre les universités et les entreprises pour la formation technologique) présente un grand intérêt, eu égard aux institutions de formation qui apparaissent au niveau européen². Cette expérience a débouché sur le nouveau programme LEONARDO.

En résumé, on peut dire que les éléments du système européen d'innovation sont l'aboutissement de plus d'une quarantaine d'années de développement institutionnel dynamique à l'échelle de l'UE. Cette réalité transparaît depuis peu dans les politiques de l'UE, sous la forme d'initiatives « systémiques » qui se succèdent depuis 1995.

Ces initiatives, ainsi que les cinq grands défis correspondants, sont analysés ci-après.

III. LES CINQ GRANDS DÉFIS A RELEVER

1^{er} défi. De l'action favorisant la compétitivité industrielle à des activités de recherche et d'innovation pour le citoyen : consolidation des « complexes socio-industriels »

L'Acte unique européen, première grande révision apportée en 1986 au traité CEE, comportait un nouveau chapitre sur la recherche et le développement

technologique (RDT). La politique commune de RDT visait principalement à soutenir la compétitivité de l'industrie européenne. Le Traité de Maastricht élargit sensiblement les objectifs de l'Union européenne en indiquant (article 130f) que la Communauté a pour objectif non seulement de renforcer les bases scientifiques et technologiques de l'industrie, mais aussi de promouvoir les actions de recherche jugées nécessaires au titre d'autres chapitres du traité.

Tous les besoins en matière de recherche découlant d'autres politiques de l'UE (dans des domaines tels que l'environnement, la santé et la sécurité, par exemple) se rapportent à des « activités intéressant la collectivité » qui s'articulent, sans s'opposer, au renforcement de la compétitivité des entreprises de la Communauté, comme indiqué ci-dessous :

« En fait, bon nombre des nouveaux débouchés commerciaux et des nouvelles possibilités d'emploi sont liés à la recherche de solutions aux problèmes de société évoqués précédemment ; or, ces problèmes vont demeurer insolubles, et même empirer, si le renforcement de la compétitivité industrielle n'assure pas la stabilité économique³ ».

La synthèse des objectifs sociaux et des facteurs scientifiques, technologiques et industriels peut se traduire par la notion de « *complexe socio-industriel* ». Cette notion (qui rappelle le « complexe militaro-industriel » des années 50) renvoie à la nouvelle alliance entre la technologie et la collectivité que cherchent à établir la plupart des pays industrialisés. Dans de nombreux États membres de l'UE, la transition a été récemment amorcée grâce à diverses initiatives relevant de l'administration et de la planification (voir les activités de prospective des pays suivants : Pays-Bas, Royaume-Uni, France, Allemagne, Italie, etc.).

Dans sa proposition relative au cinquième programme-cadre publiée en avril 1997, la Commission européenne rappelle que la recherche n'est pas une fin en soi. Il s'agit de favoriser la réalisation d'objectifs européens communs, et de faire passer le message selon lequel les activités de recherche menées en Europe doivent répondre à des besoins économiques et sociaux. Dans le même ordre d'idées, le *Livre vert sur l'innovation* (1995a) voit dans l'innovation un phénomène social, étant donné ses objectifs, ses effets et ses modalités, et le *Livre blanc sur l'éducation et la formation* (1995b) indique que les politiques publiques menées en Europe doivent sous-tendre l'évolution vers une « société cognitive ».

La compétitivité industrielle, la création d'emplois et la qualité de la vie sont des objectifs indissociables dont la réalisation suppose des politiques qui relèguent au second plan les *performances scientifiques et technologiques* pour privilégier la *recherche de solutions à des problèmes économiques et sociaux communs*.

Le premier défi consiste donc à transmettre, dans les politiques publiques visant une « société axée sur la recherche, l'innovation et l'apprentissage », un message clair sur l'orientation à retenir, autrement dit sur les *objectifs collectifs que les citoyens ont définis grâce au processus démocratique*, et à répercuter la demande de la collectivité dans les domaines d'action correspondants.

Dans le cadre européen, les traités et les politiques de l'UE déterminent les objectifs concrets à réaliser conjointement à cette échelle. C'est l'aboutissement d'un large processus démocratique régi par un cadre institutionnel bien défini.

2^e défi. De la juxtaposition d'intérêts nationaux et sectoriels à une véritable stratégie de l'Union européenne

La proposition de la Commission relative au cinquième programme-cadre témoigne de cette vision à long terme pour l'Europe en plaidant pour que les efforts de recherche soient concentrés sur un nombre limité d'actions communes à l'échelle européenne.

C'est ainsi que trois actions (« programmes thématiques ») se rapportent aux principaux enjeux collectifs liés à la réorientation des systèmes d'innovation en Europe :

- découvrir les ressources du vivant et de l'écosystème (répondre aux exigences d'amélioration de la qualité de la vie, de la santé, de l'environnement, de l'agriculture et de la pêche);
- développer une société de l'information conviviale (tirer parti du progrès des technologies de l'information et des communications en adhérant à une nouvelle forme de société apprenante pour tous les citoyens);
- favoriser une croissance compétitive et viable (renforcer la compétitivité des entreprises tout en allant vers un développement durable).

Ces enjeux sont interdépendants dans la mesure où la croissance durable passe par la maîtrise du vivant et doit prendre en compte l'évolution de l'écosystème. Le rôle de l'information et des communications devra être envisagé différemment dans les modes de vie et les méthodes de travail, et des efforts particuliers seront indispensables pour mettre en œuvre les infrastructures nécessaires et promouvoir les services d'information et de communication évolués répondant aux besoins des Européens.

Les trois autres actions proposées (« programmes horizontaux ») visent à soutenir comme suit la création d'un espace de RDT et d'innovation en Europe :

- « affirmer le rôle international de la recherche communautaire » ;
- « innover et faire participer les petites et moyennes entreprises » ;
- « accroître le potentiel humain ».

Ces programmes donneront lieu à des activités horizontales particulières tout en s'articulant avec la mise en œuvre de l'ensemble des activités axées sur les mêmes objectifs qui relèvent du cinquième programme-cadre.

Le deuxième défi que doit relever une politique « systémique » applicable à l'Union européenne consiste donc à arrêter une véritable stratégie à cette échelle, fondée sur un ensemble d'objectifs et d'actions d'intérêt commun.

Or, cette évolution est freinée, on le sait, par le processus de décision applicable à la politique de recherche établi par le traité de Maastricht.

Le programme-cadre doit être arrêté selon une procédure de codécision, avec approbation par le Parlement européen, puis adoption à l'unanimité par le Conseil des ministres. Les programmes spécifiques sont soumis à une deuxième procédure de décision.

La règle de l'unanimité entraîne d'interminables pourparlers sur l'aspect le plus important des décisions de l'UE en matière de RDT, à savoir le programme-cadre et la stratégie quinquennale à laquelle il donne forme. Des débats s'ensuivent inévitablement sur tel ou tel point des programmes spécifiques, au détriment des priorités stratégiques générales. Qui plus est, durant la phase de mise en œuvre la Commission européenne est assistée par des comités composés de représentants des États membres.

La lourdeur de la prise de décision vient d'être soulignée par le groupe d'étude sur l'évaluation du programme-cadre, présidé par M. Davignon (« Davignon Panel », 1997), qui a proposé de simplifier la double procédure d'adoption et de mise en œuvre (correspondant au programme-cadre puis aux programmes spécifiques) en rendant le programme-cadre proprement dit juridiquement applicable.

Selon un autre expert réputé dans ce domaine, *on gagnerait en temps et en efficacité si le programme-cadre et la mise en œuvre de programmes spécifiques étaient réunis dans un « programme pluriannuel » adopté selon une procédure de codécision par le Parlement européen et le Conseil à la majorité qualifiée⁴.*

Par ailleurs, les attributions respectives – définition stratégique et décision, d'une part, et mise en œuvre, d'autre part – seraient plus claires si l'application des programmes incombait pour l'essentiel à la Commission, les comités responsables des programmes n'ayant à se prononcer que sur des questions générales et non sur des mesures particulières.

La Conférence intergouvernementale, qui en juin 1997 devrait parachever ses travaux sur le fonctionnement à venir des institutions de l'UE en vue de l'élargissement de l'Union à de nouveaux États membres, envisagera notamment d'étendre la règle de la majorité qualifiée au processus de décision applicable à la RDT.

3^e défi. De programmes d'inspiration scientifique et technologique à des programmes d'inspiration socioéconomique

La manière dont une instance publique organise ses activités de recherche et d'innovation revêt une grande importance. Ces activités sont généralement regroupées de quatre façons différentes :

- elles peuvent être rassemblées par catégories de disciplines (sciences du vivant, sciences physiques, sciences humaines, etc.);
- on peut les structurer selon des critères industriels et technologiques (biotechnologie, technologie de l'information, microélectronique, par exemple);
- les programmes peuvent englober toutes les activités qui contribuent à résoudre des problèmes socioéconomiques (touchant notamment l'environnement ou la santé); et
- les programmes peuvent être conçus en fonction des facteurs qui bloquent ou favorisent le fonctionnement du système d'innovation (mobilité insuffisante des chercheurs, nécessité de resserrer la coopération entre différentes parties intéressées au sein du système, etc.).

Bien souvent, les initiatives publiques empruntent aux quatre solutions décrites ci-dessus.

Avec le cinquième programme-cadre, l'UE tend à associer les deux dernières solutions pour étayer ses activités de recherche. Par ailleurs, à l'intérieur même des programmes thématiques, des mesures visant à améliorer les résultats du système européen d'innovation s'articuleront avec celles qui axent la recherche sur des objectifs socioéconomiques. C'est ainsi que des activités privilégiant une exploitation plus satisfaisante des résultats de la RDT et la participation des PME seront incorporées à ces programmes.

Le troisième défi sera relevé sans tarder par les politiques de l'UE car la structure d'ensemble du cinquième programme-cadre semble recueillir l'approbation générale des États membres et correspond à la conception du Parlement européen.

4^e défi. De la recherche scientifique et technologique à la recherche interdisciplinaire axée sur la résolution de problèmes

Plusieurs experts ont récemment mis en évidence (voir Gibbons *et al.*, 1994) l'apparition d'un nouveau modèle de production de connaissances.

Ce modèle se caractérise par des groupes hétérogènes de chercheurs, d'utilisateurs et d'autres acteurs qui, pendant une certaine période, se consacrent à des problèmes de société. L'accent étant mis sur la résolution de problèmes,

les équipes ainsi constituées font intervenir un grand nombre de disciplines et de méthodes de recherche.

L'orientation de l'UE vers une nouvelle forme de soutien public communautaire – les « actions clés » coïncide avec cette évolution. La Commission européenne a proposé pour le cinquième programme-cadre 16 actions de ce type, qui se rattachent dans chaque cas à un objectif économique et social primordial pour l'Europe. Les actions clés :

- « résultent d'un choix stratégique opéré en fonction de problèmes à résoudre et de finalités économiques et sociales explicitement formulées ;
- mobilisent, dans le cadre d'une approche globale, les ressources de différentes disciplines, technologies et savoir-faire ainsi que les compétences concernées d'origines variées ;
- couvrent le spectre entier des activités nécessaires à la réalisation des objectifs, de la recherche fondamentale à la démonstration, en passant par le développement ;
- s'inscrivent dans un contexte européen, faisant converger sur le sujet qui est le leur, un maximum d'efforts publics et privés ;
- sont conçues et mises en œuvre en concertation étroite avec les milieux scientifiques, avec le secteur privé et de manière générale avec toutes les parties intéressées par la recherche et par l'exploitation de celle-ci, selon des formes d'association variables »⁵.

Cette nouvelle démarche, qui s'inspire par ailleurs des groupes de travail du quatrième programme-cadre, constitue par elle-même un défi dans la mesure où :

- une action clé doit déterminer explicitement les finalités socioéconomiques ;
- des objectifs de recherche précis doivent ensuite être définis dans une optique systémique ;
- il importe d'établir des liens entre les projets de plus ou moins grande envergure retenus, et les différentes parties intéressées autour d'un thème cohérent (pôle) ;
- les diverses disciplines et formes de recherche doivent converger vers un objectif commun ;
- il faut définir des interfaces avec les activités menées dans le même domaine à l'échelle nationale et avec divers programmes européens (EUREKA, par exemple) et les rendre opérationnelles ;
- la compatibilité et la synergie avec d'autres moyens d'action et mécanismes de financement de l'UE (fonds structurels, Banque européenne d'investissement, etc.) doivent être assurées de manière à dynamiser le financement de la recherche et de l'innovation.

5^e défi. D'un large éventail d'actions à une politique coordonnée de l'UE pour la recherche, l'innovation et l'apprentissage

Le « dosage des mesures » d'innovation est au cœur de divers débats de fond sur la recherche et l'innovation. A l'échelle de l'UE, plusieurs initiatives viennent d'être prises par la Commission européenne dans une perspective pouvant être qualifiée de « systémique » puisqu'il s'agit de remédier à des blocages particuliers pour parvenir à un système européen de recherche et d'innovation opérationnel.

Par ailleurs, le *Livre blanc sur l'éducation et la formation – Enseigner et apprendre. Vers la société cognitive* (1995) a fait ressortir quelques carences systémiques préoccupantes (et des propositions concrètes) :

- difficulté d'évaluation des compétences informelles acquises au cours de la vie professionnelle (propositions visant à constituer des réseaux européens pour déterminer les qualifications et compétences clés et à mettre au point des « cartes personnelles de compétences ») ;
- manque de mobilité professionnelle et géographique (diverses solutions sont envisagées pour réduire les obstacles à la mobilité) ;
- problème d'évaluation des investissements immatériels en termes économiques (projets de révision des règles comptables) ;
- demande insuffisante d'activités de « formation tout au long de la vie » (idée de mise en place d'un « capital d'épargne formation » pour les travailleurs).

Le *Livre vert sur l'innovation* (1995), qui a donné lieu, après un très vaste débat, à un projet intitulé Premier plan d'action pour l'innovation en Europe. *L'innovation au service de la croissance et de l'emploi* (1996), a poussé le bilan plus avant en soulignant certaines lacunes symptomatiques du système européen de recherche et d'innovation :

- manque de mécanismes financiers facilement accessibles expressément centrés sur l'innovation ;
- complexité du système de protection par brevet ;
- absence d'une « société européenne » à statut spécial ;
- nécessité de créer des conditions fiscales homogènes propices à la recherche et à l'innovation, etc.

Aussi les propositions du Premier plan d'action pour l'innovation visent-elles à axer les initiatives de l'UE et des États membres sur trois grands objectifs :

- élaborer une véritable culture fondée sur l'innovation ;
- adapter les conditions administratives, juridiques, financières et fiscales ;
- resserrer les liens entre la recherche et l'innovation.

Ce plan d'action est un moyen concret d'harmoniser les diverses politiques de l'UE qui se répercutent sur l'innovation en Europe.

Il est mis au point grâce à une coordination étroite entre plusieurs DG (Directions générales de la Commission européenne) sous la responsabilité politique de Mme Cresson, Commissaire européen à la recherche, la science, l'éducation, la formation et la jeunesse.

Le plan d'action pour l'innovation est l'équivalent au niveau macro-économique des actions clés menées à un niveau inférieur. Il va donc au-delà des domaines inscrits dans le programme-cadre sur la recherche.

Pour relever le cinquième défi, une politique européenne « systémique » en matière de recherche et d'innovation doit donc assurer un processus ininterrompu de conception, de suivi, de mise en œuvre et d'évaluation du « dosage des mesures » d'innovation en Europe. Les difficultés pratiques liées à cet exercice sont considérables, mais des solutions doivent être trouvées sans délai. Concrètement, il faut surtout garder la maîtrise de différents domaines d'action caractérisés par une définition des problèmes, un degré d'élaboration, des procédures et des interactions disparates d'un État membre de l'UE à l'autre. Toutefois, le bilan régulier des progrès accomplis dans ces domaines interdépendants facilitera l'observation des changements et le repérage des blocages critiques.

IV. CONCLUSION : LES DEUX PISTES DE LA POLITIQUE « SYSTÉMIQUE » DE RECHERCHE ET D'INNOVATION A L'ÉCHELLE EUROPÉENNE

Le modèle d'innovation linéaire n'a pas disparu, mais il est peut-être condamné. La tournure des débats stratégiques de l'UE montre pour le moins que les démarches interactives et « systémiques » d'inspiration sociale gagnent du terrain.

On voit depuis peu se dessiner deux pistes :

- la politique de recherche et d'innovation établit un lien entre les besoins de la collectivité et les impératifs économiques, que traduisent les objectifs de l'UE dans divers domaines, et les initiatives et institutions sous-tendant la production, la diffusion et la mise en œuvre de nouvelles connaissances et de nouvelles technologies ;
- les lacunes particulières du système européen de recherche et d'innovation tout nouveau insuffisamment organisé sont appréhendées dans les projets du programme-cadre sur la recherche (« programmes horizontaux »

et activités correspondantes des « programmes thématiques ») et à plus grande échelle (Premier plan d'action sur l'innovation et prolongements du *Livre blanc sur l'éducation et la formation*).

La première renvoie à l'*orientation* que la société entend donner aux activités communes de recherche et d'innovation ; la seconde privilégie l'*optimisation* du système à l'échelle européenne. Toutes deux sont à retenir pour permettre à l'Europe d'aborder le XXI^e siècle en instaurant une communauté innovante, susceptible de durer et soucieuse d'assurer la cohésion sociale et une meilleure qualité de vie à ses citoyens.

NOTES

1. Voir Guzzetti (1995) et Caracostas et Soete (1997) pour une analyse des institutions européennes liées à la recherche et à l'innovation.
2. COMETT I a été mené de 1986 à 1989, pour un budget de 50 millions d'ECU, et COMETT II de 1990 à 1994, pour un budget avoisinant 230 millions d'ECU. Les deux programmes étaient axés sur la coopération transnationale universités-entreprises pour l'enseignement et la formation dans le domaine des technologies de pointe. Le premier volet a permis de financer les activités d'un groupe d'établissements d'enseignement supérieur, d'entreprises et autres organismes intéressés (partenariats de formation universités-entreprises – UETP) reliés par un réseau européen. Les 200 partenariats de formation universités-entreprises établis sont essentiellement de deux types : partenariats régionaux regroupant des universités, des entreprises et d'autres parties intéressées dans une zone géographique donnée ; partenariats sectoriels, constitués de la même manière pour une technologie ou une branche d'activité particulière.
3. Voir P. Fasella (1997), « The Role of the European Commission in Supporting Research », *European Review*, vol. 5, n° 2, p. 167.
4. Voir P. Fasella (1997), « The Role of the European Commission in Supporting Research », *European Review*, vol. 5, n° 2, p. 175.
5. Commission européenne, proposition relative au cinquième programme-cadre, 1997.

BIBLIOGRAPHIE

- AIMABLE, B., R. BARRÉ et R. BOYER (1997, « Les systèmes d'innovation à l'ère de la globalisation », *Economica*.
- CARACOSTAS, P. et L. SOETE (1997), « The Building of Cross-Border Institutions in Europe: Towards a European System of Innovation? », dans C. Edquist (éd.) (1997), *Systems of Innovation, Technologies, Institutions and Organizations*, Pinter.
- COMMISSION EUROPÉENNE (1994), *The European Report on Science and Technology Indicators 1994*, Rapport EUR 15897 EN, octobre.
- COMMISSION EUROPÉENNE (1995a), *Livre vert sur l'innovation*, Luxembourg.
- COMMISSION EUROPÉENNE (1995b), *Livre blanc sur l'éducation et la formation – Enseigner et apprendre. Vers la société cognitive*, Luxembourg.
- COMMISSION EUROPÉENNE (1996), *Premier plan d'action pour l'innovation en Europe. L'innovation au service de la croissance et de l'emploi*, Luxembourg.
- COMMISSION EUROPÉENNE (1997), « Proposition de décision du Parlement européen et du Conseil relative au cinquième programme-cadre de la Communauté européenne pour des actions de recherche, de développement technologique et de démonstration (1998-2002) », EUR 17651.
- « DAVIGNON PANEL » (1997), « Five-Year Assessment of the European Community RTD Framework Programmes », groupe d'étude indépendant présidé par le Vicomte E. Davignon.
- FASELLA, P. (1997), « The Role of the European Commission in Supporting Research », *European Review*, vol. 5, n° 2.
- GIBBONS *et al.* (1994), *The New Production of Knowledge*, Sage.
- GUZZETTI, L. (1995), *A Brief History of European Union Research Policy*, Office des publications officielles des Communautés européennes, Luxembourg.

LES ÉDITIONS DE L'OCDE, 2, rue André-Pascal, 75775 PARIS CEDEX 16
IMPRIMÉ EN FRANCE
(90 98 22 2 P) ISBN 92-64-25976-7 – n° 50222 1998
ISSN 1010-5237