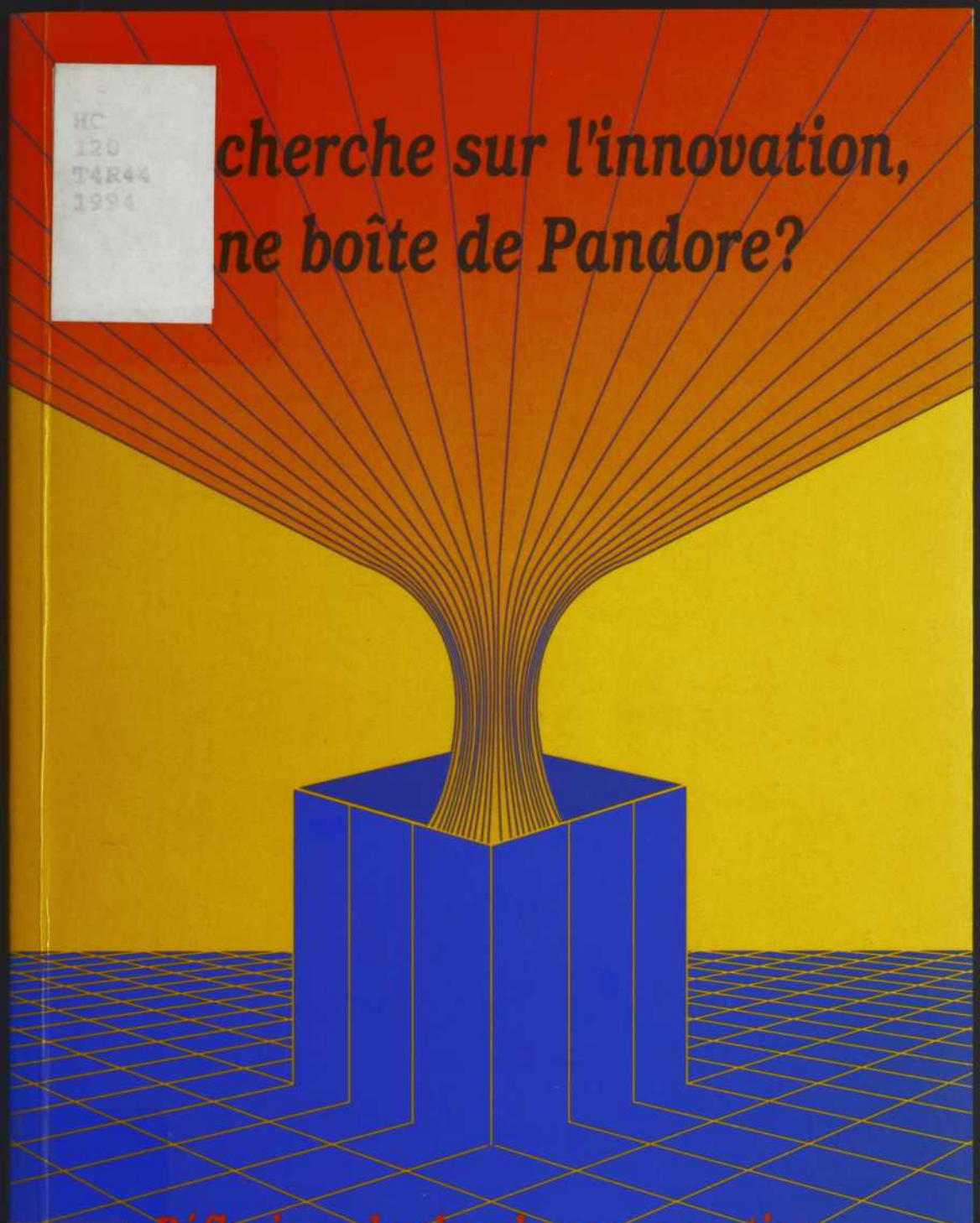
HC
120
T4R44
1994

cherche sur l'innovation, ne boîte de Pandore?



Réflexions de chercheurs en gestion, en économie et en sociologie

409714

Acfas LES CAHIERS SCIENTIFIQUES 83

ÉDITION:



COMMANDES TÉLÉPHONIQUES:
Acfas : (514) 849-0045
Les cartes MasterCard et Visa sont acceptées.
Veuillez allouer trois semaines pour la livraison.

COMMANDES POSTALES:
Acfas : 425, rue De La Gauchetière Est
Montréal (Québec)
H2L 2M7
Télécopieur : (514) 849-5558
(les individus doivent joindre le paiement à leur commande)

DISTRIBUTION EN LIBRAIRIE:
Diffusion Prologue
1650, boul. Lionel-Bertrand
Boisbriand (Québec)
J7H 1N7
Téléphone: (514) 434-0306
Ext.: 1-800-363-2864
Télécopieur: (514) 434-2627
Ext.: 1-800-361-8088

GRAPHISME DE LA PAGE COUVERTURE:
Nathalie Proulx

© 1995 Acfas

Dépôt légal 4e trimestre 1995
Bibliothèque nationale du Québec
Bibliothèque nationale du Canada

Voir données de catalogage avant publication (CIP) au couvert III

La recherche sur l'innovation, une boîte de Pandore ?

Réflexions de chercheurs en gestion, en économie et en sociologie

Actes du colloque multidisciplinaire
RECHERCHE EN INNOVATION
tenu dans le cadre du congrès de l'Acfas
à Montréal en mai 1994

publiés sous la responsabilité de
Lysette Boucher
Laboratoire d'économie et de management de l'innovation
Département des sciences administratives
Université du Québec à Hull

Acfas *LES CAHIERS SCIENTIFIQUES* 83

HC
120
T4R44
1994

Remerciements

Quand arrive le moment de rendre à l'éditeur un manuscrit, il se produit un phénomène, on se rappelle alors l'histoire de toute cette aventure. On se rend compte que si tout cela a été possible, c'est grâce à la collaboration de plusieurs personnes et l'on cherche à leur rendre hommage. Au début de cette aventure, nous étions deux dans notre petit laboratoire de recherche, le LEMI. Avec René Reeves, nous avons mis en route le colloque RECHERCHE EN INNOVATION dans le cadre du congrès de l'ACFAS 1994. Jusqu'à la tenue du colloque, René Reeves a été un intervenant original et volontaire. Malheureusement pour des questions de santé, il n'a pu travailler à la préparation du manuscrit.

Pour le colloque et le rapatriement des communications, une étudiante à la maîtrise en relations industrielles de l'UQAH , Héléna Santos nous a été précieuse pour sa disponibilité et sa minutie. Une autre étudiante de l'UQAH, Dominique Lemieux a revu tous les textes avec sa bonne humeur et son manuel Grevisse. Enfin, Ginette Denis a patiemment travaillé sur les nécessaires corrections des articles.

Pour nous aider financièrement, à la tenue du colloque et à la publication des Actes, nous avons obtenu une subvention du Ministère de la science et de la technologie de son programme *Soutien au Français Scientifique* et une aide complémentaire du Décanat des Études et de la Recherche de l'UQAH. Nous tenons à les remercier. Nous soulignons l'appui de notre vice-recteur à l'Enseignement, Monsieur Pierre Roberge lors de nos démarches de financement et pour sa présence au moment de l'ouverture du colloque.

Nous remercions tous les participants à cette publication des Actes, nos collègues français Michel Callon, Patrick Cohendet, Jean-Luc Gaffard et Dominique Jolly ainsi que nos collègues québécois, Michel Audet, Université Laval, Robert Dalpé, Université de Montréal. Louis-Marc Ducharme, Statistique Canada, Jorge Niosi, UQAM, Charles Terreault, École Polytechnique de Montréal, Diane-Gabrielle Tremblay, TELUQ, sans oublier Jean-Marie Toulouse, HEC, Christian DeBresson, UQAM, Camille Limoges, UQAM et Charles Davis, CRDI pour leur contribution tout à fait particulière.

Lysette Boucher

Table des matières

AVANT- PROPOS: AVANCEMENT DE LA RECHERCHE EN INNOVATION : PLUSIEURS DISCIPLINES S'INTERROGENT ! p. 1
Lysette Boucher

INTRODUCTION : LA PASSION DE L'INNOVATION

L'INNOVATION TECHNOLOGIQUE ET SES MYTHES

Michel Callon
Si le débat souvent manichéen dans lequel nous sommes plongés, possède une telle force et une telle permanence, c'est qu'il se nourrit de toute une mythologie.

p. 5

- I - RESSOURCES HUMAINES ET CRÉATION DE L'INNOVATION
Jean-Marie Toulouse p. 30

LE SENS ET LA COHÉRENCE DU FACTEUR HUMAIN DANS L'ORGANISATION INNOVATRICE

p. 33 **Michel Audet**
Plusieurs questions se posent sur la pratique de gestion en ressources humaines dans les entreprises. Toutefois, une seule peut nous aider à mieux comprendre la réalité des entreprises innovatrices. Y-t-il une configuration commune des pratiques de GRH dans les entreprises innovatrices?

LE RÔLE DES CATÉGORIES PROFESSIONNELLES DANS LE PROCESSUS DE DIFFUSION DE L'INNOVATION TECHNOLOGIQUE : UNE ANALYSE SOCIÉTALE DU MARCHÉ INTERNE DU TRAVAIL

p. 49 **Lysette Boucher**
Par-delà les décisions stratégiques des entreprises à adopter ou à créer de la technologie, il est question d'une analyse du rôle des catégories professionnelles telles que les ingénieurs, les scientifiques, les informaticiens qui interviennent dans la phase de diffusion au sein de l'entreprise.

LA MULTIDIMENSION DU PHÉNOMÈNE DE L'INNOVATION : UNE RÉALITÉ ABORDÉE PAR DES ÉCONOMISTES INSTITUTIONNALISTES

p. 79 **Diane-Gabrielle Tremblay**
Une analyse du secteur bancaire met en relief la multiplicité des formes de l'innovation et l'importance du système d'emploi dans le processus d'innovation et de diffusion. Or cette multiplicité constitue un changement fondamental dans la vision que présentent les économistes du progrès technique ce qui justifie un certain renouvellement de la théorie.

- II - RÉSEAU ET DIFFUSION DE L'INNOVATION
Christian DeBresson p.114

LES RÉSEAUX : PROPRIÉTÉS ET MODES D'UTILISATION

p. 115 **Patrick Cohendet**
La notion de réseau apparaît comme l'outil privilégié pour rendre compte de certains problèmes les plus complexes en sciences humaines, tels que les phénomènes de création diffusion d'innovations qui se situent à l'intersection de l'économie, de la gestion et de la sociologie.

ACCÉDER À L'INNOVATION TECHNOLOGIQUE PAR LA COOPÉRATION INTERENTREPRISES

p. 137 **Dominique Jolly**
Pour accéder à l'innovation technologique, l'entreprise peut innover elle-même ou s'approprier une innovation développée en dehors de ses frontières. Elle doit aussi décider si elle conduira l'opération seule ou en collaboration.

LES PARTENAIRES TECHNOLOGIQUES

p. 160 **Charles Terrault et Dominique Lemieux**
Qui sont les partenaires dans une alliance stratégique? Comment peut-on élaborer un plan d'action pour entrevoir un partenariat?

- III - RECHERCHE ET DÉVELOPPEMENT AU QUÉBEC ET AU CANADA
Charles Davis p. 174

ANALYSE POLITIQUE DE L'INNOVATION

p. 176 **Robert Dalpé**
L'innovation comporte une importante dimension politique. Si le discours économique insiste beaucoup sur les bénéfices potentiels de la politique technologique pour l'industrie et la société, ceux que peut en retirer le gouvernement ne doivent pas être négligés pour autant.

LA PRODUCTIVITÉ ET LES EXTERNALITÉS DE LA RECHERCHE ET DU DÉVELOPPEMENT (R&D) AU CANADA

p. 196 **Louis-Marc Ducharme**
De plus en plus, la recherche et développement est vue comme un facteur affectant la croissance et la productivité des économies industrielles. Il n'est donc pas surprenant d'entendre dire que le ralentissement de la croissance de la R&D soit l'une des raisons du ralentissement de la productivité des nations industrialisées. Ceci est d'autant plus vrai si l'on accepte la possibilité que la R&D effectuée dans une industrie puisse avoir des effets bien au-delà de cette industrie, ce qui est communément appelé l'effet d'externalité de la R&D.

L'INNOVATION FLEXIBLE : LA COLLABORATION TECHNOLOGIQUE DANS L'INDUSTRIE CANADIENNE

p. 215 **Jorge Niosi**

Si la technologie, comme beaucoup d'auteurs insistent à l'affirmer, est en grande partie implicite, non codifiée et seulement incorporée dans le savoir-faire des ouvriers, des techniciens et des cadres, alors les alliances technologiques s'expliquent facilement.

L'INNOVATION COMME PROCESSUS : FONDEMENTS POUR UNE MODÉLISATION DU CHANGEMENT STRUCTUREL

p. 233 **Jean-Luc Gaffard**

Le modèle analytique susceptible de traiter ces aspects essentiels de l'innovation est un modèle de type néo-autrichien construit pour mettre en évidence les mécanismes de complémentarité inter-temporelle d'un côté et de coordination des décisions, de l'autre.

Avant-propos

AVANCEMENT DE LA RECHERCHE EN INNOVATION: PLUSIEURS DISCIPLINES S'INTERROGENT !

Lysette Boucher
Département des sciences administratives
Université du Québec à Hull

Lorsque le colloque *Recherche en innovation* se déroula les 17 et 18 mai 1994, au Congrès de l'ACFAS, à l'UQAM, sous le thème de Sciences en mouvement, le sociologue de l'innovation Michel Callon présenta la communication de clôture. Il était alors question des perspectives d'avenir de la recherche en innovation.

Dans ce cahier, la communication de Michel Callon, «L'innovation et ses mythes» figure au premier plan. La raison en est simple. Ce texte souligne la complexité de cette notion et la nécessaire contribution de plusieurs disciplines telles que les sciences sociales, les sciences de la gestion ainsi que le recours à des modélisations pour l'étude de ce processus dynamique. Dans cette perspective, sa réflexion va aussi plus loin. A l'idée de réunir un ensemble de corps de connaissances différents, cette entreprise demeure audacieuse parce qu'elle nous invite aussi à requestionner les approches traditionnelles de certaines disciplines qui avaient traité isolément du phénomène de l'innovation ou du moins sous l'oeil unique d'un cadre théorique donné. Or justement, en se servant de la notion de «mythes» Callon illustre bien que l'innovation est une affaire de collaboration, d'alliances, de traduction, d'apprentissage, de règles et qu'en fait «l'innovation déborde de tous côtés ces cadres traditionnels».

L'ambition de ce colloque était de réunir des chercheurs qui ont débordé leurs cadres théoriques traditionnels propres et par conséquent proposé de nouveaux schémas de réflexion. Mais aussi la tenue de ce colloque cherchait à faire un pas de plus en réunissant d'une part, de jeunes chercheurs - Michel Audet, Diane-Gabrielle Tremblay, Louis-Marc

Ducharme et moi-même qui avaient récemment terminé leur thèse de doctorat et qui étaient entrés bon gré mal gré dans cette «boîte noire» de l'innovation et d'autre part des chercheurs qui avaient à leur crédit une critique à adresser à leur discipline mais aussi de nouvelles propositions à présenter à leurs pairs - Michel Callon, Patrick Cohendet, Jean-Luc Gaffard, Robert Dalpé, Jorge Niosi et Charles Terreault.

Mais pour une lecture simple et facile de cet événement, il fallait aussi rendre aux lecteurs, non seulement la richesse de cette rencontre mais aussi la valeur de ces travaux en cours par une organisation cohérente de la multidisciplinarité. Nous avons alors regroupé les dix articles en fonction de leurs complémentarités en regard de grands thèmes abordés par la recherche en innovation.

Le premier thème *Ressources humaines et Création d'innovation* traite du rôle des acteurs, de leurs institutions et des règles de gestion des ressources humaines dans les entreprises innovantes. Le trait commun à ces trois textes se trouve dans l'intérêt que les chercheurs portent à l'observation de l'innovation à travers les acteurs et ce principalement dans les organisations productrices de biens et de services. Michel Audet s'intéresse par analyse comparée aux entreprises innovantes et non-innovantes à ce que sont réellement les règles internes des pratiques de gestion des ressources humaines. De mon côté, avec la même méthode, l'observation porte principalement sur l'organisation des catégories professionnelles dans les laboratoires de R&D qui diffusent l'innovation et les unités de production qui reçoivent les innovations technologiques dans le secteur de l'aluminium. Il est question du rôle de la mobilité des ressources humaines comme agent de diffusion interne de la technologie. Diane-Gabrielle Tremblay, plus hardie, nous amène à partir d'une enquête sur le secteur bancaire vers l'exploration de l'apport institutionnaliste, dont notamment celle de T. Veblen, et ce, pour mieux comprendre le rôle d'un système d'emploi dans le processus d'innovation.

Le deuxième thème *Réseau et diffusion de l'innovation* expose les phénomènes d'interaction et de collaboration qui qualifient si souvent le processus d'innovation. Patrick Cohendet nous propose une étude détaillée sur la notion de réseau, une notion qui renferme un pouvoir

explicatif portant sur les relations entre les entités dont notamment la relation entre deux entités telles que la création et l'adoption de l'innovation. Il s'intéresse alors aux réseaux sociaux qui tournent autour du processus d'innovation constitué par les créateurs, les adopteurs et les contrôleurs de réseau. On admet alors que la dynamique de l'innovation technologique doit être étudiée en tenant compte du comportement des acteurs et qu'en plus, il faut explorer les différents processus d'apprentissages qui pourraient remettre en cause leurs objectifs et la nature des relations qui s'établissent entre eux. Cela étant, on constate par exemple, du côté de l'offre, une diversité d'objectifs et d'activités et l'on comprend bien que la gestion de l'innovation dans un réseau a des exigences d'autonomie mais aussi de travail collectif.

Concrètement, cela signifie que les entreprises intéressées par la création-diffusion de l'innovation technologique recherchent des moyens d'accélérer le processus d'innovation et d'y être partie prenante. L'article de Dominique Jolly présente les règles technico-économiques qui incitent la firme à accéder à l'innovation technologique, et de son côté, Charles Terreault expose sur le plan fonctionnel les enjeux de l'alliance et du partenariat en vue d'accélérer la valeur de la firme de façon plus importante.

Le troisième thème nous propose une vue d'ensemble de la réalité canadienne et québécoise avec chiffres à l'appui. Au Canada et au Québec, parmi les «contrôleurs» de réseau, on constate à la lecture de l'article de Robert Dalpé, que l'État, un contrôleur, se préoccupe d'infrastructure et mise sur les sociétés d'État à titre de levier pour accélérer et diffuser les technologies au Canada. De plus, toujours au Canada, selon le modèle développé par Louis-Marc Ducharme, la R&D serait productrice d'externalités dans l'organisation interne de l'innovation. La R&D apporterait donc d'un secteur industriel à l'autre des avantages réels qui se mesurent dans la productivité des facteurs. Finalement, on apprend aussi que cette même R&D canadienne serait selon Jorge Niosi, pratiquée selon un processus d'apprentissage collectif et en ce sens il serait plus qu'une simple externalité mais aussi une «externalité échangée».

Ce cahier s'arrête avec une contribution importante, celle de Jean-Luc Gaffard portant sur la modélisation temporelle de l'innovation. Dans cet article, Gaffard nous propose d'étudier l'innovation comme une rupture de complémentarités temporelles qui pourraient avoir des impacts négatifs dans l'économie mais qui pourraient être surmontés à cause des procédures de contrôle adaptatif. Autrement dit, et pour reprendre les mots de Michel Callon lorsqu'il souligne la pertinence des travaux de recherche de Gaffard, pour lui «l'innovation est de part en part une affaire d'organisation». Par conséquent, une firme engagée dans un processus d'innovation devrait avoir une exigence plus que tout autre, celle d'être confrontée à organiser une stratégie *ex ante* c'est-à-dire à se comporter comme un agent de création de richesses qui minimise les distorsions en se préoccupant de *l'environnement institutionnel* dans lequel il évolue soit du fonctionnement des marchés du travail, des mécanismes de financement, des modes de concurrence et de coopération entre les firmes.

On comprend bien avec les travaux de Gaffard que la recherche en innovation s'attaque à un système dynamique qui a des règles et que si certaines de ces règles seront élucidées à la lecture de ces Actes, il en reste plusieurs à découvrir, à observer et à modéliser. On n'a qu'à penser à toute la question de la relation création-diffusion de l'innovation pour en arriver dans l'avenir à formuler un cadre théorique cohérent sur le phénomène de l'innovation. Voilà donc ce que sera l'aboutissement principal de la recherche en innovation.

Introduction

LA PASSION DE L'INNOVATION

L'INNOVATION TECHNOLOGIQUE ET SES MYTHES[1]

Michel Callon
Centre de sociologie de l'innovation
École des Mines de Paris

«Innovez, innovez, c'est la loi et les prophètes» : ainsi pourrait être paraphrasée la célèbre apostrophe lancée par Marx aux entrepreneurs anglais du XIX ième siècle. Une idée fixe chasse l'autre: la passion de l'innovation remplace l'obsession de l'accumulation. Mais le jeu des indignations et des exaltations, lui, n'a pas changé.

L'innovation technologique - tout comme en son temps l'accumulation capitaliste - est prise dans une tourmente de discours qui oscillent entre l'enthousiasme et la dénonciation. Là on célèbre ses vertus pour y voir un des ressorts de la puissance économique et du bien-être social. Ailleurs on la rend responsable de l'augmentation du chômage (en substituant la machine à l'homme ne supprime-t-elle pas des emplois?) et on l'accuse de contribuer à la fabrication d'un monde artificiel, déshumanisé, encombré d'objets à l'utilité douteuse.

Si le débat souvent manichéen dans lequel nous sommes plongés, possède une telle force et une telle permanence, c'est qu'il se nourrit de toute une mythologie. Celle-ci contribue à faire de l'innovation technologique un phénomène imprévisible qui échappe à la volonté collective et sur lequel nous n'aurions que peu de prise. Parcourir à grand pas cette mythologie - qui compose ce que l'on pourrait appeler le modèle classique de l'innovation -, en démontrer les mécanismes et,

---

1- Mythe : image simplifiée et souvent illusoire que des groupes humains élaborent ou acceptent au sujet d'un individu ou d'un fait et qui joue un rôle déterminant dans leur comportement ou leur appréciation.

dans le même mouvement, s'appuyer sur les travaux existants pour s'en libérer, tel est l'objectif de ce court essai qui par souci de simplicité se concentre sur trois mythes centraux : le mythe des origines, celui de la séparation du social et du technique et enfin celui de l'improvisation romantique[1].

Le mythe des origines

On se plaît à imaginer que, comme toute histoire dramatique, l'innovation a un début et une fin, un point de départ et un point d'arrivée. Cette obsession des origines s'est exprimée dans de nombreux discours parmi lesquels deux méritent d'être distingués. Le premier met en scène la figure héroïque de l'inventeur génial tandis que le second alimente ce qu'il est commode d'appeler les recherches en paternité.

Cherchez le génie !

La manière la plus simple de donner corps au mythe des origines est de célébrer le rôle de l'inventeur génial capable de proposer de nouvelles combinaisons, d'aller à contre-courant, de faire preuve de l'obstination nécessaire au succès de ses idées. Les conceptions nouvelles naissent quelque part et ce quelque part ne peut être que le cerveau d'un être humain particulier. Edison se bat contre les grandes compagnies américaines de production et de distribution de gaz; Eastman, à force de persévérance, d'imagination, de sens du compromis, parvient à créer un marché nouveau, celui des photographes amateurs; Steve Jobs, à l'écart de la hiérarchie officielle d'Apple, concocte dans le plus grand isolement un micro-ordinateur révolutionnaire : le Macintosh; Moreno en marge des grandes organisations parvient à imposer au terme d'un long parcours la carte à puce à laquelle personne ne croyait.

La saga de l'innovation met ainsi en scène des individus généralement marginaux, en butte à l'incompréhension de leurs proches, capables de voir autrement les problèmes et dotés d'une énergie hors du commun. Ces inventeurs peuvent être des techniciens professionnels, des bricoleurs amateurs, des ingénieurs, des chercheurs, voire de simples usagers qui ne trouvent pas sur le marché le produit dont ils ont besoin :

1- Pour une présentation systématique du modèle classique de l'innovation. Voir : [Akrich, 1993] et [Mustar, 1993].

ils ont tous en commun d'être à l'origine du processus, de fournir l'énergie initiale. La réalité est évidemment différente. Chaque étude consacrée à un inventeur génial tombe non seulement sur des collectifs qui sont les acteurs de l'innovation mais également sur de nombreuses trajectoires qui s'entrecroisent pour donner consistance en certains moments et en certains endroits à un projet qui prend corps et parvient à durer [Bijker et al. 1987].

Edison, Steve Jobs : voilà autant de noms donnés à des collectifs comportant un grand nombre d'acteurs rassemblés en un même lieu et interagissant constamment pour mettre en forme l'innovation. Edison n'invente pas plus la lampe à incandescence ou les centrales électriques que le PDG de Renault n'invente le Twingo; Steve Jobs ne conçoit pas plus le Macintosh que Bernard Tapie ne gagne la coupe d'Europe de football. Edison, Steve Jobs, Bernard Tapie, le PDG de Renault cachent et désignent des collectifs actifs et créateurs dans lesquels on trouve bien entendu des acteurs humains mais également des instruments, des machines, des bibliothèques, des financiers et des conférences de presse. Certains sociologues de l'innovation parlent de *collectifs hybrides* pour désigner ces groupements, qu'il est parfois commode - mais seulement commode - de désigner par le nom de leur directeur, de leur président ou tout simplement de celui qui parvient à faire admettre qu'il est à l'origine des projets qui sont développés.

Ces collectifs, qu'on pourrait qualifier de restreints puisqu'ils sont contenus dans des frontières clairement délimitées (Menlo Park, un garage, une firme), sont eux-mêmes plongés dans une histoire et des réseaux qui les dépassent de toutes parts. Steve Jobs capitalise le travail fait chez Xerox par d'autres ingénieurs. Edison mobilise les connaissances produites par des cohortes de physiciens, de mathématiciens et d'électrotechniciens. Les ingénieurs et les chercheurs qui conçoivent le Minitel [Marchand, 1988], mettent au point le système de guidage inertiel des missiles nucléaires [Mackenzie, 1990], développent un nouveau bombardier tactique [Law et Callon, 1988], tentent d'utiliser les anticorps monoclonaux pour des kits de diagnostic [Cambrosio et Keating, 1992] combinent des savoirs, des techniques et des codes qui ont eux-mêmes été élaborés par des collectifs dont le

travail se trouve rassemblé et capitalisé en un même lieu et en un même moment.

Cette incertitude entourant les origines se trouve redoublée lorsque la recherche scientifique entre dans le processus d'innovation. Que signifie par exemple l'expression : «*Watson et Crick ont découvert que la structure de l'ADN est une double hélice*»? Ce résultat est à l'évidence le fruit d'un travail collectif dans lequel sont intervenus une dizaine d'autres chercheurs répartis dans différents laboratoires. L'un d'eux a l'idée d'une hélice mais l'imagine à trois brins tandis qu'un autre fabrique les clichés rayons X qui permettent de départager les différentes hypothèses [Watson, 1968]. Comment identifier dans cette série de contributions celle qui a été décisive? Est-il même pertinent de formuler la question en ces termes? Et si l'on prend une découverte comme celle des bosons W et Z. Le caractère arbitraire de l'attribution est encore plus évident. Si l'on était mû par un quelconque sentiment de justice, il faudrait dans ce cas couronner la multitude des physiciens et des techniciens qui ont conçu l'accélérateur, imaginé et monté les expériences, mais également les théoriciens qui ont interprété les résultats ainsi que l'accélérateur lui-même sans lequel les bosons n'auraient jamais été identifiés. Problématique, voire impossible, pour la science et la technique considérées isolément, la détermination des origines est tout simplement impensable lorsque les deux se mettent à interagir. Avec les coopérations de plus en plus nombreuses entre laboratoires de recherche publics et entreprises industrielles, ainsi qu'entre firmes elles-mêmes, la délimitation des contributions de chaque intervenant devient un casse-tête chinois. Mieux vaut admettre que l'innovation est produite par des collectifs qui capitalisent le travail d'une myriade d'autres collectifs. En s'efforçant d'imposer des points d'arrêt dans ce flux continu, dans ce labeur toujours recommencé et auquel participe une foule bariolée de personnes, de machines et de textes, l'observateur se condamne à ne rien comprendre : les sources de l'innovation sont aussi multiples et indéterminées que celles du Nil!

Il faut un père!

Il reste pourtant que la responsabilité d'une invention ou d'une découverte est généralement attribuée à certains individus ou collectifs et que les protagonistes investissent beaucoup de passion et de

ressources dans cette recherche en paternité qui prend souvent la forme d'une véritable enquête policière et donne lieu à des et coûteuses controverses. Il serait peu satisfaisant de considérer que la seule raison de cette débauche d'énergie est la satisfaction de l'ego ou de la volonté de puissance de quelques acteurs (scientifiques, entreprises) prêts à tout pour capitaliser sur leur nom les bénéfices liés à l'innovation.

La recherche des origines et les mécanismes d'attribution sur lesquels elle débouche ne constitue qu'une composante d'un processus plus complexe d'organisation des relations sociales. Les attributions seraient impossibles sans l'existence de règles - dispositifs légaux, normes ou conventions tacites - qui simultanément définissent dans le flux continu des événements ceux qui sont considérés comme fondateurs (découvertes, inventions), délimitent l'identité et la population des acteurs qui peuvent se voir attribuer ces découvertes et précisent les conditions d'imputation de ces dernières.

De telles règles existent aussi bien dans le domaine de la science fondamentale que dans la sphère industrielle. Dans le cas de la recherche scientifique, on considère généralement que c'est à des chercheurs en chair et en os que doit être attribuée la paternité d'une découverte et que celle-ci s'incarne dans des publications particulières ou dans la mise au point de dispositifs expérimentaux parfaitement identifiables. Pour mettre en lumière l'existence de ces conventions il suffit de formuler les quelques questions suivantes. Qui serait prêt à accepter qu'une découverte soit imputée à des équipes, à des laboratoires ou à des instituts? Admettra-t-on par exemple que c'est le CERN et non Carlo Rubbia qui a découvert les bosons W et Z? Qui par ailleurs tolérerait que l'on inclue dans la caractérisation de la découverte l'ensemble des événements antérieurs à la publication de l'article qui divulgue l'énoncé considéré comme nouveau et original? Pourquoi, par exemple, couronner Watson et non pas tous ceux qui avant lui ont préparé le terrain? Et enfin imaginerait-on de remettre en cause la sacro-sainte règle de la priorité (le vainqueur rafle la mise), en considérant que la reconnaissance ou les bénéfices doivent être partagés entre le premier arrivé et les suivants immédiats? Le caractère conventionnel de ces règles, dont l'application provoque une débauche d'énergie et de passions, est encore plus évident lorsqu'on les compare

aux solutions retenues pour l'invention technique. Les détenteurs des brevets sont souvent des firmes ou des organismes et non point tel ou tel ingénieur ou chercheur qui a contribué à l'invention : on ne donne pas (encore) le prix Nobel à un laboratoire ou à une équipe alors qu'on accorde un brevet à IBM ou à Rhône-Poulenc. Par ailleurs, aux yeux de certaines législations nationales, des différences mêmes mineures peuvent contribuer à assurer l'originalité d'une invention technique et à éviter qu'un seul vainqueur n'empoche l'ensemble des bénéfices.

Pour comprendre le rôle de ces conventions, il faut accepter de considérer qu'elles font beaucoup plus que définir les conditions de l'attribution. Elles définissent de manière souvent très rigide l'identité des acteurs engagés dans le processus de l'innovation ou de la découverte en même temps que les rétributions qu'ils peuvent en retirer. L'évolution de la législation en matière de brevets ainsi que la diversité des dispositions nationales auxquelles elle donne lieu sont, de ce point de vue, très éclairantes. Le brevet (à côté d'autres mécanismes comme le copyright ou le secret commercial) a une double fonction : il protège le détenteur qui bénéficie pour une période de temps donnée d'un monopole d'exploitation; il divulgue l'information et du même coup fournit des indications précieuses aux autres acteurs (inventaire des voies de recherche, appréciation des potentialités de certaines techniques...).

Les différentes réglementations existantes établissent un compromis entre ces deux fonctions. Certaines assurent une protection maximale et réduisent les effets de divulgation de l'information (en imposant par exemple la publication du contenu des brevets au moment où ils sont accordés et non lorsqu'ils sont encore sous la forme de demandes.) D'autres au contraire ne garantissent qu'une protection très faible tout en accélérant la divulgation de l'information. Le droit américain correspond à la première configuration et le droit japonais à la seconde. Il est aisé de comprendre que chacun de ces dispositifs tend à favoriser certaines dynamiques d'innovation. Dans le premier cas sont encouragées les innovations de rupture liées à une concentration de moyens de recherche dans des firmes puissantes et travaillant dans un relatif isolement; dans le second cas sont favorisées les innovations progressives liées à un effort collectif, dans lequel chaque acteur

s'appuie sur le travail des autres et le prolonge ([Foray, 1993] et [Joly, 1993]).

Ces remarques, qui s'appliquent à l'industrie, valent également - mutatis mutandis - pour la science. Des travaux, utilisant la théorie des jeux répétés, ont suggéré qu'un système d'attribution-incitation, centré sur les individus (les grands scientifiques) et accordant toutes les gratifications au premier arrivé, encourage une forme d'organisation et de compétition de la recherche qui valorise les petites équipes fortement hiérarchisées et les projets de recherche se focalisant sur des problèmes à la fois semblables et difficiles à résoudre. À l'inverse, si l'attribution-incitation privilégie les équipes et les organismes, et relâche la contrainte de priorité et de divulgation, des mécanismes de coopération peuvent se mettre en place qui développent les complémentarités et favorisent des projets que les acteurs eux-mêmes considèrent comme réalistes ([David, 1992], [Dasgupta et David, 1990]).

La mise en oeuvre de ces règles, dont le degré d'explicitation est variable, passe par un travail d'interprétation souvent considérable de la part des acteurs, interprétation qui, à travers débats et conflits, conduit parfois à leur formulation. De ce point de vue, l'évolution de la physique des hautes énergies avec la mise en place d'incitations qui privilégient le travail collectif par rapport aux performances individuelles, est exemplaire [Knorr-Cetina, 1993]. Par ailleurs ces règles, même si elles présentent fréquemment un fort degré de généralité donnent lieu à des spécifications locales. Elles peuvent différer, dans le cas de la science, suivant les spécialités ou les disciplines et dans le cas des brevets, suivant les cadres nationaux ou suivant les secteurs industriels (comme dans le cas de la protection des plantes qui bénéficie d'un régime spécial, celui des certificats d'obtentions végétales [Joly and Ducos, 1993]). Elles jouent un rôle essentiel dans la dynamique de l'innovation puisqu'elles contribuent à délimiter l'univers des acteurs et à définir les ressorts de l'action. Leur importance pratique contraste avec le peu d'attention qui leur a été accordée jusqu'ici sur le plan théorique. Leur prise en compte conduit à dépasser la notion d'attribution. Celle-ci est utile pour signaler que les imputations sont potentiellement multiples. Mais elle a l'inconvénient de laisser croire qu'antérieurement à cette attribution, dont on admet

volontiers qu'elle peut être remise en cause et modifiée, préexistent des acteurs bien identifiés qui travaillent, imaginent, combinent, inventent. Alors que l'idée même qu'il existe un père et qu'il faille le retrouver est la conséquence de l'existence de ces règles et non leur origine!

Le mythe de la séparation du social et du technique

En accréditant l'hypothèse qu'existe un point de départ de l'innovation, le mythe des origines débouche sur un second mythe, celui de la séparation du technique et du social. Il y a deux manières d'affirmer cette séparation : d'abord en opposant la phase de conception à celle de diffusion, ensuite en distinguant entre le contenu de l'innovation et le contexte au sein duquel elle prend forme et se répand.

Linéaire ou tourbillonnaire?

Que l'impulsion initiale fût placée dans la technique (technological push) ou dans le marché (market pull), on a pendant longtemps considéré que l'innovation consistait en l'enchaînement d'une série de phases relativement indépendantes les unes des autres. L'invention, qui conduit de l'idée originelle à la réalisation de prototypes en passant par les plans et les maquettes, demeure confinée dans l'univers technique. Lorsque tous les tests sont positifs, alors l'invention quitte le monde des ingénieurs et des techniciens, pour entrer dans l'univers social. L'invention se transmue en innovation à partir du moment où un client, ou plus généralement un utilisateur, s'en saisit : l'innovation désigne ce passage réussi qui conduit un nouveau produit ou un nouveau service à rencontrer la demande pour laquelle il a été conçu. Mais cette victoire, même si elle est essentielle, ne signifie pas que la guerre est finie. Il reste à élargir le marché, à convaincre d'autres utilisateurs, en un mot à entrer dans la phase de diffusion proprement dite. Dans cette présentation, le nouveau produit ou le nouveau procédé, une fois sorti de l'entreprise ou du laboratoire qui l'ont mis au point, part à la conquête du marché sous sa forme achevée. Les problèmes techniques ayant été réglés, il lui reste à démontrer sa viabilité économique.

Une telle adaptation miraculeuse peut évidemment se produire. Dans certains cas, les concepteurs ont une si bonne connaissance d'une clientèle dont la demande et les attentes sont si prévisibles ou si bien exprimées que le modèle séquentiel convient parfaitement pour décrire

la dynamique de l'innovation : à l'invention succède la première commercialisation qui s'amplifie dans la diffusion. Mais cette configuration ne constitue qu'une éventualité parmi d'autres. Les sociologues de l'innovation et les économistes du changement technique ont mis en évidence que le processus d'adoption était un processus d'adaptation continue ([Akrich et al. 1988], [Dosi et al. 1988], [Latour, 1989]). Les exemples sont nombreux. Un des plus spectaculaires est sans doute celui des techniques ultrasons (US) dans le milieu médical [Blume, 1991]. Au début des années quarante, deux programmes de recherche aux objectifs différents sont en compétition. Le premier soutenu par un radiologue nommé Howry, le second par un chirurgien du nom de Wild.

Howry conçoit dès le début les US comme un complément possible des rayons X. Il part des faibles performances de ces derniers lorsqu'il s'agit de réaliser l'image des tissus mous (foie, pancréas, poitrine des femmes). Wild, quant à lui cherche à identifier les tissus cancéreux. Ce n'est pas le réalisme des images qui l'intéresse, mais la possibilité de les différencier de manière à distinguer les tissus. En 1953, Howry et Wild ont obtenu des images par ultrasons qu'ils estiment de bonne qualité. Mais les critères qu'ils utilisent ne sont pas les mêmes car leurs objectifs sont différents. Une bonne image pour Howry sera considérée comme de qualité médiocre par Wild, et réciproquement. Le premier se pose la question : de quelle sorte d'objet puis-je donner une image qui vienne améliorer celle fournie par les rayons X? Le second s'efforce de restituer les différences de réflexion de manière à distinguer les uns des autres des corps et des tissus. L'un privilégie la qualité et la lisibilité des images. L'autre s'efforce d'établir la sûreté du diagnostic : les différences de luminosité correspondent-elles bien à la présence de tissus cancéreux? Ce qui sépare nos deux innovateurs, ce ne sont pas seulement les critères d'appréciation des performances, mais également les choix techniques qu'ils réalisent. C'est ainsi qu'une controverse les oppose sur le meilleur niveau d'intensité sonore. Wild soutient qu'il doit être supérieur à 60 D.B. pour obtenir des contrastes suffisants, tandis qu'Howry pense que ceci n'a vraiment aucune importance.

La force de Wild va lui être donnée par les alliances successives qu'il parvient à passer avec différentes spécialités médicales. À chacune d'entre elles il offre une collaboration adaptée aux problèmes qu'elle se

pose. Pour y parvenir, il n'hésite pas à proposer les adaptations de la technique des ultrasons. Le cas de l'obstétrique fournit une très bonne illustration de ce que les sociologues ont appelé la dynamique de l'intéressement.

Au moment où Wild commence à prospecter, un des objectifs prioritaires de la profession des obstétriciens est l'étude du développement de l'embryon. Les rayons X qui constituent une technique d'investigation possible sont alors considérés comme peu sûrs, car leurs effets sur l'embryon sont mal connus. Par ailleurs les obstétriciens voient d'un mauvais oeil une autre profession, celle des radiologues, s'emparer à leurs dépens du monopole de l'observation. L'échographie va leur permettre de conserver la maîtrise de leur diagnostic tout en leur fournissant des outils d'investigation. C'est d'abord la mesure du crâne du foetus qui concentre les énergies. Des règles sont élaborées qui permettent d'en déduire le poids de l'embryon : si l'échographie donne par exemple une image de 8,5 cm, alors le poids est supérieur à 2 kg. Puis pour satisfaire les demandes des obstétriciens, des images sont produites dès les premières semaines de développement du foetus, avant même que le squelette de l'embryon ne se forme et que les os n'apparaissent. Sur ce terrain, les US surpassent sans conteste possible les rayons X qui, en l'absence d'os, ne servent plus à rien. On passe ensuite à l'examen des battements du coeur.

L'échographie va dans le sens des projets des obstétriciens qui souhaitent multiplier les examens prénatals. Des règles de plus en plus sophistiquées sont produites qui lient les observations par échographie à l'état de développement de l'embryon : cette technique devient ainsi un des éléments constitutifs des soins prénatals dans les hôpitaux. Les obstétriciens se l'approprient complètement, d'autant qu'elle les libère de l'emprise des radiologues et qu'elle maintient leur autonomie de décision : une échographie n'est par exemple qu'un élément dans le faisceau de facteurs qu'il faut prendre en considération pour choisir entre une césarienne et un accouchement normal. Et les liens entre les spécialistes des US et les cliniciens sont si forts, les interactions si intenses, qu'en permanence et dans tous les hôpitaux, des améliorations sont apportées de manière à tenir compte des demandes ou des réactions des utilisateurs. C'est ainsi que quelque part en Australie,

l'enregistrement est considérablement amélioré grâce à la mise au point d'une palette de gris qui fournit toute une gamme de luminances permettant d'imaginer les structures internes des tissus et des organes. L'échographie va ensuite se développer au même rythme que l'obstétrique à laquelle elle est solidement arrimée. Et ce qui est vrai pour l'obstétrique, l'est également pour d'autres professions : l'échographie à la Wild se lie ainsi à une multiplicité de spécialités (comme la cardiologie) qui l'entraînent dans leur croissance. Cette stratégie suppose une différenciation de la technique qui doit tenir compte des exigences propres à chacune des spécialités.

Du programme de Howry, il n'y a en revanche presque rien à dire. Sur le terrain de la compétition avec les rayons X, les ultrasons ne parviennent pas à s'imposer. Dans ce cas, aucune alliance n'est recherchée puisque le seul objectif est de convaincre les radiologues qui voient dans cette technique un appauvrissement de la qualité de l'image plutôt qu'un enrichissement. En refusant de changer d'interlocuteurs, en maintenant son objectif initial, Howry s'enlise irrémédiablement. Facile à dire après coup! La seule leçon est qu'un brin de machiavélisme et d'opportunisme lui aurait sans doute permis de débloquer la situation.

Cet exemple met en évidence les ressorts de la dynamique de l'innovation. C'est en s'attachant à plusieurs spécialistes dont elle a suivi le développement que l'échographie s'est répandue. Wild a ignoré très tôt les radiologues et s'est employé à convaincre les obstétriciens, les cardiologues ou les spécialistes du cerveau. En opérant ce choix stratégique, il s'engageait sur une voie difficile. Il lui fallait s'adapter aux demandes précises de ces professions, modifier les caractéristiques techniques de son dispositif, en un mot accepter des compromis. En réalité, parler d'échographie au singulier est une erreur, il y a autant d'échographies que de contextes d'utilisation différents. La technique, qui est le fruit d'un travail collectif, est devenue à ce point protéiforme que dans un hôpital deux services différents sont bien souvent équipés d'échographes adaptés à leurs besoins.

C'est en acceptant de transformer le projet initial, de revenir sur les choix techniques, de modifier le produit proposé que Wild parvient à étendre le marché. La diffusion est l'autre nom donné à une histoire

mouvementée, faites d'allers-retours entre conception et commercialisation. L'innovation est un processus tourbillonnaire qui aboutit, dans le meilleur des cas, à une adaptation réciproque de l'offre et de la demande. En réalité, les deux sont construites simultanément par essais et erreurs. La force de l'ingénieur et du chercheur est évidemment - lorsqu'ils le jugent opportun - de pouvoir retourner au laboratoire pour transformer leur projet et tenir compte des réactions qu'il a suscitées. L'innovation ressemble à une expérimentation continue, expérimentation qui se déroule sur une grande échelle et qui fait collaborer toute une série d'acteurs, dans laquelle les commerciaux côtoient les ingénieurs, les usagers dialoguent avec les chercheurs. Une fois marché et demandes stabilisés, alors une certaine séparation des genres est possible : les chercheurs cherchent, les ingénieurs mettent au point et fabriquent, les clients expriment des demandes intelligibles. Mais cet alignement, qui correspond à une claire séparation des mondes techniques et sociaux est le point d'arrivée d'un long processus et non son point de départ. C'est une configuration rare produite par de patients investissements.

Contenus et contextes

Accepter les constants retours en arrière, les interactions profondes entre techniciens et usagers, commerciaux et chercheurs, c'est remettre en cause la séparation habituelle entre le contenu de l'innovation (par exemple les appareils échographiques) et le contexte de sa conception (par exemple les laboratoires et les firmes qui les mettent au point) ou de son utilisation (par exemple les hôpitaux, les services d'obstétrique ou de cardiologie). Sur ce point, la sociologie des techniques a apporté une contribution décisive qui tient en deux notions : celles d'intéressement et de traduction.

La pire des situations est évidemment celle d'un produit parfaitement conçu mais qui n'intéresse personne. Certains centres de recherche sont des cimetières de projets qui sont allés jusqu'aux prototypes mais qui n'ont pu poursuivre leur course plus avant. Le CSI a étudié un grand nombre de ces projets avortés depuis le véhicule électrique jusqu'à Aramis, en passant par des kits photovoltaïques qui se sont perdus en Côte d'Ivoire ou des gazogènes qui se sont démembrés au Costa Rica :

comprendre les échecs est la meilleure stratégie pour rendre les succès intelligibles.

Tous ces travaux convergent : une innovation qui échoue est une innovation qui n'a pas su intégrer dans sa conception même, dans son contenu, dans ses caractéristiques techniques l'environnement nécessaire à son fonctionnement. Pour intéresser, il faut traduire. Un kit photovoltaïque est proposé à une communauté villageoise en Côte d'Ivoire [Akrich, 1987]. L'intention initiale est de l'utiliser pour alimenter un réfrigérateur contenant les médicaments d'une infirmerie de brousse. Sur place, les promoteurs du projet constatent que les réfrigérateurs sont vides et, à la demande des autorités, installent le kit dans la mosquée. C'est l'enthousiasme. Mais pour en rendre la manipulation plus facile et améliorer les performances du kit, les usagers demandent de changer les connexions pour les rendre conformes aux normes en vigueur, de permettre aux utilisateurs d'intervenir sur la batterie en la rendant accessible, de modifier les caractéristiques des tubes fluorescents pour rendre aisé leur remplacement et d'installer un onduleur pour produire du courant alternatif qui facilite le travail des électriciens locaux. Si toutes ces modifications avaient été faites, on imagine l'extraordinaire alliance - celle de l'énergie solaire et de l'Islam ! - qui eût été réalisée. Mais les ingénieurs s'entêtent. Pour des raisons qui leur semblent bonnes et indiscutables, ils s'accrochent à leurs premiers choix: ils veulent éviter à tout prix que des non-experts bricolent leur kit, ils demeurent persuadés que la demande est du côté des dispensaires et des écoles, etc. Les leçons à tirer de cet échec ont une portée générale. Il manifeste que chaque choix technique a des conséquences stratégiques : si vous acceptez les prises standard et l'onduleur vous vous attachez à l'Islam, à son formidable réseau de mosquées et à la standardisation des comportements et des attentes qu'il a su créer et qui forment un espace idéal pour la diffusion d'un produit convenablement configuré; si vous vous obstinez dans vos décisions initiales, vous perdez l'Islam sans pour autant parvenir à vous attacher à d'autres réseaux.

La règle est simple : pour réussir il faut intéresser d'autres acteurs qui vont s'allier à vous, à travers le dispositif que vous leur proposez, et pour les intéresser, il faut accepter de traduire leurs demandes, attentes

et observations *dans* le dispositif sous la *forme* de choix techniques appropriés. La force de la technique, c'est de pouvoir inscrire dans des matériaux durables, dans des associations fortes, la demande exprimée par un utilisateur qui se trouve alors capté, c'est-à-dire attaché au produit qui lui est proposé. Ce qui vaut pour les utilisateurs s'applique également à la longue chaîne de ceux qui interviennent dans la distribution ou la maintenance du produit : celui-ci doit être profilé pour rendre possible l'intervention aisée de chacun de ces acteurs. Mais il ne faut pas seulement tenir compte de cet environnement humain. Le milieu technique est essentiel : le produit est d'autant plus intéressant qu'il est compatible avec les dispositifs existants ou qu'il en est complémentaire [Arthur 1989]. Que serait un logiciel sans les ordinateurs pour le mettre en oeuvre et sans les interfaces qui le rendent utilisable sur les matériels existants?

Si l'innovation parvient à survivre dans l'environnement socio-technique qui finit par être le sien, c'est parce que cet environnement est contenu dans sa texture, en quelque sorte inscrit en elle. De la même manière que Buffon prétendait reconstituer un organisme entier à partir d'une dent ou d'un fragment d'os, il est envisageable de lire dans un dispositif le contexte dans lequel il est capable de survivre et de prospérer. La plus grave erreur est par conséquent d'opposer les contenus techniques aux facteurs sociaux, culturels et politiques. L'innovation est une réalité hybride qui mélange toutes ces belles catégories. Une innovation échoue lorsque l'environnement socio-technique qu'elle a traduit et qui est inscrit en elle, est différent de celui qu'elle affronte. Les dispensaires supposés par le kit s'avèrent être une fiction et il reste au seuil des mosquées parce qu'il ne parvient pas à traduire l'Islam qui révèle puissamment et bruyamment sa force et ses attentes.

Bien entendu, ce travail d'intéressement et de traduction est un processus au cours duquel le contenu des techniques et l'environnement qu'elles se donnent évoluent conjointement. En bout de course, de nouvelles demandes apparaissent, des groupes nouveaux sont constitués, des objets inédits se répandent. Dans la conception du Macintosh se trouvent inscrites les exigences d'une production complètement automatisée (qui conduit par exemple à réduire le

nombre de cartes enfichées), mais également celles des utilisateurs qui n'existaient pas et qui sont autant la conséquence du Macintosh que sa cause. La technique n'a pas plus d'impact sur la société que la société n'a d'impact sur les techniques : les deux forment un tissu sans couture, chaque élément étant dépendant des autres et se transformant avec les autres dans des configurations changeantes qui sont celles des réseaux socio-techniques [Bijker et Law, 1993].

Le mythe de l'improvisation romantique

L'innovation semble surgir de manière imprévue, sauvage. Elle s'oppose aux cadres établis, aux structures organisationnelles rigides, aux bureaucraties stériles ou aux intérêts acquis. L'innovation est du côté du changement et de la subversion, de la spontanéité et de la contestation : elle ne peut être planifiée.

Aucun mythe n'est plus faux et plus dangereux que celui-là. Les individus peuvent à la rigueur avoir des idées, mais seuls les collectifs sont en mesure de les éprouver, de les transformer et de les faire aboutir. L'innovation est de part en part affaire d'organisation [Gaffard, 1990].

Commençons par les moments de conception. Le dilemme est simple. Comment quelques individus parviennent-ils à imaginer l'environnement dans lequel le nouveau produit ou le nouveau procédé devra se frayer un chemin et parvenir à survivre? Sauf à croire aux miracles, il faut bien faire l'hypothèse que le groupe de conception contient en lui-même le monde qui est celui dans lequel prend forme et se développe l'innovation: il est au centre de réseaux qu'il capitalise, qu'il mobilise et sur lesquels il est capable d'agir. La notion importante est ici celle de porte-parole ou de représentant. Dans le développement de la Twingo - décrit par Ch. Midler - on voit à l'oeuvre cette dynamique de la «représentation» [Midler 1993]. On trouve dans le groupe de projet, non seulement des ingénieurs et des techniciens des services d'études, mais également des spécialistes des matériaux ou de l'électronique, des sous-traitants, des commerciaux, des gens du marketing, des publicistes, des designers et à certains moments interviennent même les «grands» stratèges de l'entreprise. Tous les acteurs qui compteront dans la fabrication, la distribution et

l'évaluation de la nouvelle automobile se trouvent réunis et consultés. Ils interagissent en permanence, négociant les choix techniques, la forme et le nom de la voiture, les options à intégrer dans le modèle courant, la gamme des couleurs proposées au client, les prix à ne pas dépasser. Une expression comme : «*la Twingo sera une petite voiture économique*» trouve progressivement sa signification, alors qu'au départ elle était source de malentendus. En réalité le monde extérieur, l'environnement que se donne progressivement la voiture, sont présents dans le groupe de projet, microcosme, le grand monde, dur et impitoyable, dans lequel évoluera la Twingo. Les ingénieurs de fabrication, la direction, les usagers, le service du marketing, les sous-traitants, sont présents par porte-parole interposés. Ceux-ci en négociant, en engageant des compromis parlent pour les acteurs multiples qu'ils représentent et qui participent à travers eux, collectivement, au processus de conception. Les choix auxquels ils aboutissent traduisent ce monde divers et contradictoire, celui dans lequel la nouvelle voiture devra survivre, être produite, être vendue et circuler.

Dans le cas du lancement d'une nouvelle voiture, la difficulté tient au fait que le modèle tourbillonnaire ne s'applique qu'aux premiers moments. Au cours des dernières années, sous la pression de la concurrence, la période de temps pendant laquelle le projet est susceptible d'être transformé et d'évoluer s'est considérablement raccourcie; et, une fois les choix fixés, les irréversibilités sont telles (en particulier la taille des investissements) qu'il n'est plus possible de revenir en arrière. Cette dramatisation de décisions stratégiques prises dans l'urgence a pour contrepartie une facile identification des acteurs au groupe de projets ainsi qu'à leurs porte-parole. La topographie socio-technique de l'innovation est assez bien connue. Le chef de projet sait qui il doit mobiliser, qui il doit inclure dans la négociation des compromis initiaux.

Dans d'autres cas, le processus tourbillonnaire dure beaucoup plus longtemps. On teste un premier prototype, puis on remet le produit en chantier; on teste un deuxième proto, un troisième, un quatrième jusqu'à ce que l'on obtienne un produit satisfaisant, c'est-à-dire capable de capter une demande qu'il a contribué à définir et stabiliser. Chaque

boucle peut conduire à des révisions radicales, par exemple à relancer des recherches scientifiques fondamentales ou à considérer des marchés différents de ceux initialement visés. L'irréversibilisation est lente, car le processus d'adaptation est progressif et itératif et les investissements réalisés sont peu coûteux. Cette flexibilité cache une difficulté majeure : comment identifier les groupes à inclure dans la négociation, comment déterminer leurs porte-parole, c'est-à-dire leurs représentants crédibles? En jouant la carte des radiologues, Howry se fourvoie, tandis que Wild s'engage dans une dynamique du succès en s'attachant aux obstétriciens.

L'art de la gestion de l'innovation est tout entier dans l'équilibre délicat entre, d'un côté, le foisonnement des points de vue et des acteurs qui participent à la négociation des compromis et, d'un autre côté, le resserrement des options et des décisions qui, à un certain moment, rendent les engagements irréversibles. Le temps, qui joue un rôle crucial dans la recherche de cet équilibre, est en grande partie fixé par le montant des investissements et le jeu de la concurrence. Dans le cas de produits comme l'automobile, où les réseaux socio-techniques à mobiliser lors de la conception sont assez bien identifiés, la compétition porte de plus en plus sur la capacité des firmes à transformer rapidement le projet en produit commercialisable : l'entreprise la mieux placée est celle qui parvient à raccourcir la durée de la conception, c'est-à-dire à rapprocher le moment des décisions irréversibles, tout en maintenant le plus longtemps possible le processus de négociation entre le plus grand nombre possible d'options. Dans le cas de produits comme les appareils d'échographie médicale, la compétition porte moins sur les délais que sur la faculté de recenser un large éventail d'options et d'arriver par itérations successives à identifier les quelques choix commercialement intéressants. Mettre en relation modalités de la concurrence et dynamique de l'irréversibilisation conduirait peut-être à un profond renouvellement de l'analyse économique.

Ce double mécanisme, d'ouverture et de fermeture, de foisonnement et d'alignement, est très bien décrit par les théories de l'apprentissage. La prolifération des projets, la multiplication de l'expression des intérêts et des demandes, la succession des compromis et leur discussion, permettent d'obtenir des informations qui n'étaient pas disponibles au

début du processus et qui sont engendrées au cours de son déroulement par les acteurs mobilisés : informations sur les usagers possibles, sur les coûts, sur la concurrence, sur les potentialités techniques. Ces informations, au fur et à mesure qu'elles sont produites, dessinent des options et des lignes de développement; elles conduisent à une situation dans laquelle des choix alternatifs sont envisageables : la délibération stratégique serait impossible sans ces investissements préalables. Une fois les choix opérés, certains chemins se referment qui étaient encore ouverts et le projet s'engage sur une trajectoire qu'il lui sera de plus en plus difficile de quitter [Cowan, 1991].

Parler de gestion de l'innovation, c'est envisager les conséquences qu'ont différentes formes d'organisation sur ce délicat équilibre entre création de variété et irréversibilisation progressive des décisions. Comme le souligne Favreau : «*l'irréversibilité est le prix à payer pour passer d'un monde fragilisé par l'ignorance et l'incertitude radicale à un monde mieux organisé où l'on en sait tout simplement un peu plus*» [Favreau, 1991]. Autrement dit : qui souhaite augmenter ses connaissances, se condamne à restreindre progressivement l'espace de ses choix. Le jeu consiste bien évidemment à trouver un compromis acceptable entre ces deux mouvements contradictoires. La notion de règle, qui sous-tend celle d'action organisée, est essentielle pour rendre compte de la variété des compromis et des formes d'organisation dans lesquelles ils s'incarnent.

Une première famille de règles rassemble celles qui fixent l'identité des acteurs autorisés à participer au processus de négociation de l'innovation ainsi que les conditions de leur participation : dans certaines entreprises les chercheurs se voient attribuer le rôle principal tandis que les commerciaux sont tenus en lisière; dans d'autres, il sont au contraire soupçonnés d'irréalisme et toute la confiance est accordée aux ingénieurs de production ou aux clients; ailleurs il existe des procédures qui permettent à tout acteur qui le désire de faire des propositions. À ces règles qui organisent l'expression de la variété des points de vue, des intérêts, des compétences et des projets, viennent s'ajouter celles qui sont conçues pour fermer les options et engager des décisions qui deviennent progressivement irréversibles. Leur diversité rend difficiles les classifications. Certaines privilégient l'autorité d'un

acteur qui détient explicitement le pouvoir d'arbitrage, tandis que d'autres, à l'inverse, laissent la bride sur le cou aux différents protagonistes et ne privilégient aucune procédure formelle. Les étapes à parcourir avant d'arriver au choix ainsi que le calendrier à respecter pour y parvenir sont parfois décrits avec un grand degré de précision alors qu'ailleurs l'improvisation tient lieu de planification. De telles règles ne restent pas confinées au monde clos de l'entreprise. Elles s'appliquent également aux relations entre les laboratoires de recherche académique et les firmes industrielles (régissant par exemple les modalités de coopération), elles mettent en forme les relations de sous-traitance et les rapports avec les clients.

Les règles, qui se présentent tantôt sous la forme de contrats explicites, tantôt sous la forme de conventions implicites, de procédures ou de «routines», ont une double réalité : elles organisent et stabilisent les interactions, rendant l'environnement relativement prévisible et facilitant l'anticipation mutuelle des comportements, mais en même temps elles tiennent compte des enseignements et évoluent. C'est pourquoi leur validité ne peut être que locale : leur contenu dépend des situations et des trajectoires suivies. Les règles, comme le souligne Favreau, sont des dispositifs qui cristallisent et capitalisent les connaissances et les leçons de l'expérience : «on» sait par exemple dans telle entreprise qu'il est bon d'innover en associant les lead users alors que dans telle autre les procédures retenues favorisent le point de vue et les projets des chercheurs; dans les unités dépendant du département des sciences pour l'ingénieur du CNRS, «on» sait que lors d'une collaboration entre un laboratoire et une entreprise il est préférable de laisser l'entreprise déposer le brevet; «on» sait à l'INSERM que le plus efficace est de définir des programmes conjoints à travers des comités mixtes plutôt que de jouer des stratégies classiques de valorisation. Deux règles opposées (il faut se méfier des chercheurs ou au contraire leur faire entière confiance; il faut déposer des brevets soi-même ou au contraire en laisser la responsabilité au partenaire), peuvent être parfaitement valides, tout simplement parce que les circonstances de leur élaboration et de leur mise en oeuvre sont différentes : en matière d'innovation, il n'existe pas plus qu'ailleurs de «one best way» [Nelson et Winter, 1982].

La connaissance de ces règles, de leur évolution, des effets qu'elles produisent, des formes d'innovation qu'elles privilégient, nécessite encore de nombreuses investigations. Des auteurs comme Aoki [Aoki, 1991] ont apporté des contributions fondamentales à la compréhension de la dynamique qu'elles mettent en forme, en opposant d'un côté le modèle de la firme japonaise qui permet les apprentissages collectifs, la circulation horizontale des informations et la capitalisation progressive d'innovations incrémentales, et de l'autre côté le modèle de la firme américaine qui à l'inverse privilégie les ruptures, le rôle de la R&D comme déclencheur de l'innovation et les relations hiérarchiques verticales. Mais tout ou presque reste à faire pour mettre à jour la géographie compliquée des règles qui organisent le processus de l'innovation.

Vers les réseaux technico-économiques

Dans le modèle classique de l'innovation tel qu'il est mis en scène dans les différents mythes que nous venons de présenter brièvement, la société est composée d'agents clairement identifiés dont les rôles sont parfaitement définis. L'inventeur invente, le consommateur exprime une demande, le financier finance, l'ingénieur développe et fabrique. La coordination entre ces différents acteurs ne pose pas de problèmes particuliers. Les ajustements s'opèrent sans douleur. La discussion de ces mythes nous a permis de dégager une image du processus de l'innovation qui est sensiblement différente. Les rôles y sont brouillés, les agents disparaissent dans des collectifs qui sont les véritables acteurs, les coopérations et les règles qui les organisent l'emportent sur les actions individuelles.

Comment sortir du cercle de ces mythes, c'est-à-dire comment décrire ces associations changeantes, parfois éphémères, parfois durables qui transforment tout à la fois le monde des objets qui nous entourent, l'identité des acteurs et leurs relations? Parler de marché ou d'organisation n'est pas suffisant. L'innovation déborde de tous côtés ces cadres traditionnels. Le marché dans sa forme la plus pure garantit la flexibilité des choix : la transaction commerciale, de par son caractère ponctuel et instantané, libère les acteurs de toute relation durable. Mais du même coup, il décourage le travail collectif, les coopérations et les apprentissages qui sont pourtant si nécessaires à la dynamique de

l'innovation. Quant à l'organisation, avec ses frontières et ses hiérarchies strictes, elle réduit la flexibilité des arrangements: trop de hiérarchie paralyse en rendant coûteuses, voire impossibles, les réorientations. La hiérarchie assure les apprentissages collectifs, mais sans la flexibilité; le marché garantit la flexibilité mais sans les apprentissages collectifs!

C'est pourquoi de nombreux auteurs ont proposé la notion de réseau pour décrire la dynamique de l'innovation technologique [Callon et al. 1994]. Le réseau convient au caractère collectif de l'innovation; en favorisant les coopérations souples, en assurant la complémentarité des compétences, en accélérant la circulation de l'information et en facilitant les arrangements nécessaires au partage des profits, il maintient la décentralisation des décisions tout en permettant de bénéficier des rendements croissants liés à la capitalisation des apprentissages [Cohendet et al. 1992]. Innover, c'est démanteler des associations existantes, en construire de nouvelles et les stabiliser pour un certain temps. La variété des innovations s'exprime dans la diversité des réseaux, de leur composition, de leur morphologie et de leur dynamique.

Un réseau technico-économique (RTE) est un ensemble coordonné d'acteurs hétérogènes : laboratoires, centres de recherche technique, entreprises, organismes financiers, usagers, pouvoirs publics, qui participent collectivement à l'élaboration et à la diffusion des innovations et qui, à travers de nombreuses interactions, organisent les rapports entre recherche scientifico-technique et marché. Mais un réseau ne se limite pas aux seuls acteurs qui le constituent. Entre eux circule tout un ensemble d'intermédiaires qui donne un contenu matériel aux liens qui les unissent : il peut s'agir de documents écrits (articles scientifiques, rapports, brevets , modes d'emplois), de compétences incorporées (chercheurs en mobilité, ingénieurs passant d'une firme à une autre), d'argent (contrat de coopération entre un centre de recherche et une entreprise, prêts financiers, achat par un client d'un bien ou d'un service...), d'objets techniques plus ou moins élaborés (prototypes, machines, échantillons, produits destinés à la consommation finale...) [Callon, 1991], [Callon et al. 1991].

La richesse et la diversité de ces liens sont à l'origine de la supériorité du réseau en matière de gestion de l'innovation. Elles rendent possibles les coopérations et les ajustements mutuels entre des acteurs qui vivent bien souvent dans des mondes séparés tout en laissant à chacun d'entre eux suffisamment d'autonomie pour développer ses propres stratégies. La dynamique de ces RTE (sous quelles conditions se stabilisent-ils ou au contraire se transforment-ils?), l'équilibre qu'ils parviennent (ou non) à établir entre coopération et compétition constituent des objets d'étude encore largement inexplorés et qui devront mobiliser les sociologues et les économistes dans les années à venir. Des questions essentielles comme celles de la compétition entre réseaux, du rôle des pouvoirs publics et de l'importance des cadres nationaux dans leur dynamique restent entièrement ouvertes. Voilà quelques directions dans lesquelles il conviendrait de s'engager pour substituer au modèle classique et à ses mythes, une vision plus réaliste qui rende l'innovation maîtrisable!

N.D.L.R. L'article de Michel Callon a d'abord été publié dans la revue Gérer et Comprendre, mars 1994. Annales des Mines Paris. La direction de la revue nous a accordé le droit de reproduire cet article.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

AKRICH, M., CALLON, M., LATOUR, B., À quoi tient le succès des innovations? 1. L'art de l'intéressement; 2. Le choix des bons porte-parole. *Annales des Mines, Gérer et comprendre*, (11 et 12/1988).

AKRICH, M., *Comment décrire les objets techniques*, Technique et culture 5, 1987, 49-63 p.

AKRICH, M., *Inscriptions et coordinations socio-techniques*, Thèse de Socio-Économie de l'innovation, École des Mines de Paris, 1993.

AOKI, M., *Économie Japonaise*. Information, motivations et marchandages, Paris : Économica, 1991.

ARTHUR, B. W., Competing Technologies, Increasing Returns and Lock-in by Historical Events, *The Economics Journal 99*, 1989, 116-131 p.

BIJKER, W., LAW J., ed. Shaping Technology-Building Society, *Studies in Sociotechnical Change*, Cambridge, MIT Press, 1993.

BIJKER, W., THOMAS, E., HUGHES, P., PINCH, T., ed. The Social Construction of Technological Systems *New Directions in the Sociology and History of Technology*, Cambridge, MIT Press, 1987.

BLUME, S. S., Insight and Industry : On the Dynamics of Technological Change in Medicine. *Inside Technology*, ed. W. Bijker, W. B. Carlson, T. Pinch , Cambridge : MIT Press, 1991.

CALLON, M,. LARÉDO, P., RABEHARISOA, V., Des instruments pour la gestion et l'évaluation des programmes technologiques : le cas de l'AFME, ed. Jacques de Bandt et Dominique Foray, Paris : Éditions du CNRS, 1991.

CALLON, M., CURIEN, N., COHENDET, P., EYMARD DUVERNAY, F., FORAY, D., MUSTAR, P., *De la coordination : l'économie politique des réseaux*, Paris : Economica, 1994.

CALLON, M., Réseaux technico-économiques et irréversibilités. dans *Les figures de l'irréversibilité en économie*, ed. Robert Boyer, Bernard Chavanne, et Olivier Godard, Paris : Éditions de l'EHESS, 1991, 195-230 p.

CAMBROSIO, A,. KEATING, P., A Matter of FACS : Constituting Novel Entities in Immunology. *Medical Anthropology Quarterly* 6 4-1992.

COHENDET, P., HÉRAUD, J-A., ZUSCOVITCH, E., Apprentissage technologique, réseaux économiques et appropriabilité des innovations. *Technologie et richesse des nations*, ed. Dominique Foray et Christopher Freeman, Paris : Economica, 63-78, 1992.

COWAN, R., *Tortoises and Hares : Choice among Technologies of Unknown Merit*, Economic Journal, 101 p, 1991.

DASGUPTA, P., DAVID, P., *The New Economics of Science*, Mimeo, 1990.

DAVID, P., *Knowledge, Property and the System Dynamics of Technical Change*, CEPR Discussion Paper, Stanford University, 1992.

DOSI, G., FREEMAN, C., NELSON, R., SIVERBERG, G., SOETE, L., ed. *Technical Change and Economic Theory*. London : Frances Pinter Publishers, 1988.

FAVREAU, O., Irréversibilités et institutions : problèmes micro-macro. *Les figures de l'irréversibilité en économie*, ed. R. Boyer, B. Chavance, O., Godard, Paris : Éditions de l'École des hautes études en sciences sociales, 1991.

FORAY, D., *Les brevets dans la nouvelle économie de l'innovation*, Miméo, 1993.

GAFFARD, J-L., Innovations et changements structurels : revue critique de l'analyse moderne de l'innovation et des changements structurels. *Revue d'Économie Politique*, 325-382 p., 1990.

JOLY, P-B., À quoi serviront les brevets en biotechnologie? Une analyse de la transformation des droits de la propriété intellectuelle, Miméo, 1993.

JOLY, P-B., DUCOS, C., Les artifices du vivant; stratégies d'innovation dans l'industrie des semences, IRA-Economica, Paris : Economica, 1993.

KNORR-CETINA, K., Epistemic Cultures : How Scientists Make Sense. Chicago : Indiana University Press , 1993.

LATOUR, B., La science en action, Paris : La Découverte, 1989.

LAW, J., CALLON, M., Engineering and Sociology in a Military Aircraft Project : A Network Analysis of Technical Change. Social Problems, 284-297 p., 35-1988.

MACKENZIE, D., Invening Accuracy. A Historical Sociology of Nuclear Missile Guidance System. Cambridge Mass : MIT, Press, 1990.

MARCHAND, M., La saga du Minitel, Paris : Larousse, 1988.

MIDLER, C., L'auto qui n'existait pas, Paris : Interéditions, 1993.

MUSTAR, P., La création d'entreprise par les chercheurs. Dynamique d'intégration de la science et du marché, Doctorat de socio-économie de l'innovation, École des Mines de Paris, 1993.

NELSON, R., WINTER, S., *An Evolutionary Theory of Economic Change*. Cambridge Mass : Harvard University Press, 1982.

WATSON, J., *La double hélice*, Paris : Robert Laffont, 1968.

-I-

RESSOURCES HUMAINES ET CRÉATION DE L'INNOVATION

Jean-Marie Toulouse
Directeur
École des Hautes Études Commerciales
Montréal

L'examen de l'innovation est fondamentalement un regard deux questions de base : les acteurs qui innovent et les processus qui mènent à l'innovation. Mais, en fait, pourquoi innover alors que pour s'assurer de survivre les entreprises doivent se préoccuper de leur stabilité : comme tous les systèmes sociaux, la continuité du système passe par la protection des acquis et par le maintien d'un certain ordre, d'une régularité dans le fonctionnement. En même temps, cependant les entreprises font face à la nécessité de modifier ce qu'elles font et comment elles le font sinon elles se font dépasser voire déclasser dans leur propre marché. Cette nécessité de renouvellement et d'innovation se manifeste d'abord dans le fonctionnement interne des entreprises. Comment s'assurer que des nouveaux produits se développent pour répondre aux nouveaux besoins.

Si on regarde la question au niveau de l'économie globale, la première question est de saisir qui sont les acteurs les plus en mesure d'introduire les innovations ; les individus isolés, les nouvelles PME ou les entreprises déjà créées en particulier les grandes entreprises; la deuxième question c'est de comprendre comment ces acteurs arrivent-ils à produire des innovations.

Les innovations et les acteurs

Les chercheurs qui travaillent dans les grands laboratoires sont souvent des acteurs qui introduisent les innovations - l'innovation est alors la dernière phase d'une longue démarche de recherche. Pour passer de la recherche à l'innovation, ce chercheur crée habituellement une PME de type technologique ou scientifique. La décision de créer une PME provient habituellement du fait que le laboratoire n'est pas intéressé à ce

stade du processus de recherche ou n'est pas intéressé à cette innovation particulière. Bref la démarche de création d'une PME se situe aux confins des choix stratégiques d'une entreprise et des choix d'un acteur individuel. C'est dans ce sens que l'individu et la PME ont tendance à se fondre l'un dans l'autre.

Les comportements de la grande entreprise comme acteur de l'innovation ont été examinés soit sous l'angle de la R&D, soit sous l'angle de l'innovation dans les processus et les procédés soit sous l'angle des brevets. peu importe l'angle d'analyse, les recherches montrent la primauté des choix stratégiques qui prennent leur sens uniquement dans la foulée des compétences centrales de l'entreprise: on agit pour développer, planifier ou protéger les compétences centrales de l'entreprise.

Comment se produisent les innovations?
Les processus qui mènent à l'innovation sont beaucoup plus faibles à décrire dans le cas des nouvelles PME technologiques ou scientifiques que dans le cas des grandes entreprises. Pour les PME technologiques, nos études ont démontré que:

1) l'entrepreneur est au coeur du processus. La stratégie est très fortement influencée par l'entrepreneur, sa compréhension, sa vision de la technologie et des possibilités associées à l'innovation.

2) la mise au point de l'innovation est un travail d'équipe de spécialistes : la gestion adéquate des personnes (sélection, recrutement, rémunération, etc.) joue un rôle crucial dans le développement des innovations.

3) la stratégie de mise au point de l'innovation suit une séquence action-réflexion. L'action sert à tester les éléments de la stratégie et les tests permettent d'identifier des nouvelles actions. Ce processus ressemble davantage à un processus d'apprentissage par essai erreur qu'à un processus d'analyse hypothético-déductive dont les contours sont prévus au départ;

4) les résultats de l'innovation apparaissent aux observateurs externes comme très risqués mais l'entrepreneur et les membres de son équipe ont la perception inverse: ils sont très confiants face à la valeur intrinsèque de l'innovation et très confiants face aux retombées économiques.

Dans le cas des grandes entreprises ce qui modifie les processus c'est le rôle de la stratégie: la stratégie guide les choix d'innovations qui seront retenus; la stratégie trace les contours de l'exploitation de l'innovation; la stratégie peut même amener à acheter des innovations développées par des PME (très fréquent dans les secteurs pharmaceutiques), ou acheter des technologies développées par des concurrents (très fréquent pour les innovations dans les processus/procédés.

LE SENS ET LA COHÉRENCE DU FACTEUR HUMAIN DANS L'ORGANISATION INNOVATRICE

Michel Audet
Département des relations industrielles
Université Laval

L'évolution de la société depuis les deux dernières décennies a exercé des pressions importantes sur tous les acteurs sociaux afin de trouver des réponses intelligentes à la fois sur le plan social et sur le plan économique. La reconfiguration des économies nationales et internationales a obligé les pays et les organisations qui y oeuvrent à penser davantage en terme de stratégie et de développer ce qu'il est convenu d'appeler des avantages compétitifs. Afin de survivre dans une nouvelle économie mondiale, plusieurs pays comme le Canada doivent développer un tel avantage mais en s'appuyant principalement sur la différenciation ou l'innovation. La différenciation repose dorénavant sur la capacité à être flexible en terme de coûts, de vitesse de réaction et de personnalisation de la production, la capacité à faire de la qualité et finalement, la capacité à faire constamment des progrès, principalement en termes d'amélioration des processus (que ce soit par le biais des démarches de Qualité totale ou de réingénierie des processus). Plusieurs auteurs parlent même d'un changement de paradigme en ce sens que l'on observe une inversion des forces dans la façon de concevoir et de faire fonctionner nos organisations et nos économies. Coriat (1994) et Aoki (1991) ont d'ailleurs très bien nourri ce débat en développant la thèse du "Ohnisme" par rapport au taylorisme et au fordisme.

Un tel plaidoyer pour l'innovation, à la fois en termes de produit et de processus, dans nos organisations ne peut se faire sans questionner nos pratiques traditionnelles de gestion, et plus particulièrement celles associées à la dimension humaine. Il faut noter cependant que nous connaissons peu de choses sur la dimension humaine et sociale de l'innovation comparativement aux autres déterminants de l'innovation.

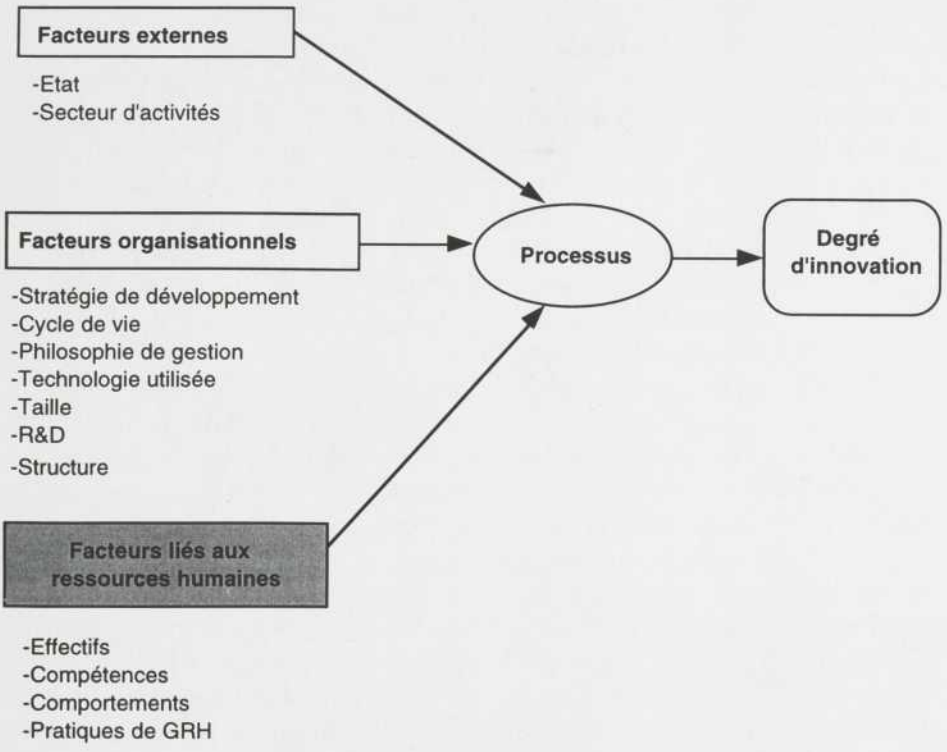
Comme on peut le constater à la lecture de la figure 1, il y a trois catégories de facteurs pouvant expliquer le comportement innovateur ou le degré d'innovation de l'organisation. La première catégorie

regroupe les facteurs externes à l'organisation à savoir l'État et le secteur d'activité (environnement). La deuxième catégorie regroupe les facteurs organisationnels à savoir la stratégie de développement, le cycle de vie, la philosophie de gestion, la technologie utilisée, la taille, la stratégie de R&D et la structure. La troisième catégorie de facteurs est liée aux objectifs ressources humaines i.e. la composition des effectifs en terme de caractéristiques (âge, sexe), de compétences (degré de technicité), de comportements, de même qu'aux pratiques de gestion des ressources humaines (GRH). L'analyse de ces différents déterminants de l'innovation nous permet de conclure que chacun de ces facteurs pris individuellement ne peut expliquer significativement la performance d'une organisation en innovation. En effet les nombreuses recherches effectuées sur un certain nombre de ces facteurs, principalement sur le rôle de l'État, le secteur d'activité (environnement), la stratégie de développement, la taille, la technologie, la R&D, le cycle de vie et certaines caractéristiques de la structure, obligent les théoriciens et les praticiens à se tourner vers d'autres déterminants pour expliquer la performance en innovation. La dimension sociale et humaine de l'organisation est un facteur qui a été très peu analysé en regard de son potentiel d'explication comme déterminant de l'innovation dans l'entreprise, c'est pourquoi nous avons décidé d'explorer cette relation qui existe entre l'innovation et les pratiques de gestion des ressources humaines. Dans les paramètres reliés aux pratiques de gestion des ressources humaines, nous avons identifié plus particulièrement l'organisation du travail, la gestion des carrières, l'évaluation du rendement, la formation, la rémunération, les relations de travail et les relations avec les employés. Ces pratiques sont reconnues dans la littérature comme étant les plus significatives pour l'ensemble des organisations (Guérin et Wils, 1990).

La figure 1 nous permet aussi de constater que la performance en matière d'innovation est une dynamique complexe qui repose davantage sur un processus itératif plutôt que sur un passage linéaire entre recherche, développement, industrialisation, production et commercialisation (Vetz et Zarifian, 1994). L'analyse de la GRH en contexte d'innovation devrait prendre en considération ce processus dynamique au détriment d'une analyse un peu simpliste basée sur la segmentation de la GRH en fonction d'une séquence linéaire et

tayloriste d'un certain nombre d'activités menant à l'innovation, i.e. de la recherche à la commercialisation.

Figure1
Les déterminants de l'innovation



Questions de recherche et méthodologie

L'existence possible d'une configuration commune des pratiques de GRH dans les entreprises innovatrices est au coeur même de la présente recherche. Pour répondre à cette question générale de recherche deux questions spécifiques ont été posées. Premièrement, les entreprises innovatrices ont-elles un corpus de pratiques de GRH que l'on pourrait assimiler à une stratégie RH (ressources humaines) ? Deuxièmement, les pratiques de GRH mises en évidence dans la première question sont-elles exclusives aux entreprises innovatrices ?

Afin de pouvoir répondre à ces questions, une approche qualitative de recherche par études de cas a été préférée à une approche quantitative. Ce choix méthodologique a été guidé par le fait qu'il existe une confusion de la littérature relativement au sujet étudié, ce qui entraîne le besoin de générer de nouvelles visions du phénomène. De plus, le fait de vouloir observer toutes les pratiques de GRH dans l'entreprise, jumelé avec les interactions complexes des nombreuses variables contextuelles qui influencent la GRH en général dans une organisation, nous a conduit naturellement à préférer l'observation, l'analyse documentaire et les entrevues en profondeur comme sources d'information privilégiées. Nous avons alors procédé au choix de cinq entreprises performantes en innovation-produit à partir de la recherche que Roger Miller et Roger Blais ont conduite pour le compte du Sommet québécois de la technologie (Audet, 1992). Le fait de retenir l'innovation produit comme variable dépendante est davantage motivé par une question de faisabilité car les entreprises qui sont tournées vers ce type d'innovation poursuivent traditionnellement ce qu'il est convenu d'appeler une stratégie de différenciation par l'innovation. Une telle stratégie générique peut être observable et identifiable, et elle permet plus facilement d'isoler les organisations qui y souscrivent. Mentionnons également que les cinq entreprises retenues pour leur fort degré d'innovation ont été soumises à une validation auprès d'experts industriels qui ont confirmé notre choix en raison de trois critères à savoir le nombre de nouveaux produits commercialisés au cours des cinq dernières années, la position de leader dans l'industrie pour les nouveaux produits et la règle du 20% du chiffre d'affaires provenant de produits nouveaux sur une période de cinq ans. Ces entreprises opèrent dans le secteur des produits métalliques (Alpha qui compte 805 employés), des produits pharmaceutiques (Pharma qui compte 1088 employés et Médic qui en compte 112) et des services informatiques (Sigma qui compte 2100 employés et Octet qui en compte 186). Seule la compagnie Alpha est syndiquée.

Quant à la variable indépendante à savoir les pratiques de GRH, le tableau 1 fait état des paramètres qui ont fait l'objet d'une analyse particulière.

Tableau 1

Variables relatives aux pratiques de GRH

L'organisation du travail:	-le caractère collectif -le caractère multidisciplinaire (fertilisation croisée) -le contenu->élargissement et enrichissement -le contexte->heures, matériel, argent et bootlegging -le contrôle->surveillance et contrôle culturel -la flexibilité->polyvalence -Interactions->fréquence et formes
La dotation:	-la sécurité d'emploi et stabilité -la mobilité -le marché du travail privilégié (interne-externe) -le processus de dotation -le système de cheminement de carrière -les caractéristiques recherchées (critères)
L'évaluation:	-les critères -la période visée -la formalisation -l'évaluateur
La formation:	-les personnes visées -les objectifs -le contenu -les modes de formation -la responsabilité -la participation des employés
La rémunération:	-les composantes de la rémunération -l'équité interne-externe -la base de la partie fixe de la rémunération -la base de la partie variable de la rémunération -la période visée -la participation
Les relations du travail:	-le climat -la structure de négociation -la prise de décision -la consultation -la pro-action dans la négociation -les conventions collectives -les processus
Les relations avec les employés:	-les mécanismes d'expression -les mécanismes de communication -l'aide individuelle -les mécanismes de plaintes

Le protocole de recherche a suivi les étapes suivantes:

1) Collecte de données; pour chacune des entreprises nous avons eu recours à de multiples sources d'information (entrevues, observations, analyse documentaire, questionnaires) et à de multiples interlocuteurs (gestionnaires d'appartenance fonctionnelle et hiérarchiques diverse) ce qui nous a permis d'assurer la validité des données (triangulation basée sur les données et triangulation méthodologique).

2) Élaboration d'une base de données; une base de données pour chacune des entreprises a été élaborée suite à la transcription des entrevues, à l'analyse documentaire et à l'analyse des observations.

3) Rédaction des cas; à partir de la base de données nous avons rédigé chacun des cas en fonction d'un même modèle conceptuel (tableau 1).

4) Validation des cas; par la suite nous avons fait parvenir un rapport du cas à un représentant de chacune des entreprises. Cette démarche de validation nous a permis de recueillir de nombreux commentaires et critiques (par écrit et par entrevue) qui ont résulté en une réécriture des cas en fonction des précisions apportées.

5) Analyse comparative; un premier niveau d'analyse nous a permis de retenir les éléments reliés aux pratiques les plus significatives dans chacune des organisations. Par la suite, un deuxième niveau nous a permis de comparer les cas afin de faire ressortir les éléments des pratiques de GRH qui sont communs à toutes les entreprises. Finalement, nous avons tenté de trouver des explications aux différences et aux écarts en faisant intervenir un ensemble de variables contextuelles appartenant aux déterminants traditionnels de l'innovation et des stratégies RH (stratégie de développement, cycle de vie, technologie, R&D, taille, philosophie de gestion, présence syndicale, caractéristiques socio-démographiques de la main-d'oeuvre, etc.).

6) Validation des résultats par un questionnaire de contrôle; afin de répondre à la deuxième question de recherche nous avons fait parvenir un questionnaire à toutes les entreprises de l'échantillon et nous avons analysé les différences significatives des pratiques de GRH entre les plus innovatrices et les moins innovatrices sur le plan des produits. Nous

avons comparé ces entreprises à l'aide d'une méthode statistique reliée à la technique des analyses non-paramétriques.

Les limites d'utiliser une telle démarche de recherche reposent principalement sur le fait que le nombre de cas étudiés est petit et qu'il ne permet pas ou peu de généralisations. De plus nous nous sommes restreints à observer la présence de certaines pratiques à partir de la perception des dirigeants, mais pas leur efficacité, ce qui est très différent.

Présentation des résultats

Préalablement à la première question de recherche, nous avons pu constater que dans l'ensemble, la structure organisationnelle de ces entreprises supporte les prescriptions théoriques que l'on retrouve dans la littérature (décentralisation, complexité des rapports, intégration, formalisation, fugacité, flexibilité).

Sur le plan de la gestion des ressources humaines, les pratiques-clés observées sont l'organisation du travail, la gestion des carrières (dotation), la formation et les volets "communication" et "expression" dans les relations avec les employés.

L'organisation du travail est caractérisée par une configuration assez homogène. En effet les cinq entreprises organisent le travail pour favoriser la présence de nombreuses équipes de travail opérant dans une perspective de fertilisation croisée et à l'intérieur desquelles les postes sont conçus de façon élargie et enrichie. De plus, le travail est organisé pour faire en sorte que le contrôle managérial exercé sur les employés repose davantage sur des cultures professionnelle et organisationnelle très pénétrantes. Enfin les interactions à l'intérieur du travail sont très nombreuses et sont à la fois d'ordre formel et d'ordre informel. Les pratiques d'organisation du travail qui ne sont pas convergentes ou qui ne respectent pas la littérature sont reliées à la polyvalence (qui est moins importante que prévue) et au contexte du travail (absence de "bootlegging"[1] et horaires plutôt rigides).

1- Le "bootlegging" réfère à la possibilité qu'a un employé d'utiliser une partie de son temps de travail et le matériel de l'organisation à des fins personnelles reliés de près ou de loin à son travail, ou sur des projets non prévus par la direction.

La gestion des carrières est également une pratique de gestion des ressources humaines qui est caractérisée par une configuration relativement homogène. En effet toutes les entreprises étudiées pratiquent la stabilisation de l'emploi en ce sens que la sécurité d'emploi est importante et les groupes de travail sont stables quelle que soit la durée de leur mandat. Parallèlement à cette stabilité des groupes, on observe par contre que les employés de ces entreprises sont relativement mobiles et cette main d'oeuvre est un juste mélange d'employés provenant du marché externe et du marché interne du travail. Les caractéristiques recherchées chez les nouveaux employés de ces cinq organisations sont la compétence technique, la capacité de travailler en équipe, le potentiel à se développer et le sens de l'innovation. Chaque organisation élabore en plus un profil organisationnel en fonction de la nature de ses affaires, de sa philosophie de gestion et de la catégorie de personnel visée. Les profils de chaque poste de travail se greffent par la suite sur le profil organisationnel. Les entreprises innovatrices étudiées sont également caractérisées par des doubles filières promotionnelles, i.e. des systèmes de progression de carrière permettant principalement aux professionnels de continuer à progresser sur le plan technique et scientifique ainsi que des systèmes plus traditionnels leur permettant également (au choix) de progresser sur le plan hiérarchique.

La formation (le développement) des ressources humaines est une autre pratique qui s'est avérée névralgique pour les organisations performantes en innovation produit. Les employés-clés[1] bénéficient de très forts investissements en énergie et en argent. Les objectifs poursuivis par ces efforts de formation sont associés à la fois à l'amélioration de la performance, au développement continu du potentiel en vertu des plans de carrière, ainsi qu'aux contextes stratégique et culturel de l'entreprise. Nous avons aussi observé un contenu de formation fortement axé sur les volets techniques par rapport aux volets humains (sauf pour les cadres) de même que des modes de formation qui sont intégrés au travail ("on the job"). En ce sens

---

1- Les employés-clé sont les employés qui sont associés à l'innovation dans ces organisations i.e. les conseillers en informatique chez Sigma et Octet, les chercheurs chez Pharma et Médic, et les ingénieurs de même que les employés de production chez Alpha.

l'organisation du travail est souvent conçu de façon à y intégrer l'apprentissage sur une base permanente et continue. Finalement la responsabilité de la formation est interne à l'entreprise et les employés participent à la fois à l'identification de leurs besoins de formation et des sources de formation.

En matière de rémunération, la seule pratique commune observée dans les cinq entreprises fait référence à la présence de systèmes de rémunération basés sur la reconnaissance des compétences visant à supporter les pratiques d'organisation du travail et surtout les pratiques de formation. Quant à l'évaluation du rendement, la pratique qui a retenu notre attention est le recours à au moins deux évaluateurs pour apprécier la performance des employés. Cela s'explique par la nature même du travail qui s'effectue dans un contexte de gestion de projets et de structure matricielle.

La dernière pratique-clé en matière de gestion des ressources humaines est la communication, pratique associée aux relations avec les employés. Dans les cinq entreprises étudiées, les membres de la direction sont très présents sur les lieux de travail. Ils procèdent à des tournées régulières et tiennent des rencontres collectives afin de transmettre de l'information sur l'évolution de l'organisation et les projets relatifs aux marchés, aux produits, aux pratiques de GRH, aux changements technologiques, etc. Lors de ces multiples rencontres les employés sont appelés à poser des questions sur tout sujet les préoccupant. Une telle pratique sert de complément à d'autres mécanismes plus formels d'expression des employés.

Une dernière observation générale concernant la première question de recherche met en évidence le rôle fondamental mais effacé des directions de ressources humaines dans les quatre entreprises où on pouvait observer leur existence. Ces entreprises sont caractérisées par des gestionnaires de première ligne qui ont beaucoup de pouvoir en matière de GRH et par des professionnels en ressources humaines qui pratiquent une approche "client" tout en développant des attitudes et des habiletés de généralistes et de "conseil".

En réponse à la deuxième question spécifique de recherche, il nous est apparu qu'il existe une différence significative entre les entreprises

innovatrices et les non-innovatrices, principalement sur le plan de la structure, de l'organisation du travail et de la gestion des carrières. Plus spécifiquement on observe des différences quant à l'intégration et la complexité de la structure, le caractère collectif de l'organisation du travail, le contrôle culturel, le profil des employés, le nombre d'évaluateurs, et la responsabilité interne en matière de formation.

Analyse et interprétation

La première constatation est à l'effet qu'effectivement il y a une configuration relativement commune de la GRH dans les entreprises innovatrices sur le plan des produits. Cette configuration est caractérisée par certains paramètres structurels et par des pratiques d'organisation du travail, de gestion des carrières, de formation et de relations avec les employés. Ces entreprises se distinguent plus particulièrement des autres quant à l'organisation du travail et la gestion des carrières. Quant aux autres pratiques il semblerait qu'elles s'appliquent à toute entreprise préoccupée par la place névralgique que prennent les ressources humaines dans le succès organisationnel, quelle que soit la stratégie poursuivie. On parle alors du modèle renouvelé de la gestion des ressources humaines, sans égard à l'innovation. Bien que caractérisée par une architecture qui semble commune, une telle stratégie RH (configuration en contexte d'innovation-produit), par contre, prend des couleurs différentes principalement en fonction du type d'industrie auquel l'entreprise appartient, de sa taille, de sa technologie et de sa philosophie de gestion. Cette application de la théorie de la contingence remet donc quelque peu en question les prescriptions théoriques de la littérature voulant qu'il y ait une seule façon spécifique de gérer les ressources humaines dans les entreprises innovatrices.

Le deuxième constat qui se dégage de nos observations tourne autour du concept d'organisation apprenante (Senge, 1990; Stata, 1989; Ulrich, Jick et Von Glinow, 1993; McGill, Slocum et Lei, 1992) ou de l'organisation comme cadre d'apprentissage perpétuel ("learning organization"). Le défi de ces entreprises qui innovent est d'exercer de façon continue le leadership quant au "métier" qu'elles pratiquent. Afin que Sigma et Octet soient les chefs de file dans certains services informatiques, que Alpha maintienne sa position de leader dans son marché ou que Pharma et Médic demeurent les maîtres dans la découverte de nouveaux

médicaments, ces entreprises doivent relever le défi du développement des compétences et, sans répit, devenir toujours meilleures dans leur "métier", i.e. dans ce qui les différencie des autres. Pour mener la bataille du développement des compétences, les organisations innovatrices profitent de toutes les opportunités afin que la formation devienne intégrée à la vie quotidienne. Chaque employé devient meilleur à tous les jours car le travail en lui-même est "formation" si on tire des leçons positives de ce qui est accompli et de la façon de mieux faire la prochaine fois. Cette expérience est partagée en équipe et dans de multiples réseaux de personnes (à l'intérieur et à l'extérieur de l'entreprise) faisant en sorte que l'organisation dans sa globalité devient un contexte d'apprentissage. Une telle conception de l'organisation réfère à l'apprentissage en boucle double par opposition à l'apprentissage en boucle simple, concepts qui ont été popularisés par Argyris (1993)[1]. Cette approche pourrait s'apparenter à ce que les japonais appelle le principe du "kaisen" i.e. le principe d'amélioration continue ou de progrès. Cependant, l'organisation apprenante va plus loin que ce simple principe d'amélioration continue. On remarque donc que les savoirs sont partagées dans un contexte organisationnel (en réseaux) fluide, flexible et souple contrairement à beaucoup d'entreprises où les connaissances sont sources de pouvoir et servent plus à des fins personnelles d'amélioration de sa condition qu'à des fins d'amélioration du métier de l'entreprise. Une autre preuve que le développement des compétences est au coeur du succès des entreprises innovatrices est l'importance accordée à la notion de carrière dans ces entreprises. En effet on recherche surtout des gens qui ont du potentiel à développer, on dirige les activités de formation vers le développement continu des compétences, on supporte cet objectif de formation par des programmes de gestion de la carrière (double filières promotionnelles) permettant aux meilleurs de la profession de s'actualiser et d'atteindre les plus hauts sommets en terme de reconnaissance professionnelle et organisationnelle, et finalement on développe des structures de rémunération permettant davantage le développement des

---

1- Argyris (1993) distingue l'apprentissage qui provient de la découverte d'erreurs et de la correction de celles-ci par un changement de comportement dans un ensemble de normes de fonctionnement donné (boucle simple), de l'apprentissage émanant de la remise en cause de la pertinence de ces normes de fonctionnement (boucle double).

connaissances plutôt que l'accumulation de l'ancienneté dans un même poste.

Un troisième constat qui se dégage de nos observations est le fait que la configuration de la structure et de la GRH de même que le concept de l'organisation apprenante ne s'appliquent qu'aux employés-clés i.e. aux employés qui sont au coeur du métier de l'organisation[1]. Chez Alpha, la technologie utilisée et la philosophie de gestion font en sorte que les employés-clés sont toutes les personnes qui travaillent à la conception et à l'assemblage des véhicules (employés d'opérations, techniciens et ingénieurs). Chez Sigma et Octet, les employés-clés sont toutes les personnes qui travaillent au développement ou à l'implantation des solutions informatiques i.e. aux conseillers. Enfin chez Pharma et Médic, le personnel-clé est associé principalement aux chercheurs et aux scientifiques qui travaillent dans les laboratoires et les centres de recherche. Ainsi ce personnel-clé fait l'objet d'une attention toute particulière et les paramètres structurels de même que les pratiques de GRH névralgiques sont élaborés en fonction de ces personnes qui sont associées de près au métier de l'entreprise. Les autres employés (les employés de bureau et certains cols bleus) sont loin de bénéficier d'autant d'attention et sont souvent exclus du champ des pratiques de GRH appartenant au modèle d'innovation qui est caractérisé entre autres par les efforts de sélection, l'organisation du travail permettant l'accomplissement personnelle, le développement continu dans une perspective de carrière, etc. Les entreprises innovatrices font donc de la GRH à deux vitesses i.e. que l'on crée deux catégories d'employés distinctes dans ces organisations. Une première qui est considérée comme l'avantage compétitif de l'entreprise, et une deuxième, moins bien nantie et plus précaire, qu'on peut facilement remplacer et qui est périphérique par rapport à l'autre.

1- Dans le cas où les employés-clés sont des scientifiques, par exemple, la structure et les pratiques de GRH seront davantage différenciées allant même jusqu'à parler de "groupes protégés" ("skunks"). Dans les cas où les employés-clés sont des conseillers en informatique ou encore des ingénieurs, des techniciens ou des opérateurs, alors l'innovation est une responsabilité plus partagée faisant en sorte que la configuration observée des pratiques de GRH est plus étendue dans l'entreprise.

Un quatrième constat réfère au type de contrôle managérial qui est exercé dans ces entreprises, principalement sur le plan de l'organisation du travail. A la lumière de l'analyse des cas et du questionnaire de contrôle, on peut effectivement conclure que les employés-clés appartenant aux organisations innovatrices sont soumis à un contrôle collectif (pression par les pairs) par le biais de l'adhésion à des valeurs privilégiées dans chacune de ces entreprises et à des valeurs qui caractérisent leur profession respective. On assiste donc à une superposition des principes de la bureaucratie professionnelle et de l'adhocratie pour reprendre les propos de Mintzberg (1982). L'identification à des valeurs gravitant autour de l'innovation, à un projet d'entreprise et aux règles de l'art de son métier ou de sa profession sont à la fois des éléments de motivation et de contrôle qui font en sorte que les entreprises fonctionnent de façon efficace même si les employés sont très autonomes et oeuvrent en contexte de forte décentralisation et de faible supervision.

Finalement, une cinquième et dernière idée maîtresse repose sur le fait que les entreprises innovatrices semblent accorder beaucoup plus d'importance au volet économique de la stratégie de GRH, qu'au volet social. Dans les entreprises étudiées, on observe qu'il y a très peu d'emphase mis sur le volet humain dans le contenu des programmes de formation (sauf pour les cadres). Sur le plan des relations avec les employés il y a absence d'aide individuelle (par le biais de programmes d'aide organisés) et de mécanismes de plaintes assurant le respect des droits des employés. Ces arguments nous portent donc à penser qu'effectivement nous sommes en présence d'entreprises qui sont caractérisées davantage par l'alignement des pratiques sur les objectifs économiques de la GRH par rapport aux objectifs sociaux. Il est décevant de constater que bien que les ressources humaines soient un déterminant du succès organisationnel pour des entreprises qui favorisent le pouvoir de la matière grise, ce n'est que trop souvent pour des raisons purement économiques (coûts de main-d'oeuvre, qualification, disponibilité, flexibilité, mobilité). Il n'est pas aussi naturel de poursuivre des stratégies de GRH en fonction des aspirations des employés et du respect de leurs droits (Wils, Labelle, Guérin et Le Louarn, 1989).

Questionnement

Les conclusions que l'on peut tirer de cette recherche soulèvent un certain nombre de questions qui gagneraient à être approfondies. Premièrement, il serait opportun de pouvoir conduire des recherches nous permettant de généraliser les constats que nous avons exposés plus haut. Deuxièmement, dans la présente recherche nous avons volontairement restreint notre définition au concept d'innovation-produit, et ce pour des fins de faisabilité. Comme le démontrent les diverses typologies d'innovation ou de configurations stratégiques d'innovation (Miller et Blais, 1988), de nombreuses organisations peuvent innover autrement que sur le strict plan de l'innovation-produit. Il serait alors intéressant d'observer les stratégies de GRH en regard des diverses formes de configurations stratégiques d'innovation. Troisièmement, le protocole qui a été choisi dans cette recherche permet de soulever la notion d'efficacité des pratiques de GRH en fonction de la perception que les principaux acteurs de l'organisation en ont. Bien que la cueillette des données dans les cinq entreprises se soit déroulée en croisant des sources d'information diverses, nous nous en sommes tenus à la perception d'interlocuteurs qui appartiennent à la catégorie des cadres. Nous avons donc la vision des décideurs provenant des opérations, du marketing, de l'administration, de la R&D et, bien sûr, des ressources humaines. Cependant il serait opportun de conduire des recherches futures en confrontant ces perceptions de l'efficacité des pratiques de GRH avec celles d'interlocuteurs comme des gestionnaires de première ligne, des employés et des syndicats. Il n'est pas dit que la stratégie RH et ses objectifs soient partagés par tous les acteurs qui font l'innovation.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

AOKI, M., *Économie japonaise,* Paris, Economica. 1991.

ARGYRIS, C., *Knowledge for Action: A Guide to Overcoming Barriers to Organizational Change,* San Francisco, Jossey Bass Publishers. 1993.

AUDET, M., *Paramètres structurels et pratiques de GRH dans les entreprises innovatrices au Québec,* Thèse de doctorat, École des relations industrielles de l'Université de Montréal, 1992, 589 pp.

CORIAT, B., Division du travail, relations professionnelles et implication du personnel, dans *La représentation; miroir ou mirage de la démocratie au travail,* Audet M. et al. (éds), Québec, PUL, 1994, p. 179-198,

GUÉRIN, G., WILS, T., L'harmonisation des pratiques de gestion des ressources humaines au contexte stratégique: une synthèse, dans R. Blouin (éd), *Vingt-cinq ans de pratique en relations industrielles au Québec,* Cowansville, Les éditions Y. Blais, 1990, pp. 669-715.

MCGILL, M., SLOCUM, J-W., LEI, D., Management Practices in Learning Organization, *Organizational Dynamics,* Summer, 1992, pp. 5-17.

MILLER, R., BLAIS, R., *Configurations stratégiques de l'innovation dans les entreprises: Le cas de six industries au Québec,* Montréal, Sommet québécois de la technologie, Gouvernement du Québec. 1988.

MINTZBERG, H., *Structure et dynamique des organisations,* Paris, Les éditions d'organisation. 1982.

SENGE, P., *The Fifth Discipline: The Art and Practice of the Learning Organization,* New York, Doubleday. 1990.

STATA, R., Organizational Learning: The Key to Management Innovation, *Sloan Management Review,* Vol. 30, No. 3, 1989, pp. 63-74.

ULRICH, D., JICK, T., VON GLINOW, M.A., High Impact Learning: Building and Diffusing Learning Capability, *Organizational Dynamics, Autumn,* 1993, pp. 52-66.

VETZ, P., ZARIFIAN, P., De la productivité des ressources à la productivité de l'organisation, *Revue française de gestion,* Janvier, Février, 1994, pp. 59-66.

WILS, T., LABELLE, C., GUÉRIN, G., LE LOUARN, J-Y., La gestion stratégique des ressources humaines: un reniement du rôle social de l'entreprise?, *Relations industrielles*, Vol. 44, No. 2, 1989, pp. 354-373.

LE RÔLE DES CATÉGORIES PROFESSIONNELLES DANS LE PROCESSUS DE DIFFUSION DE L'INNOVATION TECHNOLOGIQUE : UNE ANALYSE SOCIÉTALE DU MARCHÉ INTERNE DU TRAVAIL

Lysette Boucher
Département des sciences administratives
Université du Québec à Hull

L'économie de l'innovation connaît un essor considérable depuis quelques années, et pour cause. Dès le début, on s'attaque à la technologie et à la manière dont se construit l'innovation au sein des activités économiques. A cette étape, l'enjeu est de taille, car en marge du courant dominant, des travaux élaborés dans de nouvelles approches analytiques tentent d'imposer l'idée que la technologie n'est pas un facteur exogène à la dynamique économique de la firme mais à l'inverse un facteur incorporé au processus de production. (R. Nelson et N. Winter; 1981, G. Dosi; 1982, D. Sahal; 1981, C. Freeman; 1982). Actuellement, on présente une conception plus radicale de l'innovation en définissant non plus l'innovation en vertu de ses catégories mais en faisant de l'innovation une activité qui génère «un processus de création de ressources spécifiques (notamment les ressources humaines) (Gaffard, 1990 ; 339).

Cette reconsidération du phénomène de l'innovation fait en sorte que la firme définie comme un lieu neutre selon l'approche traditionnelle s'estompe, la firme devient une organisation qui «existe pour elle-même en tant que lieu efficace d'apprentissage et de coopération» (Gaffard 1990 ; 338) dans laquelle le facteur du travail se transforme en ressources spécifiques[1]. On se rapproche alors de la notion de marché interne du travail définie par Piore et Doeringer (1971). A titre d'économiste du

1- Ressources spécifiques : «les marchés internes sont engendrés par la spécificité des compétences, la spécificité des emplois définis, la spécificité de la technologie incarnée dans ces emplois. Dans un contexte de création de technologie, ils concernent les ressources humaines, non plus génériques, mais spécifiques donc soumises à un processus d'apprentissage dans et par la production et de ce fait difficilement transférables» (Gaffard 1990 ; 398)

travail, ce récent développement sur le processus de l'innovation technologique nous invite à explorer la problématique de la réalisation du processus d'apprentissage et de coopération au sein des organisations industrielles à travers le fonctionnement des marchés internes de travail.

A ce sujet de récents travaux en économie et en sociologie du travail montrent que les marchés internes de travail ne fonctionnent pas de manière homogène ; ce qui les distinguerait les uns des autres serait expliqué en vertu «des caractères de la gestion sociale des ressources humaines, du système de production des qualifications» (Maurice, Silvestre, Sellier, 1982 ; 13). Cela voudrait alors dire que pour une étude portant sur le processus d'apprentissage et de coopération, il serait pertinent de tenir compte du caractère spécifique des marchés internes de travail en regard de la gestion sociale (coopération) et du système de production des qualifications (apprentissage) dans les organisations industrielles.

De plus, en regard de ces récents développements en économie de l'innovation, en sociologie et en économie du travail, une autre question apparaît. Elle touche plus précisément la manière dont les organisations industrielles utilisent leur processus d'innovation technologique comme un atout concurrentiel dans leurs secteurs d'activités réciproques. Pour en arriver justement à distinguer les différentes stratégies possibles des organisations industrielles, nous retenons l'idée que l'étude du rôle des ressources humaines dans les processus d'innovation technologique à travers le fonctionnement du marché interne du travail apporterait une contribution substantielle dans la mesure où cette démarche analytique vise à comprendre «la conceptualisation du champ d'action et de socialisation au sein duquel ces stratégies trouvent leur impulsion et fondent leur légitimité» (Maurice, Sellier, Silvestre, 1982 ; 368). Une analyse de ce type nous permettrait de mettre en relief une résultante des processus d'apprentissage et de coopération dans un processus d'innovation soit les caractéristiques de la capacité stratégique en matière d'innovation technologique d'une organisation industrielle dans une structure de marché donnée.

Cet article vise donc deux objectifs : d'une part comparer les formes organisationnelles des entreprises pour illustrer empiriquement la portée explicative du rôle des catégories professionnelles via les acteurs dans les processus d'innovation technologique et d'autre part, dans une analyse conceptuelle, rechercher comment en vertu de formes organisationnelles différentes, une entreprise façonne son environnement lorsqu'elle est « un lieu d'actions stratégiques » (Gaffard 1990 ; 445).

Analyse conceptuelle et terrain d'enquête

Nous décrivons un processus d'innovation comme *une démarche séquentielle* évoluant éventuellement de façon linéaire ou autrement dans trois phases d'activités : la phase de recherche fondamentale, la phase de recherche appliquée et enfin aboutissant à la production ou l'utilisation de l'objet technique. Généralement, au niveau des structures organisationnelles, les entreprises industrielles incorporent la recherche fondamentale et appliquée dans des unités de Recherche et de Développement alors que la production ou l'utilisation de l'objet technique est associée à une unité réceptrice, soit une unité de production.

Cela étant, nous nous sommes donc intéressés au point de rencontre de deux marchés internes du travail, soit l'interaction entre deux processus d'apprentissage en vue de construire un processus de coopération interne au sein d'une même organisation que nous appellerons *espace de diffusion*[1]. L'objectif principal de cette interaction vise le passage d'un

---

1- Espace de diffusion : la notion d'espace est empruntée aux analyses du LEST portant sur la mobilité des acteurs au sein des organisations «cet espace est lui-même défini par les éléments qui la constituent et par les occasions de placement et de déplacement qu'il offre aux individus qui l'occupent. Cette notion attire notre attention sur l'importance des mobilités des travailleurs qui à la fois traversent ces espaces et les construisent» Pour définir la mobilité, les chercheurs du LEST expriment l'espace en référence aux marchés internes du travail en vertu de ressources spécifiques mais dans un contexte spécifique «la mobilité est ce qu'est l'espace ou le système dans lequel elle se déroule. Les formes de socialisation sont à la fois spécifiques car intériorisées aux structures dans lesquelles se construisent des rapports sociaux où dominent la coutume, la réglementation ou certains types d'apprentissages spécifiques et généraux car extériorisés dans la construction d'acteurs sociaux, dans l'existence collective qui

nouvel objet technique d'une unité de Recherche et de Développement vers une unité de production. Dans les paragraphes qui suivent, nous présentons d'abord les principales composantes de l'étude de terrain et ensuite le schéma analytique ayant servi à rendre compte du rôle des ressources humaines dans l'espace de diffusion.

Dans un premier temps, la description porte sur la branche industrielle étudiée et sur certaines caractéristiques des entreprises choisies pour l'enquête. Dans un deuxième temps, il est question des caractéristiques de l'objet technique, un nouveau procédé de production.

La branche industrielle: les fabricants de lingots d'aluminium
La production d'aluminium apparaît du côté occidental à titre d'activité industrielle en 1859. À ses débuts, cette industrie se développe en France, seul pays producteur de 1859 à 1900. Au début du vingtième siècle, les États-Unis prennent une part importante de la production. En 1937, ils produisent 30% de la production mondiale, et 50% en 1950. En 1970, le Canada contrôle 12% de la production. De nouvelles concentrations d'usines d'aluminium apparaissent à la fin de la deuxième Guerre mondiale dans de nouveaux pays tels que l'Australie, le Brésil et le Venezuela. Avant la fin des années soixante-dix, six grands fabricants soit ALCOA (États-Unis) ALCAN (Canada) PÉCHINEY (France) ALUSUISSE (Suisse) KAISER (États-Unis) et REYNOLDS (États-Unis) contrôlaient plus de 85% de la production totale alors qu'actuellement ces six grands fabricants réalisent 50% de la production occidentale de lingots[1]. Pour l'autre 50% de la production actuelle, elle est réalisée par des producteurs qui se distinguent principalement des producteurs

---

s'affirme bien au-delà des limites des entreprises particulières dont ils sont issus» (Maurice, Silvestre, Sellier, 1982).

1- Pour l'année 1987, la fabrication de l'aluminium se répartissait dans 32 pays comptabilisant 78 fabricants pour 120 usines (ceci excluait la Chine et la Corée du nord, l'ex bloc soviétique et les pays de l'Europe de l'est) Sur les 120 usines répertoriées, 71 usines appartenaient en totalité (38 usines) ou en partie (28 usines) à ces entreprises. L'autre moitié de la production totale appartient à des investisseurs privés ou publics (gouvernements) et à des producteurs indépendants qui sont propriétaires à 100% de leurs usines (pour 1987, nous avons répertorié 28 usines).

traditionnels dans la manière de gérer leurs coûts de production. Les nouveaux producteurs exploitent uniquement des usines d'électrolyse alors que les producteurs traditionnels avaient procédé dès leur instauration sur le marché à l'intégration verticale de leurs activités de production. Quand on sait l'importance des coûts d'une structure non intégrée (Takeucki et all, 1977.), on est tenté de se demander pourquoi des investisseurs ont été incités à entrer sur ce marché oligopolistique. Une première réponse nous est donnée par une hausse de la demande de lingots à cette époque. Or cela n'est pas suffisant, en fait, les investisseurs sont aussi entrés sur le marché des producteurs parce qu'ils pouvaient disposer d'une nouvelle technologie d'électrolyse vendue sous la forme d'une usine clé en main. Entre 1980 et 1990, on a vu apparaître sur le marché un nouveau procédé de production en électrolyse qui permettait un accroissement de la production à des coûts fixes moins élevés. Et fait intéressant les principaux vendeurs de ces usines clés en main sont des divisions de R&D de quatre des six grands fabricants traditionnels.

Tableau 1
Diffusion des usines avec des cuves à haute intensité
1981-89

Divisions R&D	Marché externe Cuves à haute intensité
Alcoa	6
Kaiser	4
Pechiney	10
Reynolds	3

Source : Données compilées à l'aide des monographies des fabricants d'aluminium répertoriés selon
Primary Aluminium Smelters and Producers of the World.

À la lecture du tableau 1, on constate que les principaux vendeurs de technologie au cours de la dernière décennie sont les fabricants Alcoa et Péchiney. Ce dernier est pour l'instant le premier vendeur de technologie dans la branche industrielle de l'aluminium. AluSuisse, Kaiser, Reynolds continuent d'adopter la nouvelle technologie d'électrolyse de leurs unités de Recherche et de Développement et la diffusent uniquement dans les nouvelles usines dont ils sont en partie propriétaires. En

revanche, un seul grand fabricant, Alcan, ne suit pas cette orientation. Depuis 1980, Alcan achète sa technologie d'électrolyse à l'externe pour toutes ses nouvelles usines.

Caractéristiques de l'objet technique : la cuve électrolytique
La recherche sur la cuve électrolytique se situe à deux niveaux. D'une part pour un fonctionnement des activités de production, elle continue de proposer des améliorations aux séries de cuves industrielles déjà installées et d'autre part, elle s'intéresse *à la conception de nouvelles générations de cuves qui apportent des solutions permettant des économies soit d'énergie ou soit des ressources nécessaires à la production de l'aluminium.*

La montée rapide des prix des ressources énergétiques au cours des années soixante-dix incite les six laboratoires de R&D des grands fabricants à concevoir des prototypes de cuves à haute intensité de courant. Par exemple, aux États-Unis, le fabricant Alcoa absorbait près de 2% de la consommation d'énergie totale annuellement. Ce fabricant se devait de trouver des moyens de réduire sa consommation d'énergie, principal coût d'opération dans le procédé d'électrolyse de l'aluminium. La génération de cuve d'électrolyse à haute intensité de courant offre cet avantage, elle produit au niveau industriel deux fois plus d'aluminium, pour une consommation comparable, que les cuves à moindre intensité de courant. La rupture dans la trajectoire de la technologie de l'électrolyse se fait dans un calcul portant sur une augmentation de l'ampérage à un certain niveau. A ce niveau, la forme des cuves doit changer et toutes les composantes se trouvent modifiées. On modélise l'usine clé en main en vertu de ce nouveau système technique électrolytique. En 1992, le fabricant Péchiney mettait pour la première fois en opération une usine avec une série de cuves à 300,000 k.a. (la technologie d'électrolyse à haute intensité de courant démarre à partir du moment où le nombre de kilo-ampères est supérieur à 100,000).

Tableau 2

Les prototypes des cuves à haute intensité des divisions R&D des grands fabricants 1981-89

Laboratoire de recherche	Prototype de cuve à haute intensité
Alcan	- Cuve Apex 275,000 ka
Alcoa	- Cuve P155 (180,000 ka) - Cuve P225 (230,000 ka) - Cuve A697 (180,000). - Cuve A716 (280,000 ka) - Cuve 450 (450,000 ka)
AluSuisse	- Cuve 140 000 ka - Cuve 150,000 ka
Kaiser	- Cuve 155,000 ka - Cuve 188,000-205,000 ka
Péchiney	- Cuve 130,000 ka - Cuve 180,000 ka - Cuve 280,000 ka - Cuve 300,000 ka
Reynolds	- Cuve 150,000 ka.

Source : Données compilées à l'aide des monographies des fabricants d'aluminium répertoriés selon
Primary Aluminium Smelters and Producers of the World.

Méthode d'analyse

A première vue, cette brève présentation nous fournit du côté des fabricants deux indications majeures quant à la manière de diffuser et d'adopter un nouveau procédé d'électrolyse. D'abord, deux grands fabricants, Alcoa et Péchiney se distinguent *en matière de diffusion* au niveau de la technologie d'électrolyse. Ces derniers vendent à l'externe des usines clés en main à des producteurs indépendants alors que Reynolds et Kaiser diffusent leurs technologies dans leurs propres usines (propriétaire à 100%, ou en partenariat financier). Ainsi deux fabricants traditionnels, parmi les six, exercent de nouvelles activités de vente de technologie. Ceci a pour effet d'attirer de nouveaux producteurs dans une structure reconnue comme étant oligopolistique. Sur ce point, on peut donc se demander quels sont les intérêts économiques qui poussent

ces deux entreprises à rendre ce marché plus concurrentiel alors qu'elles dominent déjà le marché?

De plus, on remarque qu'une grande entreprise traditionnelle, Alcan, se distingue aussi des autres producteurs traditionnels *en matière d'adoption* de technologie d'électrolyse. Elle n'adopte pas à titre de fabricant les nouveaux procédés d'électrolyse de son laboratoire de recherche alors que celui-ci au même titre que les autres laboratoires des grands fabricants conçoit et développe un prototype de cuve à haute intensité.

En interrogeant l'espace de diffusion, nous avons voulu répondre aux questions suivantes : qu'est-il arrivé au niveau stratégique chez Alcan pour que cette entreprise adopte une technologie externe? et quelles sont les conditions qui apparaissent dans un espace de diffusion pour qu'une organisation industrielle telle que Péchiney se décide de diffuser à l'externe sa technologie compte tenu de cette structure de marché ?

Pour répondre à ces interrogations, nous retenons alors pour une étude empirique sur l'espace de diffusion évidemment Alcan et Péchiney. Cela étant dit, nous allons nous servir de l'analyse comparée pour rendre compte des caractéristiques spécifiques à l'espace de diffusion de ces deux fabricants d'aluminium. Sur ce point, nous soulignons que le dénominateur commun à cette analyse comparative est l'existence d'un projet technologique commun: un prototype de cuve à haute intensité. En effet, Alcan et Péchiney ont des prototypes de cuves à haute intensité de courant relativement comparables (réf.: tableau 2). Ce qui distingue ces deux entreprises est contenu dans le résultat de l'adoption ou de la diffusion de la technologie d'électrolyse. Chez Péchiney, la cuve en provenance du laboratoire de recherche est diffusée et adoptée par l'unité de production alors que, chez Alcan, le même projet technologique est refusé par l'unité de production.

Pour bien distinguer ces entreprises, nous avons utilisé une approche comparative internationale en faisant appel au cadre d'analyse de l'approche sociétale[1] qui propose une étude du fonctionnement des

1- L'approche sociétale: dans le cadre des travaux du LEST, cette approche s'est construite lors d'études comparées entre les pays industriels capitalistes, portant

marchés internes de travail selon trois variables soit «la construction des qualifications et orientations des mobilités éducatives et professionnelles (rapport éducatif ou rapport professionnel), (la) construction des relations de pouvoir et de coopération (rapport organisationnel) et (la) construction des formes de régulation de conflits (rapport industriel)» (Maurice, Sellier, Silvestre, 1982 ; 12) expliquant le caractère spécifique des marchés internes de travail. En revanche, nous avions à tenir compte dans cette analyse comparée d'un autre phénomène, celui de la nationalité des fabricants Alcan et Péchiney. A ce titre, nous nous sommes référés à un cadre d'analyse portant sur une construction empirique des différences entre les traditions nationales vues à travers des usines d'électrolyse (d'Iribarne 1989).

Quant à l'idée de faire appel aux travaux de Philippe d'Iribarne (*La logique de l'honneur*), nous aimerions puisqu'il y a une controverse entre l'approche culturelle et l'approche sociétale[1], expliciter les raisons qui nous incitent à tenir compte des résultats de recherche de Philippe d'Iribarne pour une étude portant sur l'espace de diffusion chez les fabricants d'aluminium tout en sachant que les principales variables à l'étude se réfèrent au cadre de l'analyse sociétale.

Quand nous avons retenu l'idée que l'étude du processus d'innovation traitait de la **manière d'être**, soit de la manière dont les acteurs à travers

---

sur les marchés internes de travail dans les organisations industrielles. «Les rapports sociaux existant dans une société donnée peuvent être considérés aussi bien comme des ressources que comme des contraintes pour son propre développement ; les différences observées d'un pays à l'autre dans les formes de division du travail associées à des technologies comparables ne font que manifester comment chaque société utilise celle-ci compte tenu des ressources que constitue son propre système de rapports sociaux». Elle nous montre comment les structures collectives, entreprise, système éducatif, organisations professionnelles occupent une place importante et que celles-ci bien qu'analysées dans leurs spécificités, peuvent être dans leurs relations mutuelles conçues comme productrices de généralités.

1- Voir *Revue Française de Sociologie*, numéros XXX11, 1991 et XXX111, 1992. Débat entre Philippe d'Iribarne s'inscrivant de l'approche culturelle, qui explique les différences entre les pays et l'École d'Aix-en-Provence (LEST), qui elle prône l'analyse sociétale en vue d'expliquer l'interdépendance entre l'entreprise et la société via le système d'éducation.

les catégories professionnelles prenaient part au processus d'innovation dans les organisations industrielles, nous devions alors à ce niveau comparer des catégories professionnelles dans deux pays différents. Or dans le principal ouvrage de Philippe d'Iribarne, *La logique de l'honneur,* il est justement question de la manière d'être des acteurs selon les traditions nationales. En fait cette analyse bien que centrée sur le phénomène des traditions nationales nous apporte cependant un premier éclairage sur l'ambiance culturelle dans laquelle évoluent les acteurs à travers leur catégorie professionnelle. De plus, comme le terrain d'enquête de *La Logique de l'honneur* provenait de la même branche industrielle que celle que nous étudions, nous pouvions alors mieux saisir les nuances et les distinctions entre les appellations des catégories professionnelles à travers les traditions nationales. D'autres méthodes auraient pu être utilisées, par exemple, la comparaison des catégories professionnelles par le contenu des tâches ou à l'aide du système salarial. Cependant, comme nous voulions amorcer cette analyse en traitant de la manière d'être des acteurs, nous avons laissé de côté l'analyse comparée basée sur les fonctions des catégories professionnelles. L'étude de l'ambiance culturelle se révélait ainsi une clé pour entrer dans une approche comparative portant sur les marchés internes de travail, en regardant de plus près la manière de faire de l'innovation selon les catégories professionnelles dans leurs équipes de travail soit une étude portant sur la manière dont les catégories professionnelles diffusent l'innovation (équipe de recherche et de développement) et sur la manière dont elles adoptent l'innovation (équipe de production).

Cueillette des données

Nous avons procédé à une série d'entretiens auprès du personnel des unités de Recherche et de Développement et de Fabrication des deux entreprises. Au total, nous avons recueilli 110 entretiens pour les deux entreprises (70 chez Alcan et 40 pour Péchiney). Nous avons compilé des données brutes offertes par les services des ressources humaines des entreprises telles que: les profils de carrière, les niveaux de scolarité et le nombre d'années d'ancienneté du personnel. Également, nous avons consulté les conventions collectives et les rapports des comités de santé et de sécurité pour l'usine québécoise. Pour Alcan, nous avons retenu son producteur principal - La SOCIÉTÉ d'ÉLECTROLYSE et de CHIMIE

(SECAL) à Arvida, Québec, Canada. Le choix de ce site repose sur le fait que le laboratoire de recherche en électrolyse exerce ses activités de conception de technologie à cet endroit. De plus, au moment de l'enquête, la division Fabrication SECAL installait une usine de remplacement. Pour Péchiney, nous avons procédé de la même manière. Nous sommes allés sur le site de l'usine de St.-Jean de Maurienne en France. Là, se trouvent le laboratoire de recherche en électrolyse et une usine d'électrolyse.

Présentation des résultats

L'étude de l'interrelation entre les unités de Recherche et de Développement et les unités de Fabrication montre clairement que d'une part, les processus d'apprentissage se constituent dans les catégories professionnelles, et que d'autre part, le rapport organisationnel, soit les relations de pouvoir et de coopération entre les acteurs qui s'établissent dans l'espace de diffusion, se fait lui aussi à travers les catégories professionnelles. Les catégories professionnelles seraient donc ce qui fonde la consistance de la nature des interrelations entre les unités de Recherche et de Développement et les unités de Fabrication.

Étude de l'ambiance culturelle dans les entreprises françaises et nord-américaines

Revenons à notre point de départ, c'est-à-dire aux entreprises étudiées, en les distinguant d'abord par leur contexte culturel. Philippe d'Iribarne (1989) rend explicite ce phénomène en s'appuyant sur l*a manière d'être des acteurs.* Il distingue alors les entreprises françaises des entreprises nord-américaines selon la formulation suivante: dans les entreprises françaises, les acteurs coopèrent en se référant à un code d'éthique d'ordre politique que l'on pourrait traduire dans **une manière de vivre ensemble** alors que chez les nord-américains, la manière de coopérer se formalise dans un ensemble de règles contractuelles spécifiques au travail, il serait question d'**une manière de travailler ensemble**. Décrivant les traditions culturelles française et nord-américaine, d'Iribarne retient pour la France une démonstration fondée sur l'histoire des conflits politiques. Au cours du temps, la société française va apprendre à vivre ensemble à travers des conflits d'ordres (aristocratie, bourgeoisie, prolétariat). La valeur morale de l'honneur soutiendrait l'organisation hiérarchique des rapports sociaux en France. Nous

ajouterions pour entrer dans l'analyse sociétale que le système d'éducation nationale français se conforme à cette édification d'une hiérarchisation. À ce titre l'ouvrage de Montesquieu, Livre IV, Des Lois de l'Éducation, - *l'honneur a donc ses règles suprêmes et l'éducation est obligée de s'y conformer* est cité par Philippe d'Iribarne. De manière tangible, les points de passage dans le système d'éducation nationale français se marquent selon un code d'honneur. Pour accéder à un diplôme et pour poursuivre des études, les règles se formalisent dans le principe d'un *concours*. Pour les *ingénieurs*, le principe du concours n'est pas une simple formalité, cela constitue une clé à la réussite professionnelle. Mais encore plus, en France, les ingénieurs «diplômés» constituent un corps d'élite rattaché à une formation donnée par les Grandes Écoles. Ces Grandes Écoles instituent la catégorie professionnelle des ingénieurs à titre de catégorie sociale. Au niveau de la société française, les ingénieurs diplômés représentent une sorte d'aristocrates qui ont le devoir d'enrichir le patrimoine industriel de la France. Il y a donc une valorisation sociale de la catégorie professionnelle des ingénieurs. Dans la vie culturelle française, la catégorie professionnelle des ouvriers a aussi sa part de gloire. Sur ce point, on ne peut que se référer aux travaux empiriques du courant ouvriériste de la sociologie française du travail.

Du côté du continent nord-américain, les distinctions entre les catégories professionnelles relèvent également d'un système hiérarchique. Les catégories professionnelles bien que présentes dans la vie industrielle nord-américaine le sont beaucoup moins au niveau de la société. La catégorie professionnelle des ingénieurs, par exemple, n'acquiert pas une reconnaissance sociale par le système d'éducation en Amérique du Nord. Dans les usines nord-américaines, les catégories professionnelles se distinguent les unes des autres par leurs conditions de travail. Les conditions de travail sont négociées entre des unités de négociation regroupées selon la catégorie professionnelle (ouvriers, techniciens, personnel de bureau) et la direction de l'entreprise.

Tableau 3

L'ambiance culturelle en France et en Amérique du Nord tirée de *La Logique de l'honneur* Philippe d'Iribarne

Usine française:	Usine nord-américaine:
Une manière de vivre ensemble	Une manière de travailler ensemble
- des devoirs propres à chaque état	-chacun doit avoir la possibilité d'agir librement
- des ajustements informels	-dans des contrats dont il apprécie souverainement les termes.
- une certaine modération dans leurs affrontements ouverts	-d'être fidèle à un impératif moral de "fairness" qui demande la juste pesée des mérites individuels
- la capacité d'intervention des chefs légitimes en cas de crise	
- une coopération qui conduit à faire plus que son devoir en faveur de ceux avec qui on a de bonnes relations personnelles.	-l'attachement aux valeurs morales d'honnêteté et de bonne foi tout en donnant une place à ce qu'elles tendraient à négliger.

La catégorie des ingénieurs est associée à la direction d'usine. Le résultat de la négociation signifie aux parties engagées, lorsqu'il y a une syndicalisation (des unités accréditées) des groupes professionnels, que les règles contenues dans un contrat collectif de travail doivent être interprétées selon des règles de droit. Philippe d'Iribarne souligne cette réalité en mettant en relief la valeur morale de «bonne foi» qui viserait des rapports de coopération entre les acteurs dans un contexte plus égalitaire. À ce sujet, on doit rappeler que la «bonne foi» constitue le premier article de tous les codes du Travail en vigueur sur le continent nord-américain. Un des résultats concrets de cette vision contractualisée se mesure à la vigueur des luttes syndicales en Amérique du Nord pour la reconnaissance de la primauté du contrat collectif de travail. En Amérique du Nord, le conflit industriel s'élabore en deux phases, la première, est celle qui permet l'obtention d'une reconnaissance syndicale et de là, les unités d'accréditation se transforment en unités de négociation en vue de la signature d'un accord portant sur les conditions de travail.

Tableau 4

Organisation du travail selon les catégories professionnelles dans une unité de production

Usine française	**Usine canadienne**
Centre de Fabrication Chef de service -ingénieur- (Grandes Écoles)	Centre de Fabrication Contremaître général -ouvrier- (Formation sur le tas)
Adjoint au chef de service -ingénieur- (Grandes Écoles)	Adjoint au contremaître général -ouvrier- (Formation sur le tas)
Contremaître de salle de cuves -ouvrier- (Centre de formation technique maison)	Contremaître de salle de cuves -ouvrier- (Formation sur le tas)

La distinction établie par d'Iribarne entre *vivre ensemble* et *travailler ensemble* pourrait s'appliquer en vertu de la composition des équipes de travail en usine selon les catégories professionnelles. Chez Péchiney, une équipe de travail en usine est composée d'ingénieurs et d'ouvriers. L'idée de vivre ensemble se traduit ainsi par un pluralisme des catégories professionnelles alors que chez Alcan, les catégories professionnelles ne vivent pas ensemble dans une équipe de travail. L'équipe de production se constitue en vertu d'une seule catégorie professionnelle hiérarchisée. Les ouvriers forment une équipe homogène de production et les ingénieurs sont regroupés dans une autre équipe de travail.

Le rôle des catégories professionnelles dans l'unité de production

A l'usine française, dans les équipes pluralistes, le contenu des compétences techniques aurait donc une place importante dans *la construction des qualifications* des catégories professionnelles et ce, étant donné que la structure hiérarchique se constitue de l'ingénieur *chef de service* à l'ouvrier *contremaître*. Chez Péchiney, on accentue ce phénomène puisque les ingénieurs recrutés sont exclusivement des ingénieurs gradués par le système des Grandes Écoles et, en plus, cette valorisation des compétences techniques se poursuit dans la mobilité des ouvriers. Les ouvriers qui veulent accéder à un poste de contremaître

doivent suivre un programme de formation offert par une École de contremaître du fabricant. On a donc dans cette entreprise, une reproduction de la composition des catégories sociales fondées sur le système d'éducation français.

À l'usine canadienne, la catégorie professionnelle des ingénieurs n'est pas incorporée aux équipes de travail sur le plancher de l'usine. En fait, *le rapport organisationnel* et *le rapport professionnel* se construisent selon une structure matricielle. On distingue deux types de coopération et deux types d'apprentissage.

En ce qui concerne la coopération, il y a une coopération technique et une coopération administrative entre les catégories professionnelles. Lorsque les ingénieurs coopèrent avec les ouvriers sur le plan technique, les ingénieurs ont le statut de *conseiller*. A la demande des équipes d'ouvriers, ils offrent des services techniques pour la poursuite des activités de production. Lorsqu'ils sont membres de la direction de l'usine, le *rapport organisationnel* se fond alors dans un *rapport industriel* entre des ouvriers syndiqués et des ingénieurs directeurs. A cet égard, on rappelle que les grèves des ouvriers de l'usine Arvida occupent une place importante dans l'histoire syndicale québécoise. Du côté patronal, la stratégie patronale de l'Alcan constitue un modèle à suivre pour le patronat canadien et québécois. En effet, cette entreprise a pu, à la fin des années soixante-dix, briser la force des syndicats. A cette époque, Alcan ouvrait une nouvelle usine dans les environs d'Arvida, et ce, tout en évitant la syndicalisation des ouvriers.

Dans l'entreprise canadienne, les catégories professionnelles évoluent aussi dans un contexte sélectif au niveau de l'apprentissage des compétences. Dans l'*équipe conseil* composée d'ingénieurs et de techniciens, le processus d'apprentissage au niveau technique porte sur le contrôle de procédé des cuves d'électrolyse. Du côté de la production de lingots, *des équipes autonomes d'ouvriers* sont supervisées par un contremaître ouvrier. Ce contremaître suit un processus d'apprentissage centré sur l'acquisition de compétences administratives en vue de répondre aux exigences des ingénieurs à la direction des usines. On observe alors un processus de dualisation des compétences au niveau de chaque catégorie professionnelle. Ainsi des ingénieurs, des

contremaîtres et des ouvriers évoluant dans des équipes spécialisées gèrent la production et les ressources et d'autres équipes de travail composées d'ingénieurs et de techniciens doivent résoudre les problèmes techniques rattachés au procédé de production.

Cette manière d'organiser les rapports professionnels entre les ingénieurs et les ouvriers réapparaît au niveau de l'ensemble des usines canadiennes. Les contremaîtres de lignes de cuves, d'origine ouvrière, sont recrutés par la direction d'usines en vertu de leurs capacités à faire l'apprentissage de compétences en gestion. Cela veut dire que pour les problèmes techniques, les contremaîtres ont la responsabilité de trouver des ressources humaines qui ont les capacités techniques à résoudre les problèmes. Ces ressources sont celles des *ingénieurs de procédé* localisés dans un service central d'expertise technique.

L'organisation de la structure hiérarchique se présente dans une division du travail à double entrée. On règle la coopération et le processus d'apprentissage des catégories professionnelles selon l'approche client. Lorsque des problèmes techniques sur le procédé se présentent, les ingénieurs techniques recommandent des solutions aux équipes de production autonomes.

On a souvent dit que les fabricants d'aluminium sont des sociétés d'ingénieurs. En fait, il est vrai que la catégorie professionnelle des ingénieurs occupe une place déterminante dans la structure hiérarchique des usines d'électrolyse. Cependant, les rapports de coopération avec les ouvriers et les techniciens ne sont pas nécessairement construits de la même manière.

Dans l'usine française, l'ingénieur a un titre hiérarchique unique dans une équipe de production: il est un chef de service. A la direction d'usine, le directeur et ses adjoints sont des ingénieurs chefs de service promus. À l'usine canadienne, l'ingénieur n'a pas de titre hiérarchique dans une équipe de production, il a une fonction conseil associée au contrôle de procédé de production. A la direction de l'usine, les ingénieurs qui y sont promus sont des ingénieurs experts en contrôle de procédé. Dans les deux cas, la catégorie professionnelle des ingénieurs domine la structure hiérarchique. Cependant à l'usine française, les ingénieurs proviennent

d'une équipe de production où ils ont dû apprendre à la fois le contenu technique et le contenu administratif du fonctionnement d'une salle de cuve alors qu'à l'usine canadienne, les ingénieurs proviennent d'une filière plus étroite. Ces ingénieurs n'ont pas appris à gérer le fonctionnement d'une salle de cuve mais plutôt à faire le contrôle de procédé rattaché aux cuves d'électrolyse. Les ingénieurs canadiens ont donc dans leur parcours professionnel deux étapes d'apprentissage : l'acquisition de compétences techniques en contrôle de procédé et par la suite, l'acquisition de compétences administratives pour la direction d'usine.

Le rôle des catégories professionnelles de l'unité de R&D

On pourrait discuter longuement de l'autonomie organisationnelle des unités de R&D dans les entreprises industrielles. On sait par ailleurs que par la nature même de leur travail, les équipes de travail en R&D se distinguent des équipes rattachées au processus de production. Mais le problème est ailleurs, car dans la plupart des organisations industrielles, de manière générale, les dirigeants d'entreprises intègrent une logique d'efficacité aux activités de R&D. Dans le quotidien des activités, cela se vit chez les divisions de fabrication par une interrogation sur l'utilité des travaux des chercheurs et notamment ceux de la catégorie professionnelle des scientifiques.

Dans les deux entreprises étudiées, le personnel de fabrication (production) accepte l'idée de travailler avec des équipes en R&D seulement si les équipes de chercheurs travaillent sur des problèmes techniques concrets qui concernent les activités de production. De manière claire, ils estiment que les chercheurs doivent résoudre leurs problèmes, et non les problèmes de la science. Cette pression qu'exercent les divisions de fabrication auprès des divisions de R&D concerne plus particulièrement les activités de conception de technologie.

Généralement dans les organisations industrielles, la présence de la catégorie professionnelle des *scientifiques* constitue un indicateur de l'activité de recherche en conception technologique. De plus, sont présentes dans les équipes de recherche et de développement les catégories professionnelles traditionnelles apparentées aux unités de production telles que les ingénieurs, les techniciens et les ouvriers.

Nous verrons que la mobilité éducative et professionnelle des scientifiques, leur coopération et leur vision de l'innovation exercent une influence considérable au moment de l'adoption d'une innovation technologique. À ce sujet, plusieurs travaux exposent le cadre de vie professionnelle des scientifiques. Par exemple, des enquêtes empiriques nous montrent que les scientifiques rattachés à des laboratoires de recherche évoluent dans des marchés internes de travail où la mobilité professionnelle serait fonction de leurs diverses disciplines (Shinn 1980). La coopération se construirait dans un jeu de négociations et de controverses (Latour 1988). En fait si le problème de l'intégration des scientifiques au monde industriel ne constitue pas l'objet de ces recherches, on constate à la lecture de ces travaux que se manifestent deux réalités, celle se rapportant à la vie industrielle et celle de la vie en laboratoire. Dans le cadre de notre enquête, nous pouvons dire qu'en ce qui concerne les deux entreprises étudiées, l'intégration des scientifiques a été soulevée à titre de contrainte. Ce qui est intéressant dans le cadre de nos hypothèses se trouve au niveau de la solution adoptée dans chacune des organisations.

En étudiant l'histoire des laboratoires de recherche en électrolyse, nous avons constaté que la perception négative des divisions de fabrication est plus forte lorsque les activités de recherche fondamentale priment sur celles de la recherche appliquée. Ainsi, chez Péchiney on aborde ce problème en relatant les effets d'une approche trop fondamentaliste des laboratoires industriels traduite par le nombre élevé des scientifiques au sein des équipes.

- «En 1976, il y avait beaucoup de scientifiques et le laboratoire était plutôt mal perçu, des scientifiques sans esprit pratique, sans aucune expérience pratique. Maintenant, grâce aux changements au niveau du personnel, il y a des personnes ici qui connaissent l'usine et parlent le même langage que les gens de la fabrication» (Ingénieur de R et D, Péchiney)

Depuis 1980, la division R&D de Péchiney gère la composition des équipes de Recherche et de Développement selon une autre approche.

- «Ici, au laboratoire de recherche, on n'a pas de chercheurs fondamentaux, on doit continuer à réfléchir mais en contact avec l'usine. Certains posent la question d'une recherche plus fondamentale mais pas moi. On serait peut-être

en mesure d'avancer plus vite mais pour risquer une rupture avec les usines» (Ingénieur de R et D, Péchiney)

En fait, la division R&D a divisé les équipes en deux spécialités. Les scientifiques sont isolés dans des équipes de travail de recherche fondamentale. De là, ils coopèrent à la conception de la technologie mais exclusivement avec des équipes de recherche appliquée localisées dans le laboratoire industriel et dont le rôle principal est «de contrôler le passage du fondamental à l'application». Concrètement, cela signifie que la recherche fondamentale est l'oeuvre de la catégorie professionnelle des scientifiques et la recherche appliquée se rattache au groupe professionnel des ingénieurs. Toutefois pour les deux catégories professionnelles, on a établi des profils professionnels leur permettant d'avoir accès à des postes dans les équipes de Fabrication.

- «En rendant mobiles les scientifiques vers des postes en usine tout autant que vers des postes en laboratoire parce que ce processus de feed-back est tout aussi nécessaire pour la survie des laboratoires de recherche. Cette ouverture vers les usines dit aussi aux usines que la recherche se fait partout autant dans les laboratoires que dans les usines» (Chef de service de R et D, Péchiney)

Ainsi chez Péchiney, la division R&D isole des ressources spécifiques que sont les scientifiques dans des profils de chercheurs universitaires mais tout en leur donnant la possibilité d'avoir accès à des postes de fabrication. Par la même occasion, on construit à travers cela la mobilité des ingénieurs pour un nouveau profil, *l'ingénieur chercheur.*

- «Le profil de l'ingénieur chercheur est un profil particulier et lorsque l'on a un bon chercheur, l'idée de l'envoyer dans les usines, cela est fait pour qu'il revienne dans des laboratoires.» (Chef de service R et D, Péchiney)

L'image du chercheur se diffuse au sein de la fabrication par des scientifiques et des ingénieurs définis comme ayant des profils de terrain. La division R&D fortifie cette approche pour les jeunes ingénieurs recrutés à titre d'ingénieur-chercheur. Ceux-ci se doivent d'aller occuper pendant deux à trois ans un poste à la division fabrication. L'entreprise française se sert du type de formation offert par les Grandes Écoles d'ingénieurs soit une formation généraliste orientée par l'acquisition de

connaissances scientifiques. Par la suite, elle la transforme en savoir-faire spécifique pour la recherche appliquée en technologie d'électrolyse.

- «La politique de recrutement de jeunes ingénieurs ne vise pas à recruter les meilleurs sur le plan académique, car pour avoir cette équipe gagnante, il faut choisir des candidats qui ont des potentialités spécifiques. Puis mises l'une à côté de l'autre, on forme une équipe avec leurs propres capacités. La culture scientifique que possèdent les ingénieurs doit servir de courroie de transmission à des réalités scientifiques. Une formation au monde industriel leur est nécessaire, cela est fondamental, cela constitue une qualité que doit posséder un bon chercheur, soit d'être capable d'aller sur le terrain.» (Chef de service R et D, Péchiney)

Chez Alcan, la division R&D apparaît sous une forme différente. D'abord, la recherche et le développement se définissent comme deux activités complètement séparées. Le développement des technologies se présente comme un département dont le principal mandat est de résoudre les problèmes techniques pour toutes les usines canadiennes. Pour ce faire, la division développement envoie de manière permanente du personnel technique qui à titre d'expert s'intègre dans les équipes techniques "staff" des usines. L'autre partie du personnel se constitue en équipes de projets. Leur mandat vise soit la phase finale de l'aménagement technique des nouvelles usines ou des projets spéciaux visant l'amélioration des cuves d'électrolyse dans les usines. La part financière de la division de développement des technologies constitue 80 % du budget R&D de l'entreprise. Le 20 % du budget est alloué aux laboratoires de recherche dont celui situé à Arvida qui a le mandat de la conception et l'élaboration de cuves prototypes.

Pour l'ensemble des catégories professionnelles, la mobilité professionnelle est balisée selon un recrutement sélectif. Cela signifie que les trajectoires professionnelles évoluent vers des postes spécifiques selon les créneaux de spécialisation des divisions. Par exemple, en usine, on forme les contremaîtres d'origine ouvrière et les ingénieurs de direction pour l'acquisition de compétences en gestion en vue de produire du lingot d'aluminium. À la division développement, on élabore des processus d'apprentissage pour les scientifiques, les ingénieurs et les techniciens en vue d'en faire des *experts-conseils* pour l'ensemble des technologies nécessaires au processus de production. Au laboratoire de

recherche, on met sur pied des équipes de chercheurs menées par des scientifiques. Entre les usines et la division R&D, sont tracées les trajectoires professionnelles des ingénieurs et des scientifiques. Pour les ingénieurs d'usine, une carrière évoluant vers des postes de direction d'usines et pour les chercheurs scientifiques, une carrière qui se limite à des postes dans les laboratoires de recherche de l'entreprise.

Entre ces deux parcours, seuls, les ingénieurs de procédé peuvent se déplacer de la fabrication à la division de développement. Toutefois les allers-retours entre la fabrication et le développement doivent se faire dans des délais assez courts. De plus, la mobilité des ingénieurs entre le développement et le laboratoire de recherche n'est pas valorisée par la division développement, et ce, en vertu des coûts de formation qu'exigent les postes d'experts-conseils.

- «Normalement, les scientifiques vont flirter avec le laboratoire de recherche et souvent s'ils s'écoutaient eux-mêmes, on pourrait avoir des demandes en ce sens. Par ailleurs, on donne à ces scientifiques des niches de compétences qui sont très valorisées à l'usine et si ce personnel devait nous quitter, bien sûr, on devrait en former d'autres. Mais une chose est certaine, les scientifiques n'ont pas le goût d'aller du côté de la gestion» (Direction de la division Technologie, Alcan)

Et ce d'autant que du côté du laboratoire de recherche, on recrute le personnel scientifique en vertu d'un critère de sélection, un niveau de scolarisation élevé (Ph.D et Doctorat). Les scientifiques sont donc évalués en vertu de leurs compétences en recherche fondamentale.

- «Dans les laboratoires universitaires les chercheurs doivent produire des publications et ici nous devons avancer aussi dans ce sens, la cuve d'électrolyse reste encore une boîte noire mais le procédé est mature et il faut répondre à des questions fondamentales sur l'électrolyse» (Chercheur scientifique Laboratoire, Alcan)

Chez Alcan, on constate qu'aucune de ces catégories professionnelles n'exerce ses compétences spécifiques dans le domaine des activités de *recherche appliquée*. En fait, la recherche appliquée existe, elle est mise en oeuvre non par des ingénieurs-chercheurs comme dans le modèle Péchiney mais par un autre groupe oeuvrant dans le domaine de la technologie d'électrolyse soit les *informaticiens*. Cette catégorie

professionnelle occupe une place significative à la fois au service du développement et du laboratoire de recherche. Néanmoins, les raisons qui justifient la présence de cette catégorie professionnelle dans les équipes de recherche et ou dans les équipes de développement sont différentes. Pour les scientifiques fondamentalistes du laboratoire de recherche, la présence d'informaticiens leur assure la concrétisation matérielle de la conception de nouvelles cuves d'électrolyse.

- «Le meilleur moyen de régler les problèmes des cuves est de faire travailler les ordinateurs qui sont très puissants puisque maintenant il y a par la modélisation mathématique, un contrôle de procédé par l'intelligence artificielle» (chercheur scientifique Laboratoire, Alcan)

Avec les informaticiens, les chercheurs du laboratoire de recherche se situent dans un espace de création autonome et en conséquence, ils se conforment à leurs propres pratiques de travail en s'identifiant davantage à la communauté scientifique de recherche universitaire. D'ailleurs, cela se confirme par leur adhésion aux nouvelles pratiques de recherche des scientifiques nord-américains qui utilisent l'informatique comme principal outil de travail en création technologique.

Pour la division technologie, les informaticiens peuvent aider les experts par leurs compétences techniques en augmentant le niveau de contrôle du procédé de production dans les usines.

- «Il faut comprendre que l'on gère dans les usines le procédé de production par un contrôle informatisé. Et ce contrôle qui est intégré dans les usines est développé ici au service de développement» (Direction de la division Technologie, Alcan)

Les experts-conseils de la division développement doivent résoudre les problèmes rattachés au contrôle du procédé. Par conséquent le point d'ancrage du processus d'apprentissage des compétences techniques chez les ingénieurs en usine et au service de développement n'originent pas de l'espace réservé aux applications de la recherche fondamentale à savoir la recherche appliquée en électrolyse. La recherche appliquée visant le contrôle de procédé par l'informatique est donc perçue comme étant plus efficace que celle visant l'amélioration et la conception des cuves d'électrolyse par la division fabrication car elle assure des

solutions tangibles aux ingénieurs de procédé isolés dans les bureaux d'étude des usines.

Deux catégories professionnelles occupent le champ de la conception de la technologie d'électrolyse. Il y a d'un côté les ingénieurs, et de l'autre, les scientifiques. Dans l'entreprise française, on construit une nouvelle catégorie *l'ingénieur-chercheur* à partir de la catégorie professionnelle des ingénieurs. Dans l'entreprise canadienne, on accorde aux *informaticiens* le rôle de participer au processus de conception de la technologie avec les scientifiques. Dans les deux entreprises, il est clair que la présence unique de la catégorie des scientifiques est problématique à l'instauration d'une stratégie de diffusion de la technologie à l'interne. La catégorie professionnelle des scientifiques apparaît donc sous la forme d'une catégorie spécifique dont les compétences ne sont pas facilement transférables.

Chez Péchiney, pour associer des scientifiques aux usines, le fabricant accepte de payer des coûts de transferts de ses ressources spécifiques pour une diffusion de la technologie d'électrolyse. Les scientifiques sont potentiellement mobiles, ils peuvent occuper un poste de chef de service en usine. Les ingénieurs-chercheurs participent aussi à cette association car ils doivent faire un service obligatoire en usine.

Chez Alcan, nous avons le cas contraire, les scientifiques du laboratoire ne sont pas mobiles. Le laboratoire endosse le caractère non transférable des scientifiques à titre de chercheur et le service de Développement adopte la même politique pour les scientifiques à titre d'expert-conseil. Cependant, le fabricant canadien paie des coûts de transferts pour la catégorie professionnelle des informaticiens. Dans cette entreprise, les scientifiques et les ingénieurs sont donc divisés selon deux trajectoires irréconciliables au niveau des activités du fabricant. Les scientifiques sont soit au Laboratoire à titre de chercheurs ou à la division développement comme experts-conseils et les ingénieurs sont soit à la division Développement dans la catégorie construite d'expert conseil ou en usine dans les équipes de contrôle de procédé dans le rôle d'ingénieur de procédé. Autrement dit, les ingénieurs ne sont pas associés à la conception de la technologie.

L'espace de diffusion de l'innovation technologique

Comme nous l'avons mentionné au début, le fabricant Alcan a adopté au cours de la dernière décennie, la technologie d'électrolyse d'une division de R&D concurrente, plus précisément une technologie d'électrolyse Alcoa. De son côté, le fabricant Péchiney fait plus qu'adopter la technologie de sa division R&D car il vend à des producteurs de lingots sa technologie d'électrolyse selon le principe d'usines vendues clés en main. Au moment de l'enquête, le laboratoire de recherche de l'entreprise Alcan proposait une nouvelle cuve d'électrolyse, la cuve Apex, une cuve à haute intensité de courant de 285,000 kilo ampères. Cette innovation en technologie d'électrolyse avait à ce moment des potentialités de diffusion puisque la division de fabrication se préparait aux travaux de construction d'une nouvelle usine. Après quelques mois de discussions entre la direction du laboratoire de recherche et celle de la fabrication, cette dernière refuse le projet de la cuve Apex et se tourne vers le concurrent Alcoa. Évidemment, le refus de la part de la fabrication d'adopter la cuve Apex a été considéré comme un échec de la part du Laboratoire en conception. En revanche tout n'a pas été refusé dans le projet Apex par la division de la fabrication. En fait, la fabrication a adopté non pas la technologie d'électrolyse mais la technologie du contrôle de procédé informatisé accompagnant la cuve Apex. Elle a adopté les innovations provenant de la recherche appliquée soit le contrôle informatisé des cuves d'électrolyse.

Est-ce que ce phénomène s'explique en raison du fait que la recherche appliquée, peu importe la forme qu'elle prend, s'avère être la liaison entre la conception de technologie et son adoption. On peut répondre de manière positive si l'on discute de la logique de raisonnement qui sous-tend le refus de la fabrication de l'entreprise canadienne à ne pas adopter la technologie d'électrolyse tout en retenant la technologie informatique. Le refus de la part de la fabrication est justifié par l'absence de recherche appliquée en technologie d'électrolyse. On reproche au laboratoire de recherche l'absence d'une démonstration industrielle pour la cuve prototype Apex.

- «Il faut une démonstration et elle consiste à prouver que l'on peut gérer plusieurs cuves avec un seul patron. Avec Apex, on gère trois cuves avec un patron. Est-ce que l'on peut gérer 100 cuves de ce genre avec un seul patron. La complexité et la quantité des cuves deviennent des facteurs importants parce

que l'on peut être aux petits soins avec quelques cuves. Mais au niveau de la productivité, un individu qui doit s'occuper de 18 cuves ne peut passer autant de temps sur chacune des cuves» (Expert conseil de la division Technologie, Alcan)

Pendant ce temps, chez Péchiney, une usine entière est réservée à la mise en place de cuves prototypes mises au point par les équipes de recherche appliquée. Toutefois, un autre phénomène réduit la portée explicative de cette relation puisque les chercheurs du laboratoire Alcan voulaient démontrer que la cuve Apex telle qu'elle avait été conçue n'avait pas besoin de la phase de démonstration industrielle soit de recherche appliquée.

- «Bien sûr, les gens de la fabrication sont assez conservateurs et prudents, il y a une question d'argent. L'idée de ne pas avoir élaboré une usine pilote repose sur un phénomène, à savoir que la logique des procédés des vieilles technologies disparaît avec une logique de procédé automatisé. Autrement dit, cela n'est pas nécessaire de dépenser de l'argent pour prouver que l'automatisation marche à grande échelle, cela est fait, elle marche peu importe le nombre. Et c'est cela qui est difficile à faire comprendre aux administrateurs. Par exemple démontrer qu'avec la nouvelle technologie, cela n'est plus nécessaire de produire des effets anodiques, alors qu'avec la vieille technologie, l'effet anodique est le seul moyen d'avoir un contrôle sur la cuve. Cette cuve proposait de changer les anciennes logiques d'opérations» (Chercheur scientifique Laboratoire, Alcan)

L'équipe de conception proposait donc une nouvelle cuve à haute intensité de courant qui contenait une innovation dans la procédure traditionnelle d'adoption. Cela consistait à se servir de l'ordinateur pour démontrer la fiabilité des cuves expérimentales, et ce, pour une raison simple, les chercheurs avaient conçu une cuve avec leur principal outil de travail soit l'informatique.

«Pour la cuve Apex, certains ont dit que *cette cuve est venue de l'informatique,* car tout le travail de design a été fait par modélisation mathématique, les champs magnétiques avec les barres conductrices, le système anodique et les réductions des effets anodiques, le cassage de la croûte; en fait tout a été conçu avec l'informatique de la même manière qu'elle est aussi régulée par un système de contrôle de procédé automatisé» (informaticien, Laboratoire de Recherche, Alcan)

On ne peut nier l'importance du rôle de la recherche appliquée pour l'adoption de la technologie d'électrolyse. Mais on se doit de souligner que le projet Apex dérogeait à cette règle en vertu de la conception même de la cuve. Cela étant, une variable explicative demeure. Il s'agit du rôle des catégories professionnelles dans le processus de diffusion et d'adoption de l'innovation technique. Dans l'entreprise canadienne, ce sont des chercheurs qui diffusent la création technologique. Leurs répondants, les ingénieurs-experts, ne peuvent pas évaluer la pertinence de leurs travaux sur une cuve prototype car leurs compétences techniques se situent non sur la recherche appliquée mais en contrôle de procédé d'électrolyse. Et les ingénieurs d'usine s'y retrouvent aussi difficilement étant donné que leurs compétences se situent du côté administratif. Cependant, par la présence de la catégorie professionnelle des *informaticiens*, il est possible à travers la technologie d'électrolyse d'amorcer une association entre le laboratoire et la division développement et la fabrication. Autrement dit, en étant mobiles dans les trois unités, les informaticiens peuvent rendre mobile l'innovation technique.

Cela étant, on comprend mieux pourquoi la division fabrication n'a pas adopté la cuve Apex. Les coûts de transferts associés aux ressources spécifiques d'un processus d'innovation, chez Alcan, visent une seule catégorie professionnelle, les informaticiens. Il s'agit d'une catégorie ciblée dont le rôle est de diffuser des innovations technologiques en contrôle de procédé. Chez Péchiney, on assume les coûts de transferts de toutes les catégories professionnelles associées à la conception de la technologie d'électrolyse.

Il apparaît donc évident que Péchiney en vendant de la technologie à l'externe avait une planification stratégique de diversification. La mobilité des scientifiques et la construction du profil de l'ingénieur-chercheur en sont les conditions nécessaires pour la réussite d'une diffusion de la technologie à l'externe. Par la mobilité des catégories professionnelles, l'usine est associée au processus d'innovation et devient une vitrine pour les acheteurs éventuels d'usines clés en main. Cette association est d'ailleurs renforcée par une structure hiérarchique valorisant les compétences techniques au sein de l'équipe de production.

La vente de technologie d'électrolyse serait la première phase d'un processus de diversification fondée sur l'innovation technologique puisque si Péchiney sacrifie en partie sa mission de production de lingots en faveur de nouveaux concurrents, ce fabricant doit explorer de nouveaux domaines d'interventions. Et si tel est le cas, Péchiney répond au modèle d'une entreprise qui à travers ses catégories professionnelles recherche par les processus d'apprentissage et de coopération de nouvelles activités productives qui dans une séquence future pourraient se situer par exemple dans le domaine des innovations de produits d'aluminium.

En ce qui concerne le fabricant Alcan, on peut se demander pourquoi la haute direction a mandaté son laboratoire de recherche à la conception d'une nouvelle cuve d'électrolyse tout en sachant que l'équipe de chercheurs pourrait difficilement diffuser la cuve Apex. Il est clair que Alcan ne voulait pas remettre en question sa mission de vendeur de lingots d'aluminium. En revanche, il y avait une seule voie pour arriver à des innovations sur le contrôle du procédé, cela passait par la recherche technologique sur les cuves d'électrolyse. Alcan serait donc un fabricant d'aluminium préoccupé par le volume de production et par conséquent attentif à la réduction des contraintes techniques du processus de production. Dans cette perspective, une stratégie de diversification supportée par la recherche et le développement demeurera coûteuse pour Alcan, car chaque fois que ce fabricant pensera à résoudre un problème technique, il le fera dans un scénario ciblé, à savoir que la recherche en technologie ne visera pas à propager de nouvelles activités productives mais à suivre une trajectoire visant le développement d'une technologie donnée, à moins qu'il n'envisage de valoriser la recherche et le développement dans une stratégie globale de diversification de ses activités productives.

Cette étude empirique conduit à trois remarques. La première porte sur le rôle des ressources humaines dans le processus de diffusion de l'innovation technologique. Par une analyse sociétale du marché interne du travail, on découvre que la coopération et l'apprentissage évoluent selon des formes organisationnelles différentes mais que la mobilité des ressources humaines est une condition à un processus de diffusion interne de technologie. Dans un cas, on vise la créativité de l'innovation

dans une technologie et alors toutes les catégories professionnelles doivent être mobiles pour augmenter la force de persuasion de la R&D en vue de l'adoption de l'innovation par le fabricant. Dans l'autre cas, on recherche l'amélioration d'un procédé et une seule catégorie professionnelle est mobile.

En second lieu, un processus de diffusion technologique lorsqu'il est en relation avec la créativité d'une technologie spécifique exige une équipe multidisciplinaire c'est-à-dire un ensemble de savoir-faire, alors que dans un processus de diffusion qui vise uniquement l'amélioration d'un procédé, on sélectionne la catégorie professionnelle qui sera en mesure de porter l'innovation technique. Dans ce cas, le coût d'une opération sélective apparaît comme étant beaucoup plus élevé compte tenu du fait qu'il faut à cette catégorie professionnelle, le soutien d'une équipe créative qui ne sera pas valorisée dans le processus de diffusion.

Enfin, lorsque la firme s'engage dans un processus d'innovation technologique créatif, elle ne sait pas a priori ce qui va lui arriver et dans ce cas, la valorisation de la R&D s'avère être un choix innovateur. L'exploration d'une technologie spécifique exige une stratégie organisationnelle coûteuse. Toutefois, on constate que si une entreprise adopte une telle orientation, ce sont les unités de R&D qui opèrent des déplacements à l'interne et font emprunter aux unités de fabrication de nouvelles directions au niveau des activités productives.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ATKINSON, A., STIGLITZ, J., A New View of Technological Change, *Economic Journal*, 79, 1969, p. 609-632.

BAUMOL, W., PANZAR, J. C., WILLIG, R. D., *Contestable Markets And The Theory Of Industry Structure*, Harcourt Brace Jovanovitch, Inc., New York. 1982.

COASE, R., The Nature Of The Firm. *Economica*. N.S. P.386-405 Reprint Stigler, G. J., Boulding, K-E., *Reading in Price Theory*. 1937, 1952.

d'IRIBARNE, P., *La Logique de L'honneur*. Seuil. Paris. 1989.

d'IRIBARNE, P., Culture et Effet Sociétal. *Revue Française de Sociologie*, XXXII. 1991, p. 601- 614.

GAFFARD, J-L., Bilan et Essais. Innovations et Changements Structurels. *Revue d'économie Politique*. No 3. 1990, pp. 325-382.

GAFFARD, J-L., *Économie Industrielle et de l'innovation*. Dalloz. Paris. 1990.

GILLE, B., *Histoire des Techniques*. La Pléiade. Paris. 1978.

HICKS, J. R., *Capital and Growth*, Clarendon Press, Oxford. 1965.

LATOUR, B., WOOLGAR, S., *La Vie De Laboratoire : La Production des Faits Scientifiques*. La Découverte. Paris. 1988.

MAURICE, M., SELLIER, F., SILVESTRE, J-J., Analyse Sociétale et Cultures Nationales. Réponse à Philippe d'Iribarne. *Revue Française de Sociologie*. 1992, p. 75-86.

MAURICE, M., SELLIER, F., SILVESTRE, J-J., *Politique D'éducation et Organisation Industrielle en France et en Allemagne*. P.U.F. Paris. 1982.

NELSON, R., WINTER, N., *An Evolutionary Theory of Economic Change*. Harvard University Press. 1981.

PAVITT, K., Patterns of Technical Change : Towards a Taxonomy and a Theory. *Research Policy*. 13. 1984, p. 343-373.

PIORE, M., DOERINGER, P., *Internal Labor Market and Manpower Analysis*. Health Lexington Books. 1971.

ROSENBERG, N., *Inside the Black Box*. Cambridge University Press. 1976.

SAHAL, D., *Patterns of Technicals Innovation*. Addison Whesley. London. 1983.

SCHINN, T., Division du Savoir et Spécificité Organisationnelle. *Revue Française de Sociologie*. 1980, p. 3-35.

ZUSCOVITCH, E., *Une Approche Méso-Économique du Progrès Technique. Diffusion de L'innovation et Apprentissage Industriel*. Thèse de Doctorat d'état. Strasbourg. 1984.

LA MULTIDIMENSION DU PHÉNOMÈNE DE L'INNOVATION : UNE RÉALITÉ ABORDÉE PAR DES ÉCONOMISTES INSTITUTIONNALISTES

Diane-Gabrielle Tremblay
Télé-Université
Université du Québec

Dans la théorie économique, l'innovation est généralement définie au sens étroit d'innovation de processus technique de production. En effet, les économistes négligent habituellement l'effet du progrès technique sur la *différenciation* et la *qualité* des produits, de même que l'innovation de produit en général. Il s'agit généralement pour eux d'étudier soit les causes de l'innovation, soit l'effet des changements technologiques sur la *quantité* des facteurs utilisés (capital et travail). La prise en compte de l'évolution de la technologie ou des processus techniques passe ainsi souvent par la dimension temporelle introduite dans l'équation par le biais d'un facteur temps, indéfini.

Les liens plus étroits existant entre l'innovation et le système d'emploi ne constituent pas un champ de recherche particulièrement privilégié en économie, du moins en ce qui concerne la compréhension des phénomènes à l'oeuvre dans la production, à l'échelle de l'entreprise. On ne s'intéresse pas non plus aux médiations, filtrages et remodelages, qui peuvent résulter de l'interaction entre l'innovation et la structure de l'emploi. En fait, dans la théorie néoclassique, il n'y a pratiquement pas de place pour l'innovation. Dans la théorie de l'équilibre général, on suppose simplement que la fonction de production a changé, tout étant ramené à des phénomènes d'échange, la production elle-même étant objet d'échange. On se situe donc en aval du processus d'innovation, défini au sens étroit d'innovation de processus, toujours.

Or, l'analyse de l'innovation dans le secteur bancaire[1] nous a conduit à mettre en relief la multiplicité des formes de l'innovation et

1- Tremblay (1989)

l'importance du système d'emploi dans le processus même d'innovation et dans la diffusion de l'innovation. Si dans une première phase (années 60 et 70), ce secteur a surtout été axé sur l'innovation de processus et la minimisation des prix, l'innovation de produit semble impulser la dynamique de l'innovation dans les années 90.

Cette prédominance actuelle de l'innovation de produit s'explique d'une part par le fait que le secteur bancaire soit un secteur d'activité économique arrivé à maturité et que les produits traditionnels n'offrent plus d'aussi bonnes perspectives de croissance et, d'autre part, par le fait que le décloisonnement des activités financières fournit un contexte particulièrement propice à l'exercice de la concurrence par les services. En effet, la diminution des barrières à l'entrée des divers marchés financiers, conjuguée à l'existence d'une concurrence de type oligopolistique dans le secteur bancaire permettent à la concurrence de s'exercer aussi bien, et en fait de plus en plus, par la différenciation des services rendus à la clientèle, plutôt que par les prix.

Le passage d'une forme de concurrence axée sur les prix (minimisation) à une concurrence dominée par les services (qualité et diversité) fait ressortir l'importance des ressources humaines et des aspects socio-institutionnels (dont les réseaux locaux d'innovation[1], les réseaux constructeurs-utilisateurs, etc.) dans la dynamique de l'innovation. En effet, la prédominance d'une stratégie axée sur la qualité et la diversité des produits nouveaux met en évidence l'importance du système d'emploi, ou des ressources humaines, dans le processus de production. Elle met également en évidence le rôle de l'entreprise et de son système d'emploi comme lieu de médiation dans le processus d'innovation.

C'est cette multiplicité de formes de l'innovation, de même que l'importance des ressources humaines et le rôle de «médiateur» et de «propagateur» de l'entreprise dans le processus d'innovation, que nous souhaitons mettre en évidence. Nos recherches nous amènent à remettre en question la théorie économique de l'innovation et à

1- Au sujet des réseaux locaux d'innovation et de la théorie des districts industriels, deux approches qui renouvellent également la théorie de l'innovation, voir Tremblay et Fontan (1994).

formuler des propositions visant à la renouveler. En effet, la mise en relief de la multidimension du phénomène de l'innovation et de la dynamique même de l'innovation constituent selon nous un changement fondamental dans la vision que présentent les économistes du «progrès technique» , ce qui justifie un certain renouvellement de la théorie.

Pour opérer ce renouvellement théorique, nous commençons par interroger les théories économiques reçues. C'est ainsi qu'après avoir rapidement passé en revue les éléments pertinents de la théorie néoclassique, nous nous inspirons des apports de Schumpeter, de Veblen, de même que de Perroux et Bartoli, pour alimenter notre modèle théorique. Les deux premiers auteurs nous amènent à lever trois des hypothèses fondamentales du modèle néoclassique.

La première a trait à la définition restreinte de l'innovation; en effet, chez Schumpeter, l'innovation prend un sens beaucoup plus vaste que ce n'est le cas dans la théorie néoclassique, incluant notamment l'innovation de produit. Nous retenons donc cette vision schumpeterienne élargie de l'innovation comme premier élément de notre modèle[1]. D'ailleurs, nos recherches empiriques[2] nous amènent à mettre en relief la prédominance de l'innovation de produit au cours des années 90; l'innovation de processus n'est évidemment pas absente, mais l'impulsion fondamentale de la dynamique d'innovation est liée à l'objectif de qualité et de différenciation des produits.

En regard d'une deuxième caractéristique du modèle néoclassique, soit l'absence du «milieu» dans le cadre d'analyse, nous intégrons à notre modèle des variables liées au «contexte» ou au «milieu de propagation des innovations» ; cette proposition nous est inspirée par une lecture de Veblen, plus particulièrement de sa vision de l'innovation et de l'importance du contexte institutionnel de diffusion de celle-ci. Veblen

---

1- Nous n'en traitons pas en détail ici, mais on peut voir le chapitre 2 de Tremblay (1989) ainsi que Tremblay (1992).

2- À la fois notre thèse de doctorat, terminée en 1989, et des recherches plus récentes portant sur les réseaux d'innovation et les districts industriels; voir Tremblay (1989, 1994).

met également en relief l'existence fréquente de tensions entre l'innovation et les «institutions», ouvrant ainsi la voie à des possibilités de médiations de la part d'institutions comme les entreprises, qui se trouvent alors à jouer un rôle véritablement créateur, comme le veut la vision schumpeterienne de l'entrepreneur (qui s'oppose à l'«entrepreneur-comptable» de la théorie néoclassique).

Enfin, dernier élément, alors que la théorie néoclassique s'intéresse fondamentalement à *l'issue* du processus d'innovation, qu'elle limite à une nouvelle fonction de production, notre modèle s'intéresse plutôt au *processus* d'innovation, considérant que l'issue est indéterminée et certes plus complexe qu'un simple renouvellement de la capacité de production, et considérant qu'une analyse du processus lui-même est essentielle à la détermination de l'issue. Ce sont les analyses de Schumpeter et de Veblen qui nous incitent à adopter une telle vision plus vaste, plus dynamique et plus évolutive du processus d'innovation.

Par ailleurs, notre lecture des théories de l'innovation financière nous amène à identifier certains éléments comme facteurs constitutifs de la dynamique *d'encadrement* de l'innovation, tel que ce terme est défini chez l'économiste français, François Perroux. Ces facteurs, soit le décloisonnement des activités financières, l'internationalisation de celles-ci, de même que l'évolution des formes de la concurrence et des comportements de la clientèle, sont autant de facteurs pouvant influer sur le processus de l'innovation. Notre analyse du secteur bancaire canadien (Tremblay, 1989, 1990 a, b) nous a permis de confirmer qu'ils jouent effectivement le rôle de «propagateurs» de l'innovation, au sens de Perroux; en effet, ils peuvent accélérer, ralentir, modeler, infléchir le processus de l'innovation de différentes façons. Dans cette perspective, le «milieu» de propagation de l'innovation se distingue de la vision néoclassique où ces éléments seraient des «données» ne pouvant infléchir le cours des événements, ici de l'innovation.

Cependant, nos différentes recherches fondées sur des études de cas[1] nous amènent également à intégrer les ressources humaines et le

---

1- Comme nous l'avons indiqué précédemment, nous ne détaillons pas ici les études empiriques, nous concentrant plutôt sur l'analyse théorique. Pour les études empiriques, nous nous fondons sur Tremblay (1989; 1990 b, c), que l'on

système d'emploi au nombre des «propagateurs» de l'innovation. En effet, les caractéristiques de la main-d'oeuvre d'une entreprise (niveau de scolarité et formation subséquente, capacité d'apprendre, désir de faire «carrière», etc.), de même que l'organisation des filières de mobilité et du processus d'apprentissage au sein de l'entreprise peuvent tout autant représenter des atouts que des contraintes pour l'entreprise dans un contexte d'innovation (de processus ou de produit). C'est dans cette perspective que nous avons analysé le mode de gestion de la main-d'oeuvre et l'organisation des filières de mobilité, à l'aide de la théorie des systèmes d'emploi ou marchés internes du travail.

L'ensemble des constats issus de l'analyse empirique, conjugué aux propositions issues de notre analyse théorique, nous amène donc à formuler de modestes propositions en vue d'un renouvellement du modèle économique de l'innovation. En effet, au terme de notre démarche, à la fois théorique et empirique, nous proposons de considérer l'innovation comme un *processus multidimensionnel* mû par une dynamique d'encadrement composée de plusieurs facteurs associés au marché des produits, à celui des biens d'équipement (technologie), au marché du travail, de même qu'à la gestion du système d'emploi ou marché interne du travail. Ainsi, le décloisonnement et l'internationalisation des marchés financiers, la technologie, la transformation de la clientèle et de la concurrence, dans le cas de la banque, seraient autant de facteurs constitutifs de la dynamique d'encadrement de l'innovation. Plus généralement, le marché des produits, le marché du travail et la technologie constituent la dynamique d'encadrement de l'innovation et influent sur la stratégie d'entreprise. Ces facteurs seraient en quelque sorte «médiatisés» par la stratégie de l'entreprise, la voie retenue par celle-ci, compte tenu des caractéristiques de ses ressources humaines et de son système d'emploi.

---

peut consulter par ailleurs, ainsi que sur des recherches plus récentes financées par le CRSH et le FCAR, qui n'ont pas encore fait l'objet de publications, mais simplement de communications scientifiques; en particulier, mentionnons une communication à la conférence de l'Association internationale de management stratégique, citée en bibliographie (Tremblay, 1994).

Ainsi, non seulement le processus d'innovation contribuerait-il à transformer les caractéristiques des ressources humaines et le système d'emploi des entreprises touchées, mais il serait lui-même soumis aux contraintes associées aux ressources humaines de l'entreprise. Dans cette perspective, la capacité de production de l'entreprise serait remodelée tout autant par l'apport (les atouts ou les contraintes) des ressources humaines et du système d'emploi que par celui des «nouvelles technologies» ou innovations de processus.

Graphique 1

La dynamique économique du processus d'innovation

Dynamique d'encadrement:	Stratégie d'entreprise: (Médiations):	Caractéristiques des ressources humaines et du système d'emploi:
Marché des produits		Caractéristiques socio-démographiques des ressources humaines
(décloisonnement, concurrence internationalisation, clientèle)		Formation
Marché du travail		Profil de carrière
Technologie		Filières de mobilité
		Volume d'emploi selon les catégories socioprofessionnelles
		etc.

Innovations de processus et de produit, ainsi que Gestion de main-d'oeuvre:
division du travail
organisation des "marchés internes du travail"
remodelage des filières de mobilité
système de formation interne, externe
etc.

Pour élaborer ce modèle, nous nous sommes inspirée plus particulièrement des écrits de deux économistes, soit Joseph Schumpeter et Thorstein Veblen. Nous souhaitons développer ici les

apports de ce second auteur, un économiste institutionnaliste qui nous semble avoir été négligé, à tort, dans les analyses de l'innovation[1]. Ceci nous permettra de mettre en relief une partie de l'apport potentiel de la perspective institutionnaliste à la théorie de l'innovation.

Veblen: la technologie et les «institutions»

La confrontation de nos observations de recherche avec la vision néoclassique de l'innovation nous a amenée à aller plutôt vers des théories intégrant davantage la dimension institutionnelle, le «monde réel» , en particulier celui du travail et des systèmes d'emploi, dans l'analyse de l'innovation[2]. Cela nous a amenée à nous intéresser à l'analyse de Thorstein Veblen, que nous souhaitons développer ici[3] .

Veblen est particulièrement intéressant en raison de l'importance qu'il accorde à la technologie dans ses théories, mais surtout, en raison du rôle qu'il attribue aux institutions dans la dynamique de l'innovation. Il convient peut-être de préciser que Veblen sera en quelque sorte «suivi» par d'autres économistes institutionnalistes (au sens large) comme Arthur Ross, Clark Kerr et John T. Dunlop[4] qui, à leur tour, mettront l'accent sur le rôle des institutions et des décisions humaines dans l'explication des phénomènes observés sur le marché du travail. La

---

1- Tremblay (1989) développe davantage sur les apports de Schumpeter, que nous ne ferons qu'évoquer ici.

2- Voir Tremblay (1989, 1992).

3- Veblen est un économiste que l'on peut rattacher à l'école institutionnaliste (au sens large; voir Tremblay, 1990 sur cette école), une école malheureusement peu étudiée en science économique aujourd'hui. Rappelons donc simplement que Veblen est l'un des trois grands noms, avec Commons (1862-1945) et Mitchell (1874-1948), généralement rattachés à l'école institutionnaliste apparue vers la fin du dix-neuvième siècle aux États-Unis. Veblen a été l'un des fondateurs de la New School for Social Research de New York. Il est l'auteur de plusieurs ouvrages, dont les principaux sont "Theory of the Leisure Class", "The Engineers and the Price System" (1921), "Absentee Ownership and Business Enterprise in Recent Times", "The Case of America" (1923) et "The Place of Science in Modern Civilization and Other Essays" (1919), les trois derniers étant les plus pertinents par rapport aux thèmes dont nous traitons ici.

4- *Cf* leurs récents écrits dans Kaufman (1988).

vision de Veblen nous paraît très instructive et nous semble pouvoir contribuer à l'élaboration et au soutien du modèle proposé ici.

Pour Veblen, les«institutions» sont un facteur explicatif important des situations économiques et technologiques observées. Deux sujets, soit la technologie et les institutions, sont au coeur des analyses de Veblen. Ce sont précisément ces deux sujets que nous traitons successivement, en nous inspirant, surtout pour citer une traduction française des écrits de Veblen, d'une thèse portant sur l'oeuvre de Veblen[1].

Précisons d'entrée de jeu que pour Veblen, la technologie ou l'«état des techniques» ("state of industrial arts") est le facteur économique primordial et déterminant, et qu'un certain déterminisme économique, tout à fait fondamental dans l'oeuvre de Veblen, s'exerce sur l'ensemble de la société et de la culture. Ainsi, Veblen considère que tout système économique, et donc toute société, se caractérise par un état donné des techniques et par une technologie.

Ce que Veblen entend par l'expression «technologie» se résume à deux séries d'éléments: «d'une part, d'un système d'outils, d'instruments, de machines même; d'autre part, - et c'est l'aspect le plus important - d'un ensemble de processus, de recettes, de manières de faire, de techniques, en un mot: d'un savoir-faire» (Corbo, 1973: 277). Veblen utilise aussi l'expression de «capital intangible» ou d'«avoir immatériel» en faisant référence à ce savoir-faire technique, qu'il juge plus important que les outils et les instruments qui constituent le capital physique. L'innovation chez Veblen est ainsi perçue de façon plutôt étroite, au sens d'innovation de processus, bien qu'il dépasse la dimension proprement physique du capital tangible, ou des machines.

Une autre caractéristique importante de la technologie telle que la conçoit Veblen est que celle-ci est considérée comme un capital «collectif» «un savoir-faire, un système de connaissances, empiriquement acquis, développé et enrichi et transmis de génération en génération» (Corbo, 1973: 278). Ainsi donc, outre le fait de privilégier l'importance du savoir-faire et des connaissances intangibles dans ce que l'on qualifie de l'état des techniques, Veblen favorise une vision de

1- Voir Corbo, 1973.

la technologie comme «possession indivise du groupe social, alors que les instruments que suscite cette technologie peuvent fort bien être appropriés privément» (ibid.: 279).

Veblen met aussi en relief le fait que la technologie est une oeuvre créée par les facultés humaines, «particulièrement l'instinct ouvrier et la curiosité désintéressée - qui, dans un contexte matériel donné, inventent les techniques et développent les connaissances constituant la technologie» (ibid.):

> *"The state of the industrial arts is dependent upon the traits of human nature, physical, intellectual, and spiritual, and on the character of the material environment. It is out of these elements that human technology is made up; and this technology is efficient only as it meets with the suitable material condition and is worked out, practically, in the material forces it requires."*(Veblen, 1919:348)

L'importance du «milieu»

Veblen souligne que la technologie ne sera efficace que si elle trouve les conditions matérielles appropriées et si l'on dispose des forces matérielles requises. Ces deux éléments, mais surtout le premier, qui fait en quelque sorte référence au «milieu de propagation»[1] de la technologie, nous paraissent particulièrement importants, et particulièrement négligés dans la théorie économique orthodoxe.

D'autres auteurs ont également noté ce rôle affecté au «milieu» de propagation ou de diffusion de la technologie chez Veblen. En effet, Corbo (1973: 281) écrit:

> *"Le milieu joue un rôle dans l'élaboration des techniques, puisque celles-ci doivent assurer la survie de l'homme précisément dans ce milieu; cependant, le travail essentiel d'élaboration, de constitution d'un savoir-faire technique incombe toujours à l'homme, à ses instincts et à ses facultés. Et entre ces trois termes -technologie, forces humaines et milieu matériel-, il existe une étroite interdépendance dont la rupture entraîne l'improductivité de la technologie et l'inefficacité de l'homme."*

1- Nous utilisons ici une expression que l'on doit rapprocher des analyses des économistes français François Perroux et Henri Bartoli.

Aux yeux de Veblen, la technologie joue un rôle tout à fait fondamental dans la vie économique des sociétés et c'est en fait elle qui permet de transformer les ressources naturelles en des valeurs économiques (Veblen, 1919: 330). De plus, Veblen considère que ce n'est qu'en ayant accès à la technologie propre à sa société que l'individu peut devenir un agent économique productif: «*without access to such a common stock of immaterial equipment no individual and no fraction of the community can make a living, much less make an advance*» (ibid.: 326).

Enfin, troisième élément, c'est la technologie qui donne une valeur aux outils, instruments et machines qui interviennent dans les processus de production, puisque lorsque de «nouvelles technologies» font leur apparition, ces outils et machines deviennent désuets, sans valeur. A cet égard, Veblen (1919: 348-349) affirme:

> *"The point is illustrated by what happens to a mechanical contrivance which goes out of date because of a technological advance and is displaced by a new contrivance embodying a new process. Such a contrivance «goes to the junk heap". The specific technological expedient which it embodies ceases to be effective in industry, in competition with «improved methods"...when it is in this way eliminated, the material repository of it ceases to have value as capital."*

Ainsi, comme le résume Corbo (1973: 283):

> *"pour Veblen, un outil vaut ce que vaut la technologie qu'il incarne et il est menacé de désuétude par l'apparition d'une nouvelle technologie; la technologie est l'âme animant les outils et c'est elle qui leur procure leur productivité et leur valeur, comme la productivité de l'homme est fonction de ses connaissances techniques beaucoup plus que de sa simple énergie ou de sa force de travail."*

Dans cette perspective, la technologie détermine le rythme, la nature, la quantité et la qualité de la production, elle permet au travail humain d'être productif et donne une valeur économique aux ressources naturelles ou aux matières premières. (ibid.)

Ayant noté précédemment que Veblen considère la technologie comme un acquis «collectif» des sociétés, il faut ajouter que la croissance, au fil

des ans, du stock de connaissances techniques et de savoir-faire a entraîné l'obligation d'un partage du travail et d'une spécialisation des travailleurs. En effet, Veblen reconnaît qu'à partir d'un certain seuil, aucun individu ne peut maîtriser l'ensemble des techniques propres à son époque. Dans un tel contexte de sociétés développées du point de vue technologique, «la richesse et la complexité de la technologie sont telles que la spécialisation des tâches est indispensable et chaque individu ou chaque groupe professionnel ne maîtrise qu'un secteur très limité de la technologie, qui s'avère ainsi pleinement la propriété du groupe social dans son ensemble» (Corbo, 1973: 286).

Technologie collective ou privée

Cette conception de la possession collective de la technologie amène même Veblen à établir un lien étroit entre régression démographique et régression technologique. En effet, considérant que «technologie et démographie se conditionnent réciproquement» (ibid: 287), Veblen affirme que la technologie établit des limites quant à la croissance démographique d'une population et réciproquement, la technologie ne peut atteindre certains seuils de développement sans une population suffisante (Veblen, 1914 et 1923).

Nous ne sommes pas totalement convaincue par son argumentation à cet égard, surtout en ce qui concerne la deuxième partie de sa proposition. Par contre, nous sommes tentée de proposer un conditionnement réciproque entre technologie et développement ou plus précisément entre technologie et système d'emploi, incluant la gestion des ressources humaines. Nous gardons ainsi l'idée de réciprocité d'effets, mais en modifiant l'un des pôles proposés par Veblen.

Par contre, malgré l'affirmation maintes fois répétée selon laquelle la technologie est une possession collective, Veblen souligne qu'il existe des liens importants entre technologie et propriété privée. Précisons d'abord que Veblen considère la propriété privée comme une «institution» , tel qu'il définit ce terme, c'est-à-dire «la cristallisation d'une habitude acquise dans un contexte précis et à la suite d'expériences particulières» (Corbo, 1973: 289). Cependant, la propriété privée serait une institution «relative et contingente, au sens où, alors

qu'on ne peut concevoir une société sans technologie, on peut concevoir une société où n'existerait pas de propriété privée» (ibid.). On pourrait même ajouter que si «*la technologie se conçoit hors de toute propriété...toute propriété suppose une technologie préexistante*» (ibid). Ainsi, même si les deux éléments sont étroitement reliés, ils n'en doivent pas moins être distingués dans l'analyse de Veblen (ibid.)

Dans cette perspective, même si la technologie demeure la propriété collective de la société chez Veblen, la société n'exerce pas toujours le contrôle sur cette technologie puisque les instruments de production qui permettent sa mise en oeuvre sont pour leur part sous le contrôle d'individus, de groupes ou de classes sociales. Ainsi, non seulement la technologie permettra-t-elle la propriété, mais elle en délimitera également les formes. «Sera objet de propriété ce qui assure le mieux le contrôle de la technologie, c'est-à-dire précisément ce type d'instrument de production par lequel la technologie, selon son état de développement, est mise en oeuvre» (Corbo, 1973: 292).

De cette manière, selon Veblen (1919: 333), une technologie rudimentaire mènerait à la propriété foncière, alors qu'une technologie industrielle conduirait à la propriété capitaliste des usines et ainsi de suite. La technologie définirait ainsi le type d'objet pouvant faire l'objet de propriété, de même que le modèle de propriété, soit socialement égalitaire ou inégalitaire (Corbo, 1973: 293).

Forces influant sur la technologie

Par rapport aux économistes néoclassiques, mais aussi aux visions keynésienne et post-keynésienne, il est évident que Veblen accorde une place beaucoup plus déterminante à la technologie: déterminante des objets et des formes de la propriété, et plus largement, de la vie des sociétés. Dans une certaine mesure, la théorie de Veblen est donc empreinte d'un certain «déterminisme technologique» ; cependant, Veblen fera intervenir d'autres forces qui contribueront à atténuer ce déterminisme que l'on serait porté à lui attribuer dans un premier temps.

Parmi ces autres forces, la «culture» doit être mentionnée. En effet, Veblen est d'avis que la technologie n'est pas un donné, mais bien une

réalité dynamique, «qui évolue constamment et dont le degré d'efficacité dépend de certaines conditions précises» (Corbo, 1973: 295). Ainsi, il y aurait interaction entre la technologie et la culture de la société: «s'il est vrai que la technologie influence la culture, il est aussi vrai que la culture peut faciliter aussi bien qu'inhiber l'efficacité et le progrès de la technologie» (ibid.).

La conception de Veblen est peut-être quelque peu excessive à cet égard, puisqu'il considère que certains éléments de «culture» (conceptions négatives de la technologie, superstitions, traditions, préjugés sociaux, idées ou prémisses religieuses, métaphysiques, etc.) peuvent exercer un effet négatif sur le dynamisme ou la diffusion de la technologie au sein d'une société. Veblen est d'avis que les connaissances dites «positives» sont essentielles à l'efficacité et au progrès de la technologie: «celle-ci progresse et produit dans la mesure où elle est alimentée par la connaissance positive et «matter-of-fact» et est ralentie et affaiblie dans la mesure où elle est pénétrée d'idées et de concepts non positifs.» (ibid.)[1] Ainsi, pour être efficace, la technologie exige une connaissance positive des faits, ce qui permet de réaliser un travail productif.

Outre le fait que nous considérons cette vision quelque peu excessive, elle nous semble toutefois pouvoir appuyer la proposition de Schumpeter selon laquelle il y aurait des résistances à l'innovation, résistances exigeant certaines médiations. Sous cet angle, cette conception de Veblen nous paraît intéressante.

Il convient d'ajouter d'autres facteurs qui, sans avoir fait l'objet de développements aussi importants que les facteurs culturels, ont également été mentionnés par Veblen comme des facteurs pouvant nuire au développement technologique: la stratification sociale, les structures politiques, les modes de vie économique sont autant d'éléments pouvant inhiber l'essor technologique. Ces aspects nous paraissent également intéressants, du fait qu'ils renvoient à des réalités que l'on peut qualifier de «variables socio-institutionnelles» (Tremblay, 1986), au nombre desquelles on trouverait le système de relations industrielles, la gestion des ressources humaines, les lois, etc.

1- On fait ici référence à l'ouvrage publié par Veblen en 1914: *"The Instinct of Workmanship and the State of Industrial Arts"*. New York: BW Huebsch.

Nous avons beaucoup insisté jusqu'ici sur la propriété «collective» de la technologie chez Veblen. Précisons cependant que Veblen considère que «les progrès technologiques sont finalement réductibles à l'action, à l'invention et à la créativité des individus, car ce sont leurs expériences et leur travail qui amènent effectivement des nouveautés techniques...» (Corbo, 1973: 302). En d'autres termes, «une innovation technique (ne serait) après tout qu'une réponse plus heureuse et plus efficace apportée par un individu (ou un groupe d'individus) à un problème pratique précis» (ibid.). Il convient toutefois de noter que Veblen considère que l'individu reste tributaire des connaissances techniques que la société lui a inculquées, puisqu'il n'est créateur que dans un contexte technologique précis et dans la mesure même où il a assimilé le savoir-faire technique (ibid.).

Emprunts technologiques

Veblen a également traité des «transferts ou emprunts» technologiques. Sa thèse générale est que la technologie empruntée n'a pas la même valeur, ni la même portée dans la société d'où origine la technologie et dans celle qui l'adopte.

> *"A given technological system will have an economic value and a cultural incidence on a community which takes it over ready-made, different from the effects it has already wrought in the community from which it is taken over and in which it has cumulatively grown to maturity in correlation with other concomitant change in the arts of life."* (Veblen, 1915: 88)

Veblen ira même jusqu'à dire qu'une technologie empruntée sera plus efficace et productive dans son milieu adoptif que dans la société dont elle tire son origine. Ses affirmations se fondent sur l'étude de l'industrialisation du Japon et de l'Allemagne dans la seconde moitié du dix-neuvième siècle (Veblen, 1915). Sans être totalement convaincue par la thèse de Veblen à cet égard, les éléments qu'il met en évidence dans le cadre de cette analyse nous paraissent pertinents.

Selon Veblen, «les techniques et la technologie n'existent pas dans l'isolement, mais se trouvent toujours revêtues d'une enveloppe institutionnelle et culturelle, puisque toute technique inculque une discipline de vie, et par là, des habitudes de vie et de pensée, des normes

de comportement, des valeurs, des coutumes et des traditions, et, finalement engendre des institutions et une culture». (Corbo, 1973: 304)

L'analyse de Veblen est ici d'autant plus intéressante pour nous qu'il met en relief des effets de réciprocité entre la technique/technologie et les institutions; pour nous, les systèmes d'emploi des entreprises sont au nombre de ces «institutions». En effet, non seulement les technologies ont-elles une incidence sur l'environnement culturel et institutionnel, ce qui dans une certaine mesure serait plutôt proche d'une vision qualifiée de déterminisme technologique, mais cet environnement institutionnel exerce lui-même un effet sur les technologies. Non seulement le changement technologique ou l'innovation entraînent-ils un réaménagement de l'ordre institutionnel, réaménagement dont l'importance sera fonction du changement lui-même (ibid.), mais le contexte institutionnel et conventionnel agira lui aussi sur les modalités et les formes de l'innovation.

Technologie et institutions

Il y aurait ainsi une forme de *réciprocité d'effets* entre le contexte institutionnel et les technologies (ou l'innovation, terme que nous préférons, mais que Veblen n'utilise pas, ou peu). Ce sont là des éléments qui nous paraissent fort pertinents et que nous retiendrons dans notre modèle, considérant qu'il convient effectivement de traiter des rapports entre les technologies (ou l'innovation) et leur environnement en termes d'articulation ou de réciprocité (Tremblay, 1989). Dans une certaine mesure cela peut aussi nous ramener au concept de «milieu de propagation» [1] ou de diffusion des technologies, au rôle que ce milieu propagateur jouerait dans l'accélération ou le ralentissement du rythme de diffusion.

Ainsi, si nous retenons l'idée que les techniques et les systèmes technologiques «engendrent un cadre institutionnel et culturel qui vient régulariser leur utilisation et inculquer aux hommes des modes appropriés de comportement par rapport à leur technologie» (Corbo, 1973: 305), nous retiendrons également que ce cadre institutionnel et

---

1- Rappelons que nous utilisons ici un concept qui renvoie aux thèses des économistes français François Perroux et Henri Bartoli.

culturel peut agir sur les techniques et modeler le cours de l'innovation dans une société donnée.

Nous retiendrons également l'idée qu'une technologie peut avoir des effets institutionnels et culturels différents dans différentes sociétés, ce qui permet de conclure que les thèses de Veblen ne sont pas véritablement empreintes de déterminisme technologique, bien qu'elles portent parfois à le penser.

Dans cette perspective, nous considérons qu'il y aurait *ajustements réciproques, recherche de compatibilité* entre les technologies, les contraintes institutionnelles ou éléments du contexte culturel, social et institutionnel, ces derniers éléments pouvant être remodelés dans le cadre du processus de diffusion de l'innovation dans la société (ou le «tout social global» ; *cf.* Bartoli, 1986).

Vers une intégration des institutions dans la théorie économique de l'innovation

Pour soutenir notre modeste proposition de renouvellement théorique[1], revenons plus en détail sur la vision des «institutions» qu'a développée Veblen.

Les «institutions» chez Veblen

Comme nous l'avons noté précédemment, Veblen est connu comme l'un des «pères» de l'école institutionnaliste américaine. Sans doute convient-il donc d'ajouter quelques précisions sur cette théorie axée sur les institutions, d'autant plus que nous souhaitons intégrer cette dimension au modèle théorique de l'innovation.

Précisons d'abord que tous les analystes de l'oeuvre de Veblen ne s'entendent pas sur le sens exact du terme «institution» chez Veblen. On réussit cependant à en donner une définition générale qui, par delà les nuances et distinctions subtiles, se résumerait à définir les institutions comme des habitudes cristallisées et consacrées qui régissent, orientent et déterminent les comportements des individus. Pour Veblen lui-même, les institutions peuvent se définir comme suit:

1- Comme nous l'avons indiqué, nous ne traitons pas de nos recherches empiriques ici, mais on peut se reporter à Tremblay (1989, 1994) en particulier.

"Dans la vie économique, comme dans les autres domaines de l'activité humaine, les modes habituels de conduite et de relation se sont développés et, par l'usage, ont constitué un réseau d'institutions. Ces institutions, ainsi que les conceptions usuelles qu'elles recèlent, ont une force prescriptive et coutumière qui leur est propre, bien qu'il ne soit pas nécessaire, à tout moment, de débrouiller et de vérifier l'enchaînement compliqué des précédents, des accidents, des compromis,[1] *des indiscrétions et des désirs dont l'interaction, au cours des siècles, a donné naissance à la situation culturelle présente."* (Traduction de Corbo, 1973: 317)

Définition

Veblen s'oppose à toute théorie selon laquelle les institutions seraient «naturelles» , comme le sont les instincts dits «naturels» , auxquels Veblen s'intéresse d'ailleurs passablement dans ses théories. Par opposition, les institutions seraient des habitudes *acquises* dans un contexte socio-institutionnel donné, et ce, en relation avec ce contexte. Il s'agirait d'habitudes épurées, figées, consacrées et socialisées (ibid.: 318). Ainsi, entre l'habitude et l'institution, il n'y aurait qu'une différence de degré, et non de nature, alors qu'au contraire il y a une différence de nature avec les instincts. Ce qu'il paraît important de souligner ici, c'est l'importance de l'appui (explicite ou implicite) de la société dans le maintien, la sanction des institutions en cause.

Pour faire référence à des choses plus concrètes, précisons que des réalités telles que la famille, l'État, les entreprises, les systèmes d'éducation seraient au nombre des éléments à retenir comme «institutions» au sens de Veblen. D'après nos recherches empiriques, des dimensions plus micro-économiques, notamment les systèmes d'emploi ou marchés internes du travail, pourraient également figurer au nombre de ces institutions, d'autant plus si nous considérons que l'analyse de Veblen inclut au rang des institutions aussi bien «des modes d'organisation en tant que cristallisation d'habitudes de pensée» que «des préférences, des valeurs, des comportements acquis» (ibid.: 320).

Une caractéristique importante des institutions mérite d'être soulignée:

1- C'est nous qui soulignons.

> *"en raison de la primauté de l'économie dans la vie des sociétés...toute institution sera, d'une manière ou d'une autre, économique. Aussi, confronté à une institution donnée, Veblen se demandera, non seulement de quelle habitude ou ensemble d'habitudes elle est la cristallisation, mais encore quel rôle ou quelle fonction économique elle remplit."* (ibid.: 322)[1]

C'est là une préoccupation que nous retenons pour l'analyse des «institutions» intervenant dans le processus d'innovation.

Rôle des institutions

On trouvera chez Veblen une explication du comportement et de l'action des individus qui se rapproche dans une certaine mesure du comportement de l'entrepreneur-innovateur chez Schumpeter. En effet, Veblen considère que les comportements sont le produit de deux forces, soit l'instinct (que l'on retrouve chez l'entrepreneur-innovateur de Schumpeter) et le cadre institutionnel (plutôt négligé cependant chez Schumpeter). Ainsi, les institutions jouent un rôle tout à fait fondamental, pouvant refouler les instincts et même, selon Veblen, *nuire à la propagation de la technologie.* Ce dernier élément, qui selon nous est encore là quelque peu excessif, n'en met pas moins en lumière le rôle *médiateur* que peuvent jouer les institutions. En effet, c'est en quelque sorte *en traversant les institutions,* ou le cadre institutionnel, que se propageront (ou non) ou *que seront remodelées, les technologies.*

De plus, les institutions jouent un rôle de sélection et de formation des individus, «en ce qu'une institution particulière favorise chez les individus certains comportements, certaines attitudes, certaines occupations, plutôt que d'autres, et par là favorise le développement de certaines facultés et certains traits» (Corbo, 1973: 326). Sans doute retrouve-t-on effectivement de tels effets en ce qui concerne les institutions agissant sur le marché du travail et les systèmes d'emploi, auxquelles nous reviendrons plus loin.

Pour sa part, Veblen dira à ce sujet (*cf.* Corbo, 1973: 326):

1- Cette citation est tirée de A. Vinokur. *T. Veblen et la tradition dissidente dans la pensée économique américaine.* p. 85. Cité in Corbo, 1973: 320 et 405.

"Les institutions ne sont pas seulement elles-mêmes le résultat d'un processus de sélection et d'adaptation qui façonne les types dominants ou principaux d'attitudes et d'aptitudes spirituelles; elles sont en même temps des modes particuliers de vie et de relations humaines, et par conséquent à leur tour des facteurs effectifs de sélection. De telle sorte que les institutions changeantes favorisent une sélection supplémentaire des individus dotés du tempérament le plus adapté, et la formation de nouvelles institutions entraîne une adaptation accrue des habitudes et du tempérament individuels à un environnement changeant." 1

Réciprocité d'effets

Veblen met en parallèle les institutions et les technologies. A ses yeux, les unes et les autres exercent sur les individus des effets contribuant à leur inculquer des habitudes de vie et de pensée, à favoriser le développement de certains traits, etc. C'est d'ailleurs à partir de cette conception que Veblen a imaginé le développement de divers «types» humains, qui ont peuplé ses oeuvres: le Capitaine d'industrie, l'Entrepreneur, le Financier, l'Artisan, le Technicien, enfin, toute une série de types humains résultant du développement particulier de certains traits, certaines habitudes, certaines aptitudes, soit le produit de l'influence «conditionnante et formatrice» du cadre institutionnel (ou de la technologie).

Cela nous amènerait à dire que le système d'emploi, la gestion des ressources humaines, tout comme d'autres comportements observés en entreprise, seraient conditionnés ou modelés par le cadre institutionnel. Par ailleurs, à l'instar de Veblen, nous proposerions en quelque sorte un schéma de réciprocité d'effets. Tout comme les institutions naissent, chez lui, des habitudes et inculquent elles-mêmes des habitudes aux individus, sélectionnant et renforçant de ce fait certains traits, les institutions et les modalités de gestion de la main-d'oeuvre, ou les choix techniques, seraient à la fois conditionnés et modelés par le cadre institutionnel, et remodèleraient dans une certaine mesure ce cadre (*cf.* graphique 1, plus haut).

1- Cette citation traduite par Corbo est tirée de *The Theory of the Leisure Class. An Economic Study of Institutions.* New York. A. M. Kelly. 1965.

Cette vision serait conforme à la vision qu'a Veblen des institutions puisqu'il précise que celles-ci sont changeantes, qu'elles sont nécessairement instables et qu'elles doivent varier avec le temps (ibid.: 337). Comme les circonstances dans lesquelles les individus vivent sont elles-mêmes changeantes et que les institutions sont le fruit des habitudes inculquées par ces circonstances, Veblen considère que les institutions doivent elles aussi changer ou évoluer au fil du temps. Il note par ailleurs que certaines institutions pourront bloquer des changements institutionnels, certaines «institutions» (lois, tribunaux, et droit en général) ayant même selon lui pour fonction précise de bloquer ce genre de changement (ibid.: 338).

Caractère «retardataire» des institutions
Veblen développera d'ailleurs une vision plutôt négative des institutions, considérant que non seulement sont-elles souvent en retard par rapport à l'évolution des réalités, mais dénonçant carrément le «caractère intrinsèquement retardataire des institutions» (ibid.: 345). Bien que cette vision nous semble encore là légèrement excessive, nous la considérons intéressante du fait qu'elle permette d'envisager des sources de résistance, et même ici de blocage total, à l'égard de l'innovation.

Il s'agit là de facteurs négligés dans les théories économiques traditionnelles et qui pourtant mériteraient d'être pris en compte, étant donné leur impact possible en termes économiques. En effet, ils peuvent réduire considérablement l'efficacité du système technologique, retarder des effets positifs attendus d'un processus d'innovation, etc.

Reconnaissant l'intérêt de cette vision des institutions, nous n'allons toutefois pas jusqu'à penser que les institutions vont généralement, voire toujours, à contre-courant du «progrès» technologique, comme le propose Veblen. Peut-être faut-il voir là une vision fortement inscrite dans la période historique où écrit Veblen. En effet, à cette époque, l'innovation et les changements technologiques étaient peut-être vus de façon négative dans le corps social. Aujourd'hui, le «nouveau» est davantage valorisé, bien qu'il demeure souvent source d'inquiétudes, notamment pour les producteurs concurrents de l'"innovateur" et pour les travailleurs qui risquent de perdre leur emploi.

Cependant, si l'on considère que les institutions sont le fruit de médiations et de compromis, qu'elles sont en quelque sorte la cristallisation de ces compromis passés, il faut admettre qu'elles risquent d'être souvent en retard sur l'évolution des pratiques et des mentalités[1]. La vision de Veblen peut donc être rapprochée encore là de la thèse de Schumpeter en ce qui concerne les résistances possibles du milieu social à l'égard de l'innovation.

Chez Veblen, le cadre institutionnel en vient à contrôler la technologie et par ce biais il contrôle en quelque sorte le destin de l'humanité (Corbo, 1973: 348). En des termes plus concrets, on peut dire que les groupes ou les classes sociales profitant de l'ordre institutionnel établi «se trouvent en fait à disposer d'un pouvoir sur l'emploi de la technologie et vont toujours s'employer à perpétuer cet ordre institutionnel, même s'il est complètement inadapté aux exigences de la technologie» (ibid.). Des situations de chômage et de pauvreté, des conflits de travail seraient autant de manifestations de cette crise globale qui, selon Veblen, prend racine dans le «conflit des institutions et de la technologie».

On retrouve ici la vision de Veblen, selon laquelle «si la technologie inculque une discipline et des habitudes dont se constituent les institutions, elle évolue beaucoup plus rapidement que ces dernières» (ibid.: 349). Cette thèse reste à vérifier, mais elle présente tout de même l'intérêt de mettre en relief une certaine *médiation* de l'innovation ou de l'évolution technologique de la part des institutions.

Apports et critiques

Arrivée au terme de notre analyse de Veblen, résumons ici les apports et les critiques qui nous paraissent les plus importants, par rapport à nos objectifs. Un des premiers apports évidents de Veblen est d'avoir mis en relief le rôle des institutions dans la dynamique économique, considérant que la société est le produit de l'effet conjugué de deux forces: la technologie et les institutions. Ainsi, Veblen pense même que le cadre institutionnel contrôle les technologies, une proposition forte, qui a tout de même le mérite de mettre l'accent sur l'impact des institutions

---

1- On peut notamment faire référence ici à l'analyse du droit, les lois étant souvent considérées en retard sur les pratiques.

sur la technologie, alors que la très grande majorité des économistes s'intéressent essentiellement à l'"impact" des technologies sur le cadre institutionnel, limité généralement aux rapports économiques (de salaires notamment) ou aux relations industrielles. Pour nous, l'intérêt réside principalement dans cette «innovation théorique» qui ouvre la voie à la construction d'un modèle bâti sur une réciprocité d'effets entre l'innovation elle-même et le contexte institutionnel, ou le milieu de propagation, de cette innovation.

Veblen semble cependant laisser entendre que les institutions ne seront jamais adaptées aux besoins de la société et aux technologies qu'elle devrait développer. Bien que cela puisse être dû au contexte de l'époque, il n'en demeure pas moins que cela donne une vision plutôt manichéenne, voire carrément fausse, de la dynamique réelle existant entre technologies et institutions.

Veblen a cependant souligné les *tensions* naissant du développement technologique dans un contexte institutionnel «dépassé» et, ce faisant, contribué à favoriser l'élaboration d'une théorie faisant une certaine place aux possibilités de *médiation* d'institutions comme les entreprises, de même qu'à la *recherche de compatibilité* «institutions-technologies» qui découle nécessairement d'un tel contexte. Il a également souligné les possibilités de ralentissement de la diffusion de l'innovation, de baisse de l'efficacité du système dans lequel pénètre l'innovation, autant d'éléments fort pertinents dans le cadre d'une analyse de l'innovation, et généralement négligés par les analyses précédentes, y compris celle de Schumpeter.

Pour terminer, rappelons simplement qu'au contraire de Schumpeter, Veblen a une vision plutôt restreinte de la technologie, qu'il limite au savoir-faire et aux connaissances techniques. On retrouve à peu de choses près ici les «recettes ou les blueprints» de la théorie néoclassique en ce qui concerne les possibilités de production.

Un élargissement de la notion d'innovation de manière à englober l'innovation de produit, l'innovation organisationnelle,(éventuellement les nouveaux débouchés et nouveaux matériaux), de même que l'innovation de processus agrandirait le champ de validité de la théorie

de Veblen. Cet élargissement serait d'autant plus possible que les thèses de Veblen nous semblent se situer à un niveau d'abstraction suffisant pour englober ces divers phénomènes sans nuire à ses constructions. Quoi qu'il en soit, ce sont là des éléments que nous avons retenu dans la construction de notre modèle de l'innovation.

Un renouvellement de la théorie économique de l'innovation

Cette réflexion sur Veblen nous a conduite à réviser le modèle de l'innovation traditionnellement retenu en science économique, mais sans doute convient-il d'abord de revoir plus en détail les fondements théoriques traditionnels que nous avons été amenée à remettre en question, et que nous avons évoqués en introduction.

Revoyons donc les apports et les lacunes des théories économiques traditionnelles de l'innovation. Rappelons que nous avons retenu trois caractéristiques fondamentales de la vision néoclassique de l'innovation, que nous rappelons ici[1].

Définition restreinte de l'innovation dans la théorie orthodoxe

Dans la théorie économique traditionnelle, d'inspiration néoclassique, la technologie ou l'innovation a un sens fort restreint, comme nous l'avons souligné précédemment. Cette théorie se concentre sur les innovations de processus, qui induiraient simplement des changements dans la fonction de production de l'entreprise (les quantités utilisées des diverses ressources affectées à la production). En d'autres termes, la technologie ou, mieux, l'innovation est une «boîte noire», dont on ignore le contenu, le fonctionnement et le mode de diffusion.

Joseph Schumpeter nous a cependant amenés à lever cette première hypothèse fondamentale du modèle néoclassique; en effet, chez Schumpeter, l'innovation prend une signification beaucoup plus vaste. Cette vision plus large fait notamment place aux innovations de produits, aux innovations organisationnelles, à la diversité des «combinaisons nouvelles» possibles, bref à la multiplicité des formes de

---

1- Nous résumons ici les apports théoriques exposés en détail dans le chapitre deux de Tremblay (1989), que nous avons exposés également dans Tremblay (1990b).

l'innovation, que nous avons retenue dans notre modèle du processus de l'innovation (Tremblay, 1989).

L'analyse du secteur bancaire nous a en effet permis de confirmer et d'illustrer cette thèse. Si les technologies constituent certes une forme importante d'innovation, et sans doute la plus visible, notre analyse de l'innovation dans le secteur bancaire nous a conduite à souligner la multiplicité des formes de l'innovation, et plus particulièrement la prédominance actuelle de l'innovation de produit, associée au décloisonnement, ou à la levée des barrières à l'entrée dans certaines activités financières, et à la transformation des formes de la concurrence. Nous suivons donc en cela la vision de Schumpeter.

Absence du milieu de propagation

En deuxième lieu, nous avons relevé l'absence du «milieu» ou du «contexte» de diffusion des innovations dans la théorie néoclassique, alors que ce «milieu de propagation» est davantage présent chez un économiste institutionnaliste comme Thorstein Veblen, ou encore les économistes français Perroux et Bartoli, dont nous nous sommes également inspirée. Notons que la théorie néoclassique traditionnelle s'intéresse peu, sinon pas du tout, au *processus* même de l'innovation, se contentant de l'issue ou du résultat de ce processus (soit un simple changement dans la fonction de production).

A l'inverse, Veblen attache beaucoup d'importance au «contexte institutionnel» de diffusion de l'innovation, considérant qu'il peut modeler le cours et l'issue du processus d'innovation. Veblen met en relief l'existence fréquente de tensions entre l'innovation et les «institutions», ouvrant ainsi la voie à des possibilités de médiations de la part d'institutions comme les entreprises, qui se trouvent alors à exercer un rôle véritablement créateur, comme le veut la vision schumpeterienne de l'entrepreneur, vu davantage comme un créateur que comme un comptable-administrateur. Rappelons que Schumpeter prévoyait également la possibilité de «résistances» à l'égard de l'innovation. Bien que l'analyse de ce dernier comporte peut-être certaines lacunes, notamment en ce qui concerne l'accent quasi-exclusif sur les résistances des consommateurs, l'idée de résistances et de tension nous paraît mériter d'être retenue, voire étendue à l'idée de

résistances pouvant venir de la main-d'oeuvre, ce que nous avons observé dans notre recherche.

C'est en nous inspirant de ces deux auteurs plutôt hétérodoxes que sont Schumpeter et Veblen, de même que de notre analyse du secteur bancaire, que nous avons proposé d'intégrer le «milieu de propagation ou de diffusion» dans l'analyse de l'innovation. L'analyse du secteur bancaire, montre bien que les systèmes et structures d'emploi ne s'adaptent pas automatiquement et uniformément au changement (changement technologique, innovation de produit, ou autre) et que le changement lui-même est largement modelé par l'environnement institutionnel dans lequel il s'insère. L'entreprise doit prendre certaines décisions, exercer des choix quant aux modalités d'ajustement de l'emploi aux nouvelles demandes de la part de la clientèle, de même qu'aux impératifs associés à l'évolution de la concurrence, au décloisonnement, à l'internationalisation et à la technologie.

Cela nous conduit vers une vision plus ouverte, plus évolutive du processus de l'innovation, une vision où des acteurs (entrepreneur ou entreprises, salariés, clientèle ou demandeurs du produit, gouvernements par le biais des lois régissant le secteur, etc.) peuvent influer sur le processus qui mène à des innovations données, à la mise au point de produits nouveaux ou de structures d'emploi ayant une configuration particulière.

Bien sûr, tous les acteurs ne sont pas nécessairement égaux en ce qui concerne leurs possibilités d'infléchir le processus. Cependant, si l'entreprise apparaît comme le principal décideur dans le contexte d'une économie de marché, il n'en reste pas moins que certains «arrangements institutionnels» donnent également du pouvoir à d'autres acteurs, notamment les salariés (conventions collectives, ententes tacites diverses, modalités de promotion au mérite ou autrement, etc.).

Intérêt limité à l'extrant de l'innovation

Pour l'essentiel, la théorie néoclassique de l'innovation restreint le concept de l'innovation à un nouveau processus de production, voire une nouvelle machine: le changement induit par l'innovation (de

processus toujours) se limite à une capacité de production renouvelée grâce à cette nouvelle technique ou machine.

Cette dernière hypothèse fondamentale du modèle néoclassique peut en quelque sorte être levée par la combinaison des analyses de Schumpeter et de Veblen. En effet, si l'on admet la multiplicité des formes de l'innovation, le rôle actif de l'entreprise dans le processus d'innovation, de même que son rôle de médiation, ainsi que les possibilités de résistances de certains groupes, ou de tensions entre le contexte institutionnel (législation, etc.) et le processus d'innovation, il faut alors reconnaître que de limiter le résultat de l'innovation à un nouveau processus de production, ou une capacité de production renouvelée, est fort restrictif.

Les analyses de Schumpeter et de Veblen, de même que nos études de cas, nous ont donc amenée à adopter une vision plus vaste, plus dynamique et plus évolutive du processus d'innovation. En fait, ces éléments nous ont surtout conduit à nous intéresser précisément au *processus* même de l'innovation, et non seulement à son *issue.*

Nous penchant alors sur le processus même de l'innovation, nous sommes amenée à constater que toute une série de facteurs peuvent influer sur le cours de ce processus, comme nous l'indiquions dans le graphique 1. Il convient d'envisager l'innovation comme un *processus multidimensionnel* impulsé par divers facteurs composant une «dynamique d'encadrement» du processus, dynamique qui agit sur le processus et peut l'infléchir en tout temps. Le décloisonnement et l'internationalisation des activités financières, ainsi que l'évolution des formes de la concurrence, sont au nombre des facteurs que nous incluons dans cette dynamique d'encadrement.

Le modèle proposé s'inspire partiellement de la vision de Bartoli et de Perroux en ce qui concerne la terminologie (dynamique d'encadrement, processus multidimensionnel, etc.). Pour ce qui est des éléments retenus au nombre des facteurs pertinents pour la dynamique propre au secteur financier, nous nous inspirons du modèle proposé par Muldur et Dincbudak (1987), et en particulier de leur vision des «facteurs explicatifs des innovations financières» (1987: 101). A la différence de

ces derniers toutefois, nous ne pensons pas que la technologie soit le «facteur permissif *principal*» (1987: 111). L'analyse de l'évolution canadienne tend à indiquer que si la technologie est une condition *nécessaire*, elle n'est *pas suffisante*, à elle seule, pour enclencher le processus d'innovation qui a conduit au développement des réseaux financiers et à la multiplication des produits financiers offerts dans les institutions du secteur bancaire.

De même, les caractéristiques de la main-d'oeuvre et de la structure d'emploi d'une entreprise ou d'un secteur, ainsi que son mode de gestion de la main-d'oeuvre, peuvent également infléchir le processus. Cette dimension «ressources humaines» est absente du modèle proposé par Muldur et Dincbudak. Elle nous apparaît toutefois incontournable dans le contexte de multiplication des innovations de produit. En effet, à nos yeux, la qualité des ressources humaines d'une entreprise, le mode de gestion (ou de mobilisation) de ces ressources, détermine largement le rythme auquel les nouvelles technologies et les nouveaux produits peuvent être introduits, de même que le rythme auquel les réseaux peuvent se constituer et les nouveaux marchés se développer[1].

Voilà donc les bases de cette modeste proposition de renouvellement ou d'élargissement de la théorie économique de l'innovation. Voyons donc maintenant comment se présente ce modèle théorique renouvelé.

Le modèle renouvelé

Nous avons souligné trois lacunes du modèle néoclassique qu'il nous paraissait pertinent de corriger. Pour ce faire, nous nous sommes d'abord appuyée sur certaines propositions théoriques avancées par Schumpeter et Veblen, de même que sur la vision «multidimensionnelle» de l'économie proposée par Bartoli[2] et Perroux, qui nous a amenée à

1- L'analyse exposée au chapitre six de notre thèse (Tremblay, 1989) visait précisément à mettre en relief certains de ces éléments pouvant infléchir le processus d'innovation: vieillissement du personnel, niveau de scolarité, désir de faire carrière, modes de mobilité et d'apprentissage, etc.

2- Voir son récent ouvrage intitulé *L'économie multidimensionnelle*, paru aux Éditions Économica à la fin de 1991. Puisqu'il a inspiré notre réflexion théorique, notons que l'économiste Henri Bartoli, professeur émérite à l'Université de Paris

intégrer la dimension «ressources humaines» au modèle. Nous avons également fait appel à la théorie des «système d'emploi» ou marchés internes, en économie du travail, de même qu'à une étude de cas fondée sur l'analyse de l'innovation et des systèmes d'emploi dans le secteur bancaire canadien (Tremblay, 1989).

L'analyse du processus d'innovation, et surtout d'innovation de produit, dans le secteur bancaire, nous mène à considérer comme essentielle l'intégration des ressources humaines dans le modèle théorique de l'innovation. Ainsi, dans le contexte actuel de décloisonnement et d'innovation de produit, la capacité de production de l'entreprise ou du réseau financier serait renouvelée tout autant, voire davantage, par l'apport des ressources humaines que par celui des «nouvelles technologies» ou innovations de processus.

L'analyse du secteur bancaire canadien nous a permis de constater que l'innovation (de processus ou de produit) n'entraîne pas automatiquement un renouvellement spécifique de la structure et du système d'emploi de l'entreprise. Diverses options sont ouvertes et la structure existante d'emploi implique certaines contraintes qui ne peuvent pas toujours être contournées facilement (niveau de formation, vieillissement, sécurité d'emploi, etc.). Ce n'est qu'en tenant compte de la stratégie plus vaste de l'entreprise, de son mode de gestion des ressources humaines et de sa structure d'emploi en particulier, que l'on peut comprendre l'évolution et le rythme du processus d'innovation, tant les potentiels issus de la dynamique d'encadrement de l'innovation que les voies effectivement retenues par une entreprise donnée.
Partant des divers facteurs retenus pour illustrer le processus d'innovation (internationalisation, décloisonnement), ce que nous avons appelé la *dynamique d'encadrement de l'innovation*, nous avons ajouté un autre élément de la dimension institutionnelle, soit celui des «ressources humaines». Le graphique 1 illustrait cette vision globale du processus de l'innovation, et particulièrement des tensions et des médiations qui peuvent y être associées, notamment par l'intégration du rôle actif (innovateur et médiateur) des entreprises.

I, Sorbonne, a été directeur de notre thèse. Nous profitons de l'occasion pour le remercier à nouveau ici.

Soulignons simplement que ce schéma illustre notre vision de l'innovation comme un processus multidimensionnel qui à la fois *contribue à transformer les ressources humaines et le système d'emploi* et *est lui-même soumis à ces contraintes*. Dans cette perspective, à la fois la constitution des réseaux financiers et l'innovation de produit qui y est associée sont soumis à ces contraintes (ou atouts) associés aux ressources humaines, tout en influant sur l'évolution des caractéristiques de celles-ci. C'est en nous appuyant principalement sur les apports des théories des marchés internes et des systèmes d'emploi que nous proposons d'intégrer cette dimension des ressources humaines au modèle théorique de l'innovation (*cf.* Tremblay, 1989).

L'innovation est alors vue comme une *trajectoire spécifique*, issue d'un éventail de «possibles», dont le cours réel a été dessiné au terme de médiations et de compromis réalisés par les acteurs (entreprise et main-d'oeuvre surtout, mais aussi clientèle, bancaire dans ce cas) entre les contraintes du système (encadrement institutionnel et système d'emploi principalement) et la dynamique d'encadrement de l'innovation.

Le système d'emploi et les ressources humaines au coeur du modèle
Dans cette perspective, l'issue du processus d'innovation et les transformations du travail ne sont plus déterminées *ex ante* comme elles l'étaient dans le modèle traditionnel, mais dépendent plutôt des effets de réciprocité qui modèlent les diverses dimensions du modèle, des effets de bouclage et de rétroaction des différentes variables les unes sur les autres, de même que des médiations exercées par l'entreprise. Le système d'emploi ne se contente alors plus de s'adapter passivement au changement, mais fait lui-même partie des facteurs influant sur l'issue du processus.

Précisons toutefois que ce n'est pas non plus le «contexte» qui devient déterminant à lui seul, mais véritablement l'*ensemble des interactions* entre les éléments constitutifs de la dynamique d'encadrement, les caractéristiques du système d'emploi et des ressources humaines, de même que les médiations et stratégies que l'entreprise met en oeuvre, compte tenu de ces deux premiers aspects. De plus, dans notre modèle de l'innovation, le processus de production ne dépend plus seulement ou principalement de machines et de «recettes» de production, mais

également, voire prioritairement, des caractéristiques des intrants en main-d'oeuvre qui contribuent à ce processus. A l'instar de quelques auteurs (Eliasson, Bertrand et Noyelle notamment) qui ont travaillé sur des sujets connexes au nôtre, il nous semble que les ressources humaines sont aujourd'hui *au coeur des processus d'innovation*, jouant un rôle fondamental que nous qualifions de «propagateur» de l'innovation.

En tant que «propagateurs», les ressources humaines «amplifient ou réduisent, accélèrent ou freinent, filtrent et orientent, parfois transforment, les effets des actions des agents économiques qui, en retour, les déforment, voire provoquent leur changement» (Bartoli, 1986: 21). Nous étendons ici aux ressources humaines plus spécifiquement le rôle que Perroux et Bartoli attribuaient généralement aux «propagateurs» institutionnels et technologiques, ce qui nous semble justifié tout au moins par notre analyse du secteur bancaire/financier.

Fondamentalement, cette modeste proposition de renouvellement se distingue de la vision traditionnelle surtout en s'intéressant essentiellement au *processus* même de l'innovation et non seulement à son issue. L'innovation est alors considérée comme un processus multidimensionnel mû par les éléments constitutifs de la dynamique d'encadrement de l'innovation, ces éléments, comme ceux associés au système d'emploi, pouvant accélérer, ralentir ou infléchir le processus même de l'innovation de diverses façons. Ce processus contribue évidemment à remodeler les caractéristiques de la structure et du système d'emploi, de même que les caractéristiques des ressources humaines qui demeurent au sein de l'entreprise. Mais plus important à souligner, ce processus est lui-même soumis aux contraintes associées à ces ressources humaines et à ce système d'emploi.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAHPIQUES

BARTOLI, H., *L'économie multidimensionnelle.* Paris: Économica. 1986.

BERTRAND, O., NOYELLE, T., *Changing Technology, Skills and Skill Formation in French, German, Japanese, Swedish and U.S. Financial Service Firm.* Paris: Centre pour la Recherche et l'Innovation dans l'Enseignement. CERI-OCDE. 1986.

BERTRAND, O., NOYELLE, T., L'emploi dans les banques et assurances: comparaison internationale et perspectives d'évolution. *Économie et Humanisme.* mai-juin. no 295. 1987.

CONSEIL ÉCONOMIQUE DU CANADA. *Innovation, emplois, adaptation.* Rapport de recherche effectué pour le Conseil économique du Canada. Ottawa: CEC. 1987, 216 p.

CORBO, C., *Les théories épistémologiques et sociales de T. B. Veblen (1857-1929). Clefs pour une lecture de Veblen.* Thèse de doctorat. Université de Montréal. mai. 1973, 534 p.

CORIAT, B., L'atelier flexible. *Les Cahiers français.* no 231. mai-juin 1987. p. p. 30-35.

CORIAT, B., Technologies nouvelles et modernisation: naissance d'un nouvel ordre d'usine. *Les temps modernes.* Paris, 1986, mars. 55-65.

DAUBIGNEY, J.-P., Le marché du travail interne à l'entreprise. *Sociologie du travail.* Paris: Ed. du Seuil. 1979, p. 594-605.

DOERINGER, P. et PIORE, M. J., *Internal Labor Markets and Manpower* Analysis. Lexington: DC Health and Co. 1971.

ELIASSON, G., Technologie de l'information, structure du capital et nature du changement technique dans l'entreprise. in OCDE (1987). *Technologies de l'information et perspectives économiques.* Paris: OCDE. 1987, 20 p.

EYMARD-DUVERNAY, F., *Les produits et l'emploi: évolutions dans le nouveau contexte industriel.* Communication au Séminaire «New Forms and Areas of Employment Growth», organisé par la Commission des communautés européennes et le BIPE. 1987. Paris: 19-20 juin 1987.

GADREY, J., GADREY, N., *La gestion de la main-d'oeuvre dans les services et le commerce.* Paris: L'Harmattan. 1991, 222p.

GUILLON, R., Le marché interne de l'emploi. *Sociologie du travail.* Paris: Ed. du Seuil. 1979, p. 209-213.

LECLERC, R. J., Les conflits du secteur bancaire français depuis 1974: de la contestation organisationnelle à l'action contestataire. *Sociologie du travail.* no 1. 79-92. 1983.

LECLERC, R. J., *Les luttes des employés de banque et leur signification.* Thèse de troisième cycle. Paris: EHESS. 1980, 250 p.

MARGLIN, S., Origines et fonctions de la parcellisation des tâches. *Critique de la division du travail.* Paris: Ed. du Seuil. 1973, p.40-89.

MOSS-KANTER, K., Variations in Managerial Career Structures in High-Technology Firms: The Impact of Organizational Characteristics on Internal Labor Market Patterns. in OSTERMAN, P. 1984. *Internal Labor Markets.* Cambridge: MIT Press. 289 p. 109-131. 1983.

MULDUR, U., DINCBUDAK, N., *La monétique.* Paris: Éd. La Découverte. 126p. 1987.

NOYELLE, T., *Beyond Industrial Dualism. Market and Job Segmentation in the New Economy.* Boulder, Co: Westview Press. 125 p. 1987.

NOYELLE, T., Services *and the New Economy: Towards a new labour market segmentation.* New-York: Conservation of Human Resources, Columbia University. Document Ronéo présenté à la Rencontre internationale sur la «Dynamique des services et théories économiques». 30 janv. 1987. Université de Lille I. 23 p. 1987a.

OSTERMAN, P., Introduction: the nature and importance of internal labor markets. in Osterman (éd. 1984). *Internal Labor Markets.* Cambridge: MIT Press. 289 p. 1-22. 1984a.

OSTERMAN, P., White-Collar Internal Labor Markets. in Osterman (éd. 1984). *Internal Labour Markets.* Cambridge: MIT Press. 289 p. 163-189. 1984b.

POUPA-ROUAULT, M-M., *Méthodes d'analyse des processus d'appropriation de nouvelles technologies (Étude de cas dans la banque).* Thèse de doctorat de troisième cycle, sous la direction du professeur Maurice de Montmolin. Université de Paris I. 234 p. 1986.

RAJAN, A., *Services- The Second Industrial Revolution.* London: Butterworths. 257 p. 1987.

SAINT-PIERRE, C., Le tertiaire en mouvement: bureautique et organisation du travail. Itinéraire d'une recherche. in TREMBLAY, D.- G. dir. (1987). *Diffusion des nouvelles technologies: stratégies d'entreprises et évaluation sociale.* Montréal: Ed. Saint-Martin. 304 p. 185-198. 1987.

SORGE, A., STREEK, W., *Industrial Relations and Technical Change: The Case for an extended perspective.* Discussion paper no II M/LMP 87-1. Berlin: WZB. 37 p. 1987.

THIETART, R. A., *La stratégie d'entreprise.* Paris: Mc Graw-Hill. Coll. Stratégie et management. 181 p. 1986.

TREMBLAY, D-G., Computerization and the Construction of New Qualifications in the Context of Product and Process Innovation in the Banking Sector. Dans Nurminen, editor. *Computer Jobs and Human Interfaces.* Amsterdam: Elsevier Science Publishers. 113-123. 1991.

TREMBLAY, D-G., Computerization, Human Resources Management and Redirection of Women's Skills. Dans Eriksson, Kitchenham et Tijdens, dir. (1991). *Women, Work and Computerization: Understanding and Overcoming Bias in Work and Education.* Amsterdam: Elsevier Science Publishers. 129-143. 1991a.

TREMBLAY, D-G., *Économie du travail: les réalités et les approches théoriques.* Montréal: Éditions Saint-Martin et Télé-Université. 544 p. 1990.

TREMBLAY, D-G., Innovation et marchés internes du travail dans le secteur bancaire: vers un modèle multidimensionnel de l'innovation. *Technologies de l'information et société.* Paris: Éditions Dunod. p. 351-380. 1992.

TREMBLAY, D-G., Les ressources humaines au coeur de l'innovation: l'innovation de produit dans le secteur bancaire. Dans F. Michon et D. Segrestin (1990). *L'emploi, l'entreprise et la société.* Paris: Economica. 1990a.

TREMBLAY, D-G., Mise à l'essai d'un système expert pour la formation et la décision en matière d'octroi de crédit. *Revue ICO.* Vol. 3. no 1. pp. 41 à 52. 1991b.

TREMBLAY, D-G., Stratégies *de différenciation et d'innovation; les transformations en cours au Québec.* Communication scientifique au Congrès annuel de l'Association internationale de management stratégique, Institut d'administration des entreprises de l'Université de Lyon, Mai 1994.

TREMBLAY, D-G., Innovation, concurrence et mobilisation de la main-d'oeuvre. L'exemple du secteur bancaire. Dans Gadrey, J. et N. (1991). *La gestion de la main-d'oeuvre dans les services et le commerce.* Paris: L'Harmattan. 183-202. 1990b.

TREMBLAY, D-G., De l'innovation de processus à l'innovation de produit: l'importance accrue des ressources humaines. Dans Grant, M., ed. *Enjeux des années 1990 pour les relations industrielles.* Rapport du 26e Congrès de l'Association canadienne des relations industrielles. Québec: ACRI. 246-257. 1990c.

TREMBLAY, D-G., Innovation technologique et différenciation des formes d'emploi. Essai de position du problème. Dans Rodgers, G. et J. (1990). *Les emplois précaires dans la régulation du marché du travail.* Genève: Institut international d'études sociales. 237-256. 1990d.

TREMBLAY, D-G., *La dynamique économique du processus d'innovation; une analyse de l'innovation et du mode de gestion des ressources humaines dans le secteur bancaire canadien.* Doctoral thesis delivered to the Université de Paris I, Panthéon-Sorbonne. Paris: Université de Paris I. 2 volumes. 711 pages. 1989.

TREMBLAY, D-G., Technological change, internal labor markets and women's jobs. The case of the banking sector. *Women, Work and Computerization.* Amsterdam: Elsevier Science Publishers-North Holland Press. 263-272. 1988.

TREMBLAY, D-G., L'articulation travail-technique et les stratégies d'entreprises: réflexion fondée sur le cas des banques. in TREMBLAY, D.- G., dir. (1987). *Diffusion des nouvelles technologies: stratégies d'entreprises et évaluation sociale.* Montréal: Éditions Saint-Martin/Interventions économiques. 304 p. 67-84. 1987.

TREMBLAY, D-G., FONTAN, J-M., *Le développement économique local: la théorie, les pratiques, les expériences.* Québec: Presses de l'Université du Québec et Télé-Université. 579 p. 1994.

TROUSSIER, J-F., Les collectifs de travail. in BERNOUX, P. et al. *Technologies nouvelles, nouveau travail,* Paris: FEN. Coll. recherches, 1987, 7-127.

VEBLEN, T. B., *Absentee Ownership and Business Enterprise in Recent Times. The Case of America.* New York: B.W. Huebsch. 1923.

VEBLEN, T. B., *The Engineers and the Price System.* New York: B. W. Huebsch. 1921.

VEBLEN, T. B., *The Place of Science in Modern Civilization and Other Essays*. New York: B. W. Huebsch. 1919.

ZARIFIAN, P., *Du taylorisme au systémisme: une nouvelle approche de la qualification dans l'industrie*. Cahier de recherche no 8. Paris: GIP Mutations industrielles. 27 p. 1987.

ZARIFIAN, P., Les approches les plus récentes de la qualification. in Tanguy, L. dir. (1986). *L'introuvable relation formation-emploi*. Paris: la Documentation française. 302, 1986, p. 233-247.

-II-

RÉSEAU ET DIFFUSION DE L'INNOVATION

Christian DeBresson
École de Gestion
Université du Québec à Montréal

Dans les années 1990, ces deux mots réseaux et alliances ont émergé comme centraux aux préoccupations de chercheurs de nombreuses disciplines sur la technologie (DeBresson et Amesse, 1991). La crise intellectuelle de l'individualisme méthodologique - utilisé par les économistes néoclassiques et Schumpeter- s'est révélée plus clairement au sujet de la technique, qui est de toute évidence systémique. Or qui dit système, implique nécessairement propriétés émergentes non réductibles aux composants du système.

Ainsi Patrick Cohendet qui, avec l'équipe du BETA à Strasbourg, a étudié depuis longtemps les phénomènes de seuils dans les processus de «percolation», passe en revue de ce que, faute d'autres concept plus précis, l'économie néoclassique a intitulé les «externalités» du réseau. Il nous rappelle que la prise en considération des irréversibilités était déjà présente dès les premiers travaux sur les valeurs d'option et la flexibilité.

Sans doute tous ces problèmes ne sont pas nouveaux : seule notre reconnaissance de ces problèmes est nouvelle.

Sans doute les alliances ont-elles toujours existé ; seul notre intérêt analytique à ce phénomène est nouveau.

Dominique Jolly, derrière la confusion de ce concept «attrape-tout», distingue ses limites et ses types.

Charles Terreault, après avoir lui aussi distingué ses limites et ses types, fournit au praticien un guide pour la décision qui évite d'être aveuglement forcé de «traverser la rivière quand on y arrivera».

LES RÉSEAUX : PROPRIÉTÉS ET MODES D'UTILISATION

Patrick Cohendet
Bureau d'économie théorique et appliquée (BETA)
Université Louis Pasteur, Strasbourg

Le succès de la notion de réseau est aujourd'hui manifeste. L'utilisation de ce concept est revendiquée par des disciplines très différentes, dans des contextes extrêmement divers, afin d'exprimer un large spectre de propriétés. Cette variété d'utilisation risque naturellement de faire apparaître la notion de réseau comme un concept «attrape-tout», et de lui faire perdre par là même sa force d'interprétation et sa puissance de représentation. L'objectif de cet article est de montrer qu'au-delà des différences - voire des divergences - apparentes d'utilisation, la notion de réseau centrée autour de la définition la plus simple de «**faisceau de relations associant des entités**», renferme un pouvoir explicatif puissant de phénomènes très divers que l'on peut situer le long d'une échelle de complexité croissante : dans ses formes les plus simples - des entités données et des relations données - la notion de réseau, qui recouvre plus généralement celle de graphe, peut représenter des situations très classiques (réseau de distribution, graphes de Markov, etc.) mais qui sont déjà susceptibles dans leurs versions dynamiques de faire apparaître des phénomènes remarquables (attracteurs, irréversibilité, percolation, etc.).

Dans ses formes les plus élaborées et les plus complexes - des entités dotées de facultés d'intelligence, d'objectifs multiples, de capacités d'apprentissage et de relations perpétuellement renégociées - la notion de réseau apparaît comme l'outil privilégié pour rendre compte de certains des problèmes les plus complexes en sciences humaines, tels que les phénomènes de création-diffusion d'innovations qui se situent à l'intersection de l'économie, de la gestion et de la sociologie. Ainsi, au fur et à mesure que l'on complexifie le contexte dans lequel on étudie la notion de réseau, on met en évidence des phénomènes spécifiques de plus en plus riches (irréversibilités locales, percolation, externalités de réseau, etc.).

Cette contribution s'efforce ainsi de caractériser ces phénomènes propres à l'utilisation du concept de réseau, en situant leurs conditions précises d'émergence.

Cette démarche s'écarte volontairement d'autres approches possibles de la notion de réseau comme celles qui s'attachent à définir une typologie ou une morphologie des réseaux, à modéliser les réseaux physiques de distribution, ou à caractériser les propriétés des réseaux (stabilité, redondance, etc.).

Les propriétés physiques de base (connexité, attractivité, percolation)
Dans sa forme la plus élémentaire, la notion de réseau rend compte d'un ensemble d'entités données reliées entre elles par un ensemble de relations également données.

Les **entités** jouent le rôle de véritables «boîtes noires», dont la nature est indépendante de la nature des relations, qui sont dépourvues de fonction objectif. Ces entités peuvent être, à ce stade le plus élémentaire, soit des «états de la nature» (la machine «marche» ou «ne marche pas»), soit plus généralement des «noeuds» d'entrée et sortie de flux (de communication, de transports, de fluides, etc.) d'un bien homogène, ces noeuds faisant office de «boîte de communication» pour la circulation de ce bien. Ces noeuds correspondent soit à des points réels dans un espace donné (par exemple, lieux de stockage d'un bien donné) ou à des points fictifs ou virtuels dans certains contextes (par exemple la matérialisation d'une activité dans un diagramme de PERT).

Les **relations** entre les entités représentent des intensités de liaison qui traduisent une «distance» entre ces noeuds. Cette distance peut être appréhendée en termes de mesure classique euclidienne (dans le cas d'un réseau de transport), de mesure de distance plus complexe, de mesures de capacité, de mesure de temps, ou encore de probabilité (dans le cadre, par exemple, d'un problème de type markovien), etc. Ces intensités sont supposées être fixées a priori et stables dans le temps.

Les représentations de ces réseaux, en termes de graphes ou de matrice de transition, sont bien connues. Néanmoins, il est important de souligner qu'à ce stade élémentaire, le recours à la notion de réseau est

déjà suffisamment puissant pour rendre non seulement compte de la «cartographie» de phénomènes complexes, mais surtout permet dans un contexte dynamique de mettre en évidence des **propriétés spécifiques**. Les propriétés spatiales des réseaux (géographiques) expérimentent les phénomènes de connexité, de convexité (chemins alternatifs) ou de modalité (importance de certains noeuds par rapport aux autres). Mais c'est dans leur version dynamique qu'apparaissent les propriétés les plus remarquables : les résultats classiques de la théorie des graphes montrent la possibilité de distinguer, dans une optique dynamique, des propriétés «d'attracteurs» (d'états absorbants) ou d'un ensemble d'états absorbants qui matérialisent l'existence d'**irréversibilités** dans l'évolution du système considéré.

De manière plus générale, des instruments mathématiques bien rodés permettent de décrire de manière très fine la morphologie des différentes entités composant le réseau à partir des «distances» données au départ (classes d'équivalence, états de transition, temps de transition, etc.).

Une première façon d'enrichir la représentation est de supposer, tout en maintenant la **nature** des relations entre entités inchangées, que l'**intensité** des relations puisse varier; cette variation étant généralement bornée par une valeur supérieure (capacité). Le réseau devient alors outil de simulation, permettant par exemple d'identifier les différentes configurations possibles de circulation d'un flot donné dans un réseau de liaisons présentant des capacités maximales données. Muni de ces caractéristiques élémentaires, la notion de réseau permet dans une optique dynamique de rendre compte de propriétés spécifiques d'irréversibilités, et notamment de phénomènes de **percolation**.

La **percolation** est un phénomène qui a été mis en évidence en 1956 par les anglais J. M. HAMMERSLEY et S. R. BROADBENT, et qui traduit un phénomène de contagion désordonné où l'agglomération de micro-variations sur un réseau peut provoquer un effet de seuil et la modification qualitative de l'ensemble du réseau. La transition par phase de percolation s'observe dans des phénomènes physiques variés. Le principe de cette transition de phase peut être exposé de la façon suivante : un système de nature quelconque est composé d'éléments

entre lesquels peuvent exister un certain nombre de liaisons. La forme et le nombre maximal de ces liaisons sont des données spécifiques à chaque cas étudié. Si l'on augmente de façon aléatoire le nombre de liaisons reliant effectivement les différents éléments du système, il existe un seuil, défini par une proportion bien déterminée, à partir duquel le système dans son ensemble acquiert (ou perd) une caractéristique supplémentaire. Le phénomène a notamment été étudié pour la conductivité électrique et pour diverses formes de transmission.

Le graphique 1 suivant illustre ce principe dans le cas de liaisons qui ne peuvent être qu'«horizontales» ou «verticales». Chaque fois que le nombre de liaisons augmente, la «consistance» de l'ensemble des éléments augmente également, et le nombre des groupes séparés diminue. Au-delà d'un certain seuil, appelé **seuil de percolation**, un élément quelconque du système peut être atteint à partir de n'importe quel autre élément. En d'autres termes, une diffusion à travers tout le système est maintenant rendue possible.

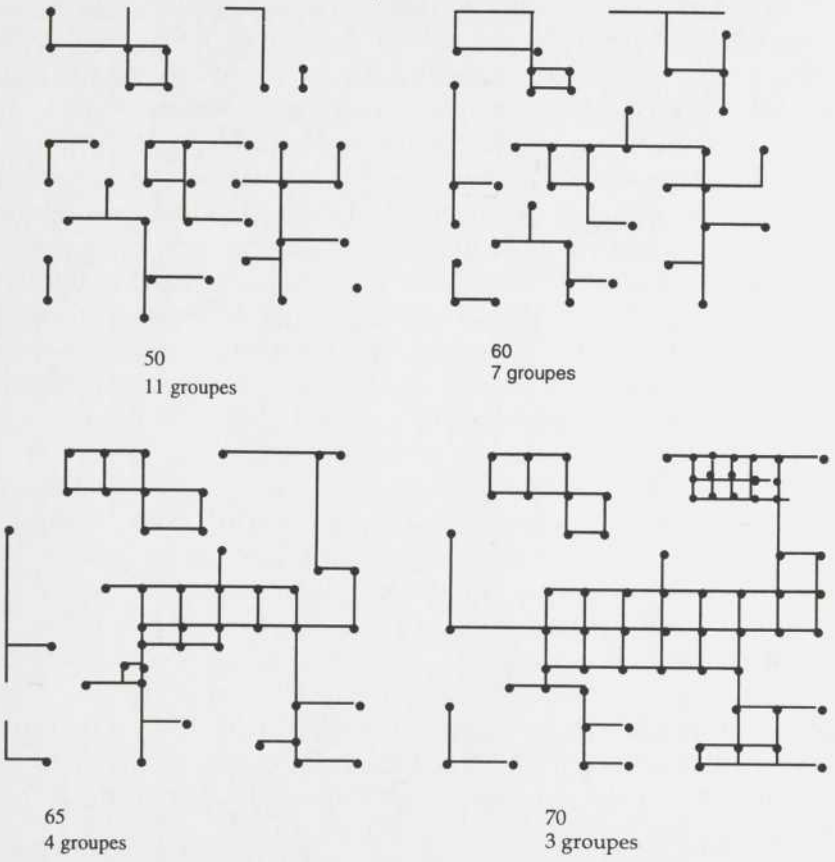
La valeur «critique» p_c, qui marque le seuil, la frontière entre amas disjoints et amas percolants, dépend de la forme du réseau. Au voisinage du seuil de percolation, les différences entre systèmes variés s'estompent et tous présentent un comportement véritablement universel, leurs propriétés appartiennent à des lois globales. Un certain nombre de résultats majeurs ont pu être démontrés.

- En moyenne, la taille du plus gros amas augmente quand on augmente le nombre de liaisons (dans l'exemple précédent), suivant une loi mathématique simple : si p désigne la proportion des liaisons, elle est inversement proportionnelle à $[p-p_c]^{y}$, y étant «l'exposant critique» qui prend la même valeur, quel que soit le type de percolation considéré.

- La dynamique de la propagation est telle qu'à nouveau un exposant universel apparaît lorsqu'on est près du seuil : juste au-dessous du seuil, la vitesse est proportionnelle à l'écart au seuil, élevé à une puissance de l'ordre de 0.17.

Graphique 1

Formation des ¨régions¨ par accumulation des liaisons dans le modèle de percolation



Le recours au modèle de percolation devrait, en toute rigueur, se limiter aux réels modèles physiques. Mais d'autres sciences sont tentées, au moins en termes analogiques, d'utiliser le concept de percolation pour rendre compte de l'évolution de phénomènes complexes. Ainsi, dans l'étude du changement technique, l'idée de percolation est utile pour expliquer comment l'accumulation de changements mineurs peut donner lieu à un changement technologique majeur, autrement dit

comment une succession d'innovations incrémentales peut engendrer une innovation radicale.

La représentation des acteurs sur un réseau

Dès lors que l'on considère des réseaux sociaux, - où les individus ou les groupes sociaux sont les points du réseau et de lignes celles de l'interaction ou de la communication liées à des relations sociales - on passe à un degré plus élevé de complexité, et à des représentations de réseaux qui font apparaître de nouveaux phénomènes spécifiques. Les acteurs qui interagissent sur un réseau sont, selon les disciplines, les individus ou les groupes mêmes (les producteurs, les consommateurs, etc. en économie) qui sont à la base des études de comportement de ces disciplines. La notion de réseau offrant, dans ces cas, une manière de voir, une «perspective» nouvelle qui peut enrichir sensiblement les acquis de ces disciplines. Cependant, la prise en compte des réseaux met en lumière des acteurs spécifiques, dont le comportement est intrinsèquement lié aux caractéristiques du réseau, notamment les «abonnés», et les opérateurs de réseau.

L'introduction supplémentaire d'une **fonction objectif**, assignée à la conduite du réseau (maximisation d'un flot, optimisation de la distribution sur des points de stockage, minimisation des coûts de communication, etc.) est un premier pas de complexification des formes élémentaires des réseaux décrits ci-dessous qui permet d'aborder un nombre considérable de problèmes concrets, notamment en économie. L'introduction de fonctions objectifs peut s'effectuer soit d'une manière simple avec la fixation d'un objectif unique pour l'ensemble du réseau, soit d'une manière plus complexe avec la fixation d'objectifs différenciés en des noeuds différents du réseau.

Les «abonnés» (ou adopteurs) et le phénomène d'externalité de réseau

La prise en compte d'«abonnés» sur un réseau correspond à l'étude de nombreux cas où l'on est en présence d'une population homogène qui se caractérise par une forme assez particulière de comportement de consommateur : ce contexte fait apparaître une des caractéristiques majeures des réseaux : la notion d'**externalité** de réseau. Ce phénomène constitue un cas d'externalités de consommation à travers une interdépendance des décisions de consommation individuelle. Une

externalité de réseau est **positive** si la valeur d'un bien ou d'un service pour un utilisateur croît quand il est acheté et consommé par d'autres utilisateurs. Ainsi, dans le cas d'un réseau téléphonique, un nouvel abonné augmente pour chaque usager l'utilité de son propre appareil. Inversement, l'externalité peut être négative s'il y a **baisse de la valeur d'un bien** ou d'un service (pour un utilisateur) liée à l'accroissement du nombre des utilisateurs (par exemple, dans le cas de l'encombrement du réseau routier).

Le phénomène d'externalité de réseau n'est pas propre à l'étude d'abonnés pure à un bien homogène. Il a été l'objet de développement important pour expliciter certains phénomènes innovatifs. L'analyse du processus de création-diffusion de technologie a fait, au cours des années récentes, des progrès considérables. Les recherches sur la modélisation des externalités de réseau -menées aux États-Unis par des auteurs tels que M. Katz, C., Shapiro, B. Arthur et P. David, ou en France par des auteurs tels que L. Benzoni, L. Gilles, M. Callon ou D. Foray - ont totalement renouvelé les résultats de la théorie traditionnelle qui étaient fondés sur la loi des rendements décroissants pour expliquer le processus de compétition entre technologies. La notion d'externalité de réseau traduit alors un phénomène d'interdépendance des décisions d'adoption individuelle, qui est tel que la valeur d'une technologie croît pour un adopteur lorsque cette technologie est adaptée par d'autres adopteurs. À partir de ce principe, il devient possible d'expliquer certains des mécanismes les plus complexes de sélection des technologies, en montrant l'importance des phénomènes d'auto-renforcement, de masse «critique» pour exploiter la dynamique des réseaux, d'historicité des décisions, de fabrication d'irréversibilités locales et de phénomènes de percolation. Ces travaux débouchent sur une réflexion plus large portant sur la notion de standard, en démontrant qu'en grande partie ceux-ci sont constitués «de fait» par l'irréversibilisation des décisions agrégées d'adoption.

Dans ce contexte d'externalité simple (ou directe) de réseau, la question majeure est celle de la constitution d'un réseau par l'obtention d'une taille critique de la demande. L'existence d'une masse critique minimale, afin d'obtenir une auto-croissance de la demande par effet «boule de neige», étant l'un des résultats les plus remarquables découlant de

l'étude de telles situations. Dans cette conception, on a considéré jusqu'ici la population des usagers du réseau comme une population homogène dont le seul critère d'abonnement (ou d'adoption) est celui du «parc» de ceux qui sont déjà donnés. Si cette conception présente l'avantage d'introduire des notions fondamentales pour la richesse de représentation de la notion de réseau, en posant au-delà même de la notion d'externalité de réseau, celle de **valeur du «ticket d'entrée (ou de sortie)»** du réseau, pour un nouvel abonné, il faut cependant remarquer qu'elle s'appuie sur une notion tout à fait rudimentaire du concept de réseau, réduit ici au seul paramètre - la valeur du parc, passée ou anticipée - sans que généralement les autres caractéristiques du réseau (morphologie, distance entre les consommations, etc.) soient réellement prises en compte.

Mais l'hypothèse la plus simplificatrice porte sur le comportement même des adopteurs. Celui-ci est supposé généralement relativement pauvre : ainsi, soit la décision d'adoption est fondée sur l'anticipation parfaite de la taille du réseau [cas du modèle de M. Katz, C. Shapiro] par les consommateurs-abonnés qui doivent donc prendre leur décision avant que la taille effective du réseau soit connue; soit, la décision d'adoption est fondée sur l'évaluation à une période donnée de la valeur du réseau en fonction de la seule taille du réseau à la période précédente [modèle de B. Arthur].

Dans ce dernier processus séquentiel d'adoption de technologies, le comportement des consommateurs-abonnés est quasiment mécanique. Le phénomène d'irréversibilité localisé repose sur les choix initiaux de certains acteurs et permet d'expliquer que certaines technologies «moins efficaces» que d'autres soient définitivement choisies, échappent en quelque sorte au contrôle ou à l'examen des intéressés. Une analyse approfondie du comportement des adopteurs est ici nécessaire pour tenter d'enrichir le modèle à travers notamment une réflexion sur la rationalité et la cohérence des choix d'adoption. C'est cette analyse qui est plus particulièrement développée ci-dessous. Dans une large mesure, l'interrogation portée se centre sur l'interaction entre comportements individuels et «collectifs» sur un réseau.

Rationalité et irrationalité des adopteurs (abonnés) pour un réseau
Les hypothèses simplificatrices sur le comportement des adopteurs potentiels généralement acceptées par les travaux sur les externalités de réseau laissent dans l'ombre plusieurs questions d'importance. En particulier, les raisons mêmes qui fondent l'irréversibilisation des choix ne sont pas expliquées car il est raisonnable de supposer que, même si l'adopteur effectue son choix pour une technologie en fonction de la taille du réseau, pourquoi ne pourrait-il pas revenir sur sa décision à un moment ultérieur s'il a la preuve qu'une autre technologie est «meilleure»? En d'autres termes, comment expliquer cette fidélité sans faille à un réseau, une fois qu'on y a adhéré? Pour répondre à cette question, si l'on admet que, pour un adopteur potentiel, le processus d'adoption correspond à un choix dans un contexte dynamique, la théorie des choix dynamiques permet d'éclairer certains aspects de ce problème.

La théorie standard des choix suppose que, dans un contexte dynamique en avenir incertain, un agent rationnel peut effectuer un choix optimal à la période initiale, où il tient compte de toutes les contingences et de tous les états possibles de l'information. Il ne peut donc pas être confronté ex post à une situation dans laquelle son choix optimal se trouverait dans un ensemble d'opportunités non disponibles. «Si on lui fournit l'occasion de revoir sa stratégie à une date future, il refusera cette proposition en affirmant que la stratégie qui a été adoptée par le passé est toujours optimale à ce stade de son problème de décision» [M. WILLINGER, 1990, p. 810].

La théorie standard postule donc dans des conditions parfaites la cohérence dynamique des préférences, dans le sens où les préférences ex post d'un agent économique coïncident avec ses préférences ex ante. Cependant, l'existence de cette situation idéale de «planification exhaustive» où les plans ex post coïncident avec les plans «ex ante» n'est pas toujours satisfaite. L'agent peut ne pas avoir pris en compte toutes les dates futures, ou tous les états de l'information possibles. Il peut se trouver dans un contexte où il «regrette ses choix antérieurs et désire changer sa stratégie» [M. WILLINGER, op. cit.]. Le problème de la **cohérence** des plans individuels inter-temporels est ainsi posé, en considérant qu'un agent cohérent est un agent qui tient compte des

périodes futures lorsqu'il prend sa décision courante et, de ce fait, se tient à sa décision initiale et adopte donc une stratégie pour l'ensemble de l'horizon de planification et les différentes contingences.

R. STROTZ, le premier (1956) a montré qu'un agent rationnel pouvait présenter une incohérence inter-temporelle, en s'attachant au cas d'un consommateur qui cherche à maximiser son utilité en présence d'une fonction d'actualisation évolutive. Il montre que celui-ci généralement renie son plan optimal, établi à l'origine. Selon lui, l'incohérence temporelle qui ressort du comportement de l'individu qui n'actualise pas tous ses plaisirs futurs à un taux constant provient de ce qu'un tel individu peut être considéré comme constitué d'une infinité d'individus se succédant dans le temps, avec la même fonction d'utilité, mais un taux d'actualisation différent. Pour un individu qui reconnaît ce conflit et voudrait chercher à sortir de cette impasse, R. Strotz propose deux solutions : soit choisir à un moment donné une stratégie et s'y tenir. La décision prise devient, d'une certaine façon, irrévocable (et Strotz souligne que les agents seraient même prêts à payer pour s'engager de cette façon); soit se résigner au conflit inter-temporel en reconnaissant qu'un plan optimal à chaque période ne peut être réalisé et qu'il faut «apprendre à choisir l'action actuelle qui apparaîtra la meilleure, compte tenu de sa désobéissance future». Son problème est de choisir le meilleur sentier parmi ceux qu'il désirera effectivement suivre. En tout état de cause, si l'individu dont le taux d'actualisation varie dans le temps ne reconnaît pas l'existence de ce conflit inter-temporel, son attitude devient incohérente.

À la suite de STROTZ, P. HAMMOND (1976, 1988) fonde la cohérence dynamique à partir du «postulat conséquentialiste». Selon cette hypothèse de comportement dans les problèmes dynamiques, l'agent cohérent cherche à éliminer tout changement potentiel de ses plans dans le futur, et se contraint à respecter sa stratégie initialement définie, afin d'éviter d'être incohérent dans le futur par rapport à sa décision passée. Il y a donc formation d'une «**irréversibilité subjective**» qui se traduit par l'adoption de stratégies de «préengagement» en ce sens que les agents s'engagent ex ante à respecter ex post leur choix planifié. L'intérêt de la proposition de P. Hammond est de montrer que si les agents se contraignent au postulat conséquentialiste et ne révisent pas leurs

plans, alors ils se comportent, conformément à l'hypothèse de l'utilité espérée car l'hypothèse conséquentialiste implique l'axiome d'indépendance.

Même si le débat amorcé par les travaux de R. Strotz et P. Hammond demeure encore largement ouvert[1], on retiendra de cette réflexion sur le comportement des individus que ceux-ci peuvent, dans un contexte dynamique, présenter une tendance naturelle et individuelle à «s'auto-enfermer» sur leur décision. Resituée dans le contexte des externalités de réseau et des rendements croissants d'adoption, cette propriété suggère que dans les phénomènes de lock-in, il y a deux composantes : d'une part, une composante due à la taille du réseau et qui traduit un phénomène «d'agglomération» progressive et, d'autre part, une composante due au comportement conséquentialiste des agents et qui est susceptible d'expliquer la fidélisation des agents au réseau, même si ces derniers sont en présence d'informations qui leur prouveraient, au moins temporairement, qu'une autre technologie est «meilleure». Ces deux composantes joueraient séquentiellement dans le temps de la manière suivante : la perception de la taille du réseau serait le facteur «déclenchant», le comportement conséquentialiste jouant le rôle de «fidélisation» par rapport à la décision prise d'adhérer au réseau. L'hypothèse conséquentialiste semble particulièrement importante pour expliquer le comportement des «premiers adopteurs», ceux qui interviennent au moment où le phénomène d'irréversibilité locale prend forme autour de la constitution d'une masse critique. À ce moment-là, l'effet taille du réseau est faible et ne peut fournir à lui seul une explication convaincante du préengagement d'agents économiques dans un contexte d'information très incertain.

Cohérence inter-temporelle de l'adopteur et irréversibilité

Jusqu'à présent, il a été supposé que l'agent pouvait se créer sa propre irréversibilité subjective en «s'enfermant» sur sa décision mais, en revanche, dans les alternatives de son choix, il n'était pas confronté à des modalités irréversibles du choix. De manière concrète, s'il avait à choisir entre deux technologies, on supposait que les deux options de

---

1- Ce débat, dominé notamment par les travaux de M. MACHINA (1989), pose entre autres le problème de la compatibilité entre rationalités (bernouillienne, allaisienne, autre, etc..) et cohérence dynamique.

choix restaient toujours disponibles pour l'individu. Si l'on suppose, en revanche, qu'une option risque de disparaître définitivement (parce que, par exemple, un standard s'est définitivement imposé), alors l'agent se trouve en présence d'une irréversibilité «objective» due à la disparition d'une option de choix (à une réduction de son ensemble de choix). On retrouve le contexte de «l'effet irréversibilité» mis en évidence, à l'origine, par K. ARROW et A. FISCHER (1974) et C. HENRY (1974), qui montrent que les agents rationnels sont disposés à payer un surcoût, appelé valeur d'option, pour préserver les options de choix les moins irréversibles pour le futur. Ces agents sont donc prêts à payer un certain montant pour ne pas s'engager immédiatement dans une stratégie irréversible, dans l'hypothèse où l'incertitude portant sur les événements futurs se résorbe en partie avant les choix futurs. Le problème de la superposition d'un comportement de conséquentialisme, qui exprime une préférence pour des stratégies irrévocables, avec une préférence pour la flexibilité qui naît d'anticipation d'information en présence d'incertitude et d'irréversibilité, est donc posé, en traduisant apparemment un «conflit des agents avec eux-mêmes», entre leur volonté de maintenir l'éventail de leur choix (et donc de freiner une contraction de leur panier d'options), et leur volonté d'être cohérents dans un contexte dynamique.

Selon M. Willinger (op. cit., 1990), un compromis entre l'hypothèse de cohérence dynamique et l'hypothèse de préférence pour la flexibilité n'est pas impossible. Un agent peut réviser occasionnellement sa stratégie et être légèrement irrationnel... si les agents ne sont pas myopes, ils planifient rationnellement une révision potentielle de leur stratégie à une date future lorsqu'ils définissent leur plan d'action optimal dans le présent. Le comportement de ces agents est donc conforme à la fois à l'hypothèse de préférence pour la flexibilité et à l'hypothèse de cohérence dynamique.

Dans le contexte des phénomènes d'adoption de technologies, le compromis ci-dessus est à rechercher entre les comportements suivants: d'une part, le comportement «d'irréversibilisation subjective» qui consiste à se tenir au choix d'une technologie pour rester cohérent et, d'autre part, le comportement qui vise à éviter une irréversibilité «objective» se traduisant par une contraction du nombre de

technologies en compétition. Ce dilemme peut cependant s'éclairer si l'on considère les deux formes concrètes qui peuvent revêtir le phénomène d'irréversibilité par réduction de l'espace des choix. Soit, en effet, l'irréversibilité est certaine et l'individu sait qu'une modalité de son choix éteindra l'une des options possibles du choix (réduira la variété), soit il n'y a que **risque** d'irréversibilité sans que l'agent ait la certitude qu'une des modalités de son choix est réellement irréversible.

Cas de l'«irréversibilité certaine»
Lorsque l'agent sait qu'une des modalités de son choix est irréversible, on est dans le cas sûr de la valeur d'option analysé par K. Arrow et A. Fischer, et C. Henry. La problématique correspondante, dans les modèles d'adoption, est celle du moment du choix de la standardisation, où le choix d'un standard correspond de fait à l'élimination d'autres options technologiques. Ce cas est naturellement fortement hypothétique dans le cas du phénomène d'adoption. Il correspondrait, en quelque sorte, à «l'ultime étape» du processus d'adoption par un adopteur représentatif. Mais il présente le mérite de faire clairement apparaître la réticence à réduire la variété des choix. Toute décision irréversible de choix d'un standard devrait ainsi prendre en considération cette propension à payer des adopteurs potentiels (valeur maximale qu'ils sont prêts à payer pour maintenir la variété), en attendant des informations supplémentaires. L'importance de la valeur d'option dépend d'un grand nombre de facteurs. Le calcul même de la valeur d'option montre que celle-ci est directement dépendante du regret que peut ressentir le décideur ex post d'avoir choisi à tort la décision de standardiser (irréversible).

On peut aussi conjecturer, dans le cas du choix de technologies, que le phénomène de standardisation sera d'autant plus facilement accepté que les technologies sont «proches» (ont des caractéristiques voisines). À l'inverse, on peut émettre l'hypothèse que, lorsque les technologies en compétition ont des caractéristiques très différentes (dans le cas de la compétition entre deux technologies seulement), ou lorsque la technologie «sacrifiée» n'a pas de technologie «voisine», alors un comportement accordant une valeur plus grande à la préservation est probable. «*When any species becomes extinct, the loss of diversity equals the species distance from its closest relative, and this myopic*

formula can be repeated indefinitely over any extinction pattern because any sub-evolutionary tree of an evolutionary tree is also an evolutionary tree. When a species becomes extinct, the loss of diversity is calculated as if its evolutionary branch were shapped off the rest of the tree and discarded» (M. WEITZMAN, 1992, p. 372).

Cas du «risque d'irréversibilité»

Le cas de l'irréversibilité certaine est une situation extrême. Dans la plupart des contextes d'adoption de technologie, les adopteurs potentiels ne sont pas certains que la technologie qu'ils adoptent finira par s'imposer comme standard. Le décideur n'est en général même pas conscient qu'il contribue à créer des irréversibilités par ses décisions, mais si chaque décideur tend à adopter la même technologie, de fait l'irréversibilité se créera au niveau global. Il y a donc risque d'irréversibilité. Ce phénomène a été initialement étudié par A. KAHN (1966) sous le nom de «tyrannie des petites décisions». Il a ainsi montré comment un grand nombre de «petites décisions» peuvent, lorsque leur perspective temporelle est limitée, conduire à des transformations irréversibles non anticipées. Supposons que les consommateurs aient, sur un marché particulier, le choix entre une option x et une option y. Alors, si chaque fois que le choix entre x et y se présente, les consommateurs choisissent x, il devient possible qu'à terme l'option y disparaisse. L'auteur explique par ce phénomène la disparition de la ligne de chemin de fer reliant Ithaque, une petite bourgade de la banlieue de New York au centre de la mégapole. Les habitants d'Ithaque ont dans une très large majorité opté pour le transport individuel, entraînant par là même la disparition de la ligne qu'ils ont alors amèrement regrettée. «Chaque choix de x contre y constitue aussi un vote pour éliminer la possibilité de choisir par la suite y, si suffisamment de gens votent pour x, chaque fois en supposant que l'option y demeurera disponible, y peut en fait disparaître (A. KAHN, op. cit., p. 27). Ce phénomène (proche du concept de percolation en physique) montre de quelle façon des décisions microscopiques a priori réversibles peuvent donner naissance à une transformation macroscopique du système entier, qui interdit tout retour à la situation antérieure.

L'application du principe de la «tyrannie des petites décisions» aux cas des phénomènes d'adoption de technologies est immédiate. Le choix

d'une technologie donnée n'est généralement pas effectué par les agents économiques avec la conscïence que ce choix peut contribuer à éliminer une technologie rivale. Or, c'est pourtant ce qui risque de se produire, d'autant plus que la technologie rivale sera peu utilisée et ne pourra donc pas révéler ses caractéristiques. Une technologie non utilisée, est en effet une technologie qui finit par s'appauvrir, et par disparaître. À l'inverse, le choix définitif d'un standard finit par révéler des potentialités cachées de la technologie à travers un processus d'apprentissage par l'usage (qui s'étendrait à un processus d'apprentissage par interactions, si on étendait les modèles de création-diffusion).

Un deuxième cas de figure est celui où les agents sont conscients du risque d'une irréversibilité (conscient qu'un standard puisse être définitivement adopté), mais pas certains. Ce type de modèle a été abordé à l'origine par W. Viscusi et R. Zeckhauser de la façon suivante : supposons que le décideur puisse fonder sa décision grâce à des informations sur les «états» du monde indiqués par une matrice de Markov (où chaque ligne indique la probabilité de passage d'un état particulier à un moment particulier, à un état donné à la période suivante). Viscusi et Zeckhauser définissent une irréversibilité potentielle, comme l'existence d'un état absorbant ou d'un ensemble d'états absorbants à l'intérieur de la matrice markovienne de transition. Ils supposent qu'il y ait une ligne au moins de la matrice possédant une probabilité non nulle d'être de la forme (0,0...1...0). La valeur 1 en ième position signifiant que l'état 1 est absorbant. En supposant que le décideur dispose de deux stratégies, l'une «conservatrice» (qui implique un risque moins grand d'aboutir à l'état irréversible) et l'autre «risquée», les auteurs montrent qu'un décideur peut préférer dans une optique séquentielle, utiliser la stratégie «risquée», même si la stratégie conservatrice offre une valeur actualisée plus grande que toute autre stratégie non séquentielle. Une stratégie séquentielle incluant l'alternative «risquée» permet d'apprendre si le caractère irréversible existe ou non (ou, du moins, d'apprendre plus sur la vraisemblance du phénomène) avant de se décider.

Les comportements d'adoption sur un réseau

L'examen attentif du comportement des adopteurs contribue à enrichir les modèles d'adoption de technologies. Le point central de l'étude est le phénomène de cohérence inter-temporelle des choix en avenir incertain, dont on a montré qu'il tendait à renforcer les effets de lock-in dus aux externalités de réseau, et à expliquer les formations d'irréversibilités locales, notamment au début de la phase d'adoption. La cohérence inter-temporelle des choix incite l'agent économique à devenir «opaque» aux informations concernant les technologies rivales, une fois qu'il a adapté une technologie donnée.

Une seule dimension cependant de la cohérence a été ici étudiée : la cohérence inter-temporelle. Il resterait à analyser la cohérence «spatiale» pour précisément réintroduire la structure des réseaux dans le comportement des adopteurs. Le travail de M. Callon sur ce thème (M. Callon, 1991) est une avancée significative, à travers l'introduction de la notion de réseaux de similitude qui se transforment en même temps que le processus d'adoption avance. Dans ce contexte, la forme de la fonction de probabilité liant indices de similitude et décisions d'adoption est décisive pour expliquer la dynamique d'évolution, en respectant la cohérence «spatiale des adopteurs». Selon la forme de cette fonction de probabilité, on voit se dessiner des évolutions qui renforcent les structures existantes ou, au contraire, affaiblissent les liens préexistants.

Naturellement, ces modèles peuvent engendrer des configurations telles qu'à un moment du temps, plusieurs réseaux d'adopteurs de technologies rivales sont en présence. Dans ce cas, l'issue du processus est très incertaine et peut se matérialiser soit par la coexistence de plusieurs standards (avec, éventuellement, des «gateway technologies»), soit par la domination finale d'un standard particulier. Seules, semble-t-il, des procédures de simulation permettent aujourd'hui d'avancer dans ce contexte.

Le comportement des adopteurs devient plus complexe lorsqu'elle est introduite la problématique de l'irréversibilité (en l'occurrence, le fait qu'un standard s'impose définitivement, donc à un moment où la technologie est relativement «mature»). Les résultats de la théorie des

choix en présence d'irréversibilités montrent que les agents expriment en général une incitation à maintenir la variété (pas nécessairement dans le sens de modifier leur choix, mais dans le sens de la préservation d'autres technologies que celles qu'ils ont adoptées pour que l'option soit maintenue). Néanmoins, en dehors du cas où l'irréversibilité est certaine (au moment où l'on va passer au standard), les autres cas (ceux où les agents ne sont pas conscients de l'existence d'irréversibilité, ou ceux où il existe seulement un risque d'irréversibilité) montrent que le passage à un standard de fait (par agglomération de petites décisions, par exemple) peut s'effectuer brusquement. Naturellement, l'analyse précise des phénomènes de standardisation suppose que l'on introduise aussi le comportement des offreurs de technologies et que l'on considère donc de véritables modèles de création-diffusion.

L'opérateur de réseau et la gestion des réseaux techniques

Le deuxième acteur spécifique d'un réseau est l'opérateur de réseau. En réalité, la présence de ce personnage apparaît déjà dans la plupart des contextes classiques de la recherche opérationnelle, où l'on se réfère généralement implicitement à l'introduction d'une fonction-objectif assignée à la conduite du réseau (maximisation d'un flot, optimisation de la distribution sur des points de stockage, minimisation des coûts de communication, etc.).

Dans ces cas, l'objectif de conduite du réseau est généralement un objectif global (se déclinant éventuellement en des sous-objectifs locaux «additifs»). La recherche d'optimisation s'effectue alors avec une hypothèse implicite (ou rarement explicitée) qui est la suivante : tout se déroule comme s'il y avait un gérant unique du réseau qui s'était «approprié» celui-ci, ou qui est le représentant de l'intérêt collectif (hypothèse implicite d'un monopole institutionnel).

Mais la place et le rôle de l'opérateur de réseau prennent une importance particulière dans la gestion des réseaux techniques, où interviennent des acteurs hétérogènes (abonnés, prestataires de service, producteurs, etc.). Les opérateurs de conduite de réseaux techniques (type réseau électrique ou réseau de télécommunications), la répartition des activités et des rôles dans ces réseaux, les aspects de réglementation

et de tarification prennent une importance aujourd'hui considérable avec le développement des réseaux d'infrastructures.

Le modèle de réseau s'est, à ce stade, suffisamment complexifié pour introduire le besoin «d'une référence pédagogique» qui renferme les différentes situations et propriétés que l'on cherche à exprimer. L'une des applications classiques les plus utilisées est celle de la représentation des réseaux de télécommunications. Souvent présenté comme l'archétype du réseau technique, le réseau de télécommunications révèle plusieurs propriétés importantes :

-il met en oeuvre deux types de techniques que l'on peut, en première approximation, considérer comme disjointes : les techniques de transmission pour véhiculer un signal le long des «artères» ou «arcs» (relations). Ces techniques exhibent généralement des rendements d'échelle croissants. Les techniques de consommation, pour établir l'itinéraire emprunté par le signal le long du réseau. La fonction de commande du commutateur exhibe généralement des rendements d'échelle croissants; en revanche, le réseau de connexion du commutateur présente plutôt des rendements d'échelle décroissants.

À la dualité des techniques, transmission et commutation, correspond une dualité de fonctions : celles de routage et d'acheminement qui, en pratique, incitent à décomposer le réseau en deux sous-réseaux : d'une part, le réseau de routage, dont les arcs sont les supports de transmission et dont les noeuds sont les équipements d'extrémité de ces supports d'équipements en charge de la modulation et du multiplexage des signaux; d'autre part, le réseau d'acheminement, dont les noeuds sont les commutateurs et dont les arcs sont les circuits devant être routés entre ces commutateurs.

- Il exhibe généralement des économies d'échelle globales par rapport au volume du trafic (pour un accroissement de la dépense de 10%, il est en moyenne possible d'écouler 15% de trafic supplémentaire). Mais ces économies d'échelle sont compatibles avec des économies de **variété ou d'envergure**, provenant des effets de synergie entre les différents types de prestations le long du réseau.

- Il est le lieu élémentaire d'examen de l'opportunité, des modalités et des conséquences d'un partage concurrentiel des activités. C'est à ce stade qu'émergent des questions majeures liées à la représentation en réseau, et que l'on peut résumer à plusieurs dimensions principales:

- le statut et la nécessité de l'opérateur «dominant», où de multiples formes sont proposées du monopole public, au statut d'entreprise de droits privés. En filigrane de ce débat où intervient l'idée d'appropriation, on retrouve les problèmes classiques de déréglementation des réseaux de transports ou de télécommunications. - la structure de marché des entreprises présentes sur le réseau, et les phénomènes de concentration/déconcentration qui y sont liés - le mécanisme organisateur qui régit le marché.

Ce débat introduit le dilemme «mécanisme d'inspiration planificatrice et régulatrice versus mécanisme d'inspiration concurrentielle et incitative». Les recherches actuelles invitent à préconiser des situations monopolistiques sur les artères du réseau, et des situations de concurrence sur les noeuds de réseau :

- les situations conflictuelles d'interconnexion qui découlent de la mise en concurrence des réseaux, et qui posent le problème de la régulation de la concurrence entre opérateurs de réseaux et prestations de services à valeur ajoutée.

- le problème du positionnement sur le réseau pour un nouvel entrant. Ce problème soulève non seulement le choix du type d'activités (se situer ou non à un noeud du réseau et pour quel type de prestation), mais aussi celui de la localisation «optimale» de cette activité. On retrouve ici un problème analogue à celui de la recherche d'une localisation optimale dans le cadre d'un modèle d'équilibre général spatialisé.

L'introduction de fonctions objectifs, d'abord chez des acteurs «homogènes», puis «hétérogènes», a donc enrichi de manière significative la notion de réseau qui, jusqu'à présent, repose pourtant

toujours sur des relations dont la nature est connue préalablement (des actions de transmission d'information) et dont les entités ont des caractéristiques également probablement connues (une fonction objectif déterminée, un accès à une information composée pour le moment parfaite, etc.)

La richesse de propriétés exhibées à ce stade (externalités de réseau, valeur du ticket d'entrée sur un réseau, rente du fonctionnement du réseau, combinaison des économies d'échelle et de variété, choix normatif d'un opérateur de réseau, etc.) est certes remarquable et fait déjà apparaître un ensemble de résultats spécifiques à la notion de réseau qu'un autre type de représentation n'est pas ou peu capable de rendre, mais la puissance opératoire du concept demeure encore limitée à ce stade par l'hypothèse implicite que les agents disposent a priori de toute l'information nécessaire pour faire leur choix, et ne sont pas capables d'effectuer des processus d'apprentissage leur permettant à la fois de remettre en cause la nature de leurs objectifs et la nature des relations qu'ils établissent entre eux.

Les conséquences de ces hypothèses limitatives, c'est que jusqu'à présent la morphologie même du réseau, les distances entre entités, les modalités de relations entre entités influencent peu la dynamique du réseau et sa constitution. Les entités (offreurs et demandeurs) demeurent des «boîtes noires opaques» dont l'organisation interne reste indépendante des états du réseau. Les frontières demeurent donc clairement tracées entre les entités et le fonctionnement du réseau. L'organisation interne des acteurs est indépendante de l'organisation externe du réseau, les interactions entre agents ne s'inscrivent pas dans l'histoire du réseau; les phénomènes de "*pathdependency*" et d'irréversibilité s'introduisent certes, mais comme ils s'introduisaient déjà dans les formes primaires de la notion de réseau, d'une manière «aveugle» sans phénomène de rétroaction ou de compréhension de contrôle de ces dynamiques irréversibles par les agents.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ARROW, K., FISCHER, A., Environmental preservation, uncertainty, and irreversibility, *Quarterly Journal of Economics,*. 1974, mai.

BENZONI, L., GILLE, L., Approche économique de l'interconnexion des réseaux, Colloque ENSPTT. *Management des entreprises de réseau.* janvier. 1992.

CALLON, M., *Variété et irréversibilité dans les réseaux de conception et d'adoption des techniques*, Écoles des Mines. 1991.

COASE, R., The problem of Social Cost. *Journal of Law and Economics.* 1960.

COHENDET, M., HÉRAUD, J. A., ZUSCOVITCH, E., Apprentissage technologique, réseaux économiques et appropriabilité des innovations. dans *Technologie et la richesse des nations*, Document Foray et C. Freeman, Édition Économique. 1992.

DAVID, P., *Technical choice, innovation and the economic growth*, Cambridge University Press. 1975.

FORAY, D., *Choix des techniques, rendements croissants et processus historiques, dans la technoscience.* J. Prades, Éditions L'Harmattan.

GAFFARD, J. L., *De la substitution à la complémentarité : Proposition pour un réexamen de la théorie de la firme et des marchés*, Working Paper LATAPSES 9304. 1993.

HAMMOND, P., Changing tastes and coherent dynamic choice, *Review of Economic Studies.* 1976.

HAMMOND, P., *Consequentialism and the independance axiom, in Risk, Decision and Rationality*, B. Munier, Éditions Reidel Publications. 1988.

HENRY, C., Investment decisions under uncertainty : the irreversibility effect, *American Economic Review*, 1974, décembre.

KAHN, A., *The tyranny of small decisions*, Kyklos. 1966.

LLERENA, P., Décisions temporairement irréversibles : un modèle de valeur d'option relative, *Revue d'Économie Politique.* 1987

MACHINA, M., Dynamic consistency and non expected utility models of choice under uncertainty. *Journal of Economic Literature.* 1989.

OCDE. *La technologie et l'économie*, Paris. 1992.

POWELL, W. W., Neither markets non hierarchy : Network forms of organisation, in B.N. Straw et L., L. Cummings (eds), *Research in Organisational Behavior*, Vol. 12. 1990.

STROTZ, R., Myopia and inconsistency in dynamic utility maximisation, *Review of Economic Studies*. 1956.

WEITZMAN, M., On diversity, *Quarterly Journal of Economics*. 1992.

WILLINGER, M., Irréversibilité et cohérence dynamique des choix. *Revue d'Économie Politique*. 1990, novembre-décembre.

ACCÉDER A L'INNOVATION TECHNOLOGIQUE PAR LA COOPÉRATION INTERENTREPRISES

Dominique Jolly [1]
Professeur visiteur, 1993-1994
École des Hautes Études Commerciales, Montréal

Dans le secteur des matériels de reprographie, longtemps dominé par Xerox, c'est l'innovation technologique qui a permis à Canon de se tailler une place enviable dans le segment des copieurs personnels. La mise en oeuvre de cette stratégie s'est accompagnée de la conclusion de plusieurs alliances (Ghoshal et Ackenhusen, 1992). Dans le secteur des ordinateurs personnels, c'est aussi l'innovation technologique qui a permis à Apple de sortir au premier semestre de 1994 une nouvelle gamme de machines basées sur le Power PC, un nouveau microprocesseur Risc développé conjointement avec IBM et Motorola (Humbert et Jolly, 1993). C'est également l'innovation technologique (mais aussi commerciale) qui a permis à Swatch de remporter un franc succès à travers le monde avec des montres bon marché quoique fabriquées en Suisse (Taylor, 1993); dans ce dernier cas, la stratégie s'appuyait cependant sur une intégration poussée reposant sur les seules ressources de l'entreprise.

Résultant d'un effort de recherche planifié - ou fruit d'un heureux hasard! - l'innovation technologique est une arme stratégique puissante dès lors qu'elle est en adéquation avec les attentes du marché. Elle est un instrument du pouvoir concurrentiel et une source d'avantages concurrentiels pour l'innovateur, voire pour les suiveurs immédiats (Teece, 1986). Elle permet en effet d'augmenter le caractère distinctif (en jouant par exemple sur la performance) ou de diminuer le coût des produits offerts (Porter, 1985; Gilbert et Strebel, 1987). Si la compétitivité passe d'abord par l'innovation dans les secteurs de pointe (micro-électronique, informatique, télécommunications, aérospatiale, bio-industries, nucléaire...), l'innovation technologique joue aussi un

---

1- Professeur, Groupe ESC Grenoble, France. L'auteur remercie P., Carpentier, C., Demers et A., Noël pour leurs commentaires, critiques et suggestions sur des versions antérieures de ce texte.

rôle dans des industries traditionnelles (voir, par exemple, l'introduction du design assisté par ordinateur dans le textile).

Pour accéder à l'innovation technologique, l'entreprise peut innover elle-même ou s'approprier une innovation développée en dehors de ses frontières. Elle doit aussi décider si elle conduira l'opération seule ou en collaboration. L'ambition de ce texte est précisément d'analyser la coopération interentreprises comme voie d'accès à l'innovation technologique et de jeter un éclairage sur les conditions dans lesquelles se forment ces alliances[1]. A cet effet, une première section définit l'alliance interentreprises; nous verrons en particulier que des relations étroites entre deux parties ne sont pas une condition suffisante pour qu'on puisse parler d'alliance. La seconde section présente une typologie des différentes sources d'innovation technologique qui s'offrent à une entreprise. La dernière section explique pourquoi une firme recourt à la coopération technologique. Nous verrons que, contrairement à une opinion répandue, le monde de la coopération n'est pas seulement peuplé de firmes qui ne peuvent faire autrement que coopérer, mais qu'il existe des circonstances où coopérer résulte d'un véritable choix.

L'alliance interentreprises

Il existe une abondante littérature sur l'alliance interentreprises (voir, par exemple, la recension de Noël et Zhang, 1993). Ce foisonnement de travaux a certes nourri la réflexion. Mais l'engouement pour le sujet a parfois fait perdre de vue les bornes du champ couvert par les alliances interentreprises (la liste des manoeuvres regroupées sous le chapeau «alliance» est quelquefois si étendue qu'on en vient à se demander ce qui n'est pas une alliance!). Après avoir montré les limites de définitions trop extensives, nous proposerons d'abord quatre critères pour spécifier avec plus de rigueur les contours de l'alliance interentreprises

---

1- L'investigation poussée conduite par Hellman, Hovi et Nieminen (1992) montre que les termes « coopération» ou « alliance» sont le plus souvent utilisés de façon interchangeable. On devrait cependant apporter une distinction entre la conclusion d'une union (s'allier) et l'action de participer à une oeuvre commune (coopérer) -ainsi, il est possible pour un allié de faire preuve d'un comportement peu coopératif.

quelque soit sa finalité (R&D conjointe, approvisionnement commun, fabrication partagée, commercialisation croisée...). Nous poserons enfin quelques repères sur le champ des coopérations à caractère technologique.

Une définition de l'alliance interentreprises.
Le brouillard entretenu autour du mot alliance est patent lorsque le terme sert à qualifier toute transaction marquée par un minimum d'harmonie, d'empathie ou d'intimité entre les parties (c'est le péché mignon de la presse d'affaires). Le terme est tout aussi galvaudé lorsque l'octroi de licences ou l'acquisition d'entreprises sont assimilés à une alliance.

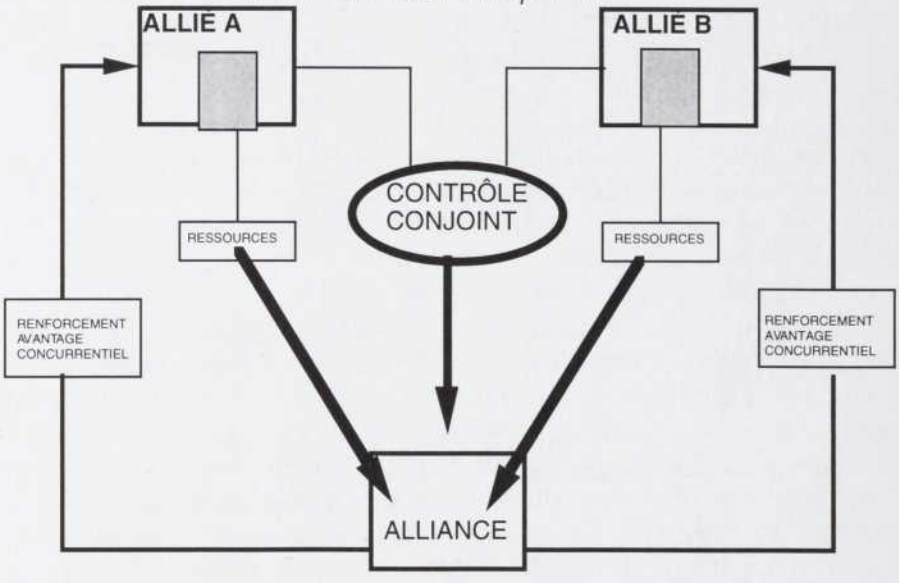
Lorsque Adler (1979) ou James (1985) font rentrer l'octroi de licences dans le champ des alliances interfirmes, ces auteurs font fi de l'action conjointe qui caractérise la coopération. Il n'y a pas d'oeuvre commune dans l'octroi d'une licence. C'est une transaction de marché où l'objet de la transaction est fourni unilatéralement à l'acheteur par le vendeur en échange d'une somme d'argent. Comme le précisent Jorde et Teece (1989), une partie à une alliance ne peut avoir pour seul rôle de recevoir des fonds. Pareillement, lorsque Roberts et Mizouchi (1989) assimilent la recherche sous contrat à une manoeuvre coopérative, ces auteurs oublient, comme le soulignent Perlmutter et Heenan (1986), que la réciprocité est une condition sine qua non de l'alliance. La recherche sous contrat n'est qu'une forme de sous-traitance ou d'«externalisation» de la R&D.

Il semble encore moins pertinent de qualifier d'alliance, comme le fait Tyebjee (1988), la prise de participation ou le rachat d'entreprise — quand bien même l'opération serait conclue dans le meilleur climat. En effet, la question du partage du pouvoir entre alliés, qui est au coeur des alliances, ne se pose guère dans le cas d'un rachat: c'est le «partenaire» acheteur qui dominera le «partenaire» acquis si les relations deviennent moins harmonieuses suite à un désaccord entre les parties. Faire rentrer dans le champ des alliances les opérations où une partie se retrouve subordonnée à une autre — ou voit son autonomie sérieusement entamée- semble donc abusif.

La représentation proposée au schéma 1 montre les relations de réciprocité et d'interdépendance nouées par des alliés dans la réalisation et le contrôle conjoints des destinées (voire même du management opérationnel) de leur oeuvre commune.

Schéma 1

L'alliance interentreprises



Quatre points clés semblent pouvoir caractériser l'alliance interentreprises (Jolly, 1993, p. 73). Dans l'alliance, plusieurs firmes souveraines (centres autonomes de décision stratégique n'appartenant pas à un même groupe) tissent volontairement des liens qui ne passent pas par le marché: a) pour poursuivre un but conjoint dans un espace donné, b) en mettant en commun ou en échangeant des ressources, c) afin d'obtenir des résultats réciproquement avantageux, d) tout en restant indépendantes en dehors de l'alliance.

Si l'on conçoit que le but poursuivi doit être légal, on est conduit à exclure du champ des alliances les ententes illicites à visées

anticoncurrentielles au préjudice de tiers, du type fixation de prix ou répartition d'activités ou de territoires.

En partageant des ressources, les alliés peuvent accéder à des avantages auxquels ils ne pourraient prétendre individuellement. L'alliance permet à une entreprise d'aller au-delà de l'utilisation de ses propres ressources internes et d'exploiter des facteurs externes pour atteindre ses propres objectifs.

Les coopérations interentreprises couvrent un spectre allant de cas où les ressources engagées sont limitées (e.g., lobby ou association professionnelle) à des situations où les alliés ont planifié un engagement significatif de ressources visant le renforcement de leurs avantages concurrentiels. Dans ce dernier cas de figure, l'alliance pourra être qualifiée de stratégique; son succès sera évalué en fonction du changement de position des partenaires par rapport à leurs concurrents.

Les alliances sont habituellement classées (voir, par exemple, Hennart, 1988) selon qu'il y ait ou non constitution d'une entité organisationnelle distincte par les alliés. D'un côté, les alliances avec structures communes placées sous le contrôle partagé des alliés vont de la filiale commune à deux ou trois partenaires (généralement un petit nombre d'alliés) au consortium impliquant de nombreuses firmes (couramment dix partenaires). De l'autre, les accords contractuels coopératifs (sans apport de capital), comme les associations où deux firmes s'engagent à commercialiser leurs produits par concession réciproque de licences commerciales, ne requièrent pas la constitution d'une entité.

Il est tentant à ce stade, comme le font certains auteurs, d'associer l'autonomie à la concurrence et la coopération à une alternative à la concurrence. Le contexte est effectivement le plus souvent concurrentiel dans le cas d'une démarche autonome. Mais il n'y a pas renoncement à toute intention concurrentielle dans le cadre d'une coopération (Noël et Zhang, 1992). Hamel, Doz et Prahalad (1989) vont même jusqu'à soutenir que l'alliance est une compétition déguisée, un leurre, une arme concurrentielle destinée à attirer le partenaire dans un piège. Une interprétation plus nuancée est que, comme le suggère Aliouat (1993),

l'alliance se caractérise par la capacité d'articuler des éléments d'hostilité et des facteurs de connivence.

La coopération à caractère technologique
La coopération a une dimension technologique lorsque le but poursuivi conjointement par les alliés est d'essence technologique (e.g., améliorer une technologie de produit, de procédé ou de méthode existante ou en développer une nouvelle) ou lorsque les ressources mises en commun ou échangées sont de nature technologique (connaissances codifiées, ingénieurs, laboratoires, équipements...). L'observation de la vie des affaires révèle l'importance croissante de la coopération technologique. En 1986 déjà, Horwitch soulignait qu'en matière d'innovation et de stratégies technologiques une «nouvelle option stratégique, consistant à osciller continuellement entre concurrence et coopération, représente une rupture fondamentale pour les différents modes de fonctionnement de l'entreprise» (p. 136). Plus précisément, l'examen de neuf études empiriques sur les accords de collaboration, qu'a effectué Dodgson (1992), montre qu'une proportion significative de ceux-ci ont un caractère technologique, entre le quart et le tiers d'entre eux incluant de la R&D conjointe).

Deux situations contrastées sont à distinguer du point de vue des ressources engagées dans l'alliance. La coopération technologique peut se résumer à un **échange de connaissances technologiques** détenues par les alliés; l'objet de la coopération est alors un simple partage où chaque partie voit s'accroître son stock de savoirs. Un second cas de figure est celui où l'alliance vise un véritable **développement technologique conjoint** par mise en commun de ressources (Dussauge, Garrette et Ramanantsoa, 1988; Niosi, Bergeron et Sawchuck, 1991).

L'échange entre alliés de ressources existantes entre le plus souvent dans la catégorie des coopérations sans structure. Il peut s'agir d'un échange de résultats de R&D ou d'un octroi croisé de licences (qui pourra s'accompagner d'un échange de personnel). De tels accords sont particulièrement fréquents dans l'industrie pharmaceutique ou dans la micro-électronique avec les accords de double source. Ils sont relativement simples à mettre en oeuvre, car il n'y a pas d'activité partagée. Ils sont assez flexibles et facilement résiliables.

Le développement technologique conjoint ne s'accompagne pas nécessairement de la création d'une structure. Ainsi, la conception du microprocesseur Power PC s'est principalement déroulée dans les laboratoires de Motorola avec un détachement d'ingénieurs de chez IBM et Apple. Le développement du système associé Power Open n'a pas non plus été conduit dans une entité distincte des alliés. La coopération passait plutôt par la coordination plus ou moins formelle des efforts de recherche réalisés par les alliés chacun de leur côté ou par la répartition des tâches.

En fait, le développement technologique conjoint a plus souvent lieu par mise en commun de ressources dans une entité commune distincte des alliés (ou encore par le rachat d'une structure existante dans le cas des rachats conjoints). C'est ainsi que Hewlett-Packard et Ericsson ont constitué la société commune, E.H.P. Télécommunications, pour développer (et commercialiser) des systèmes de supervision de réseaux de télécommunications. Dans un tout autre domaine, Snecma et General Electric sont associées depuis une vingtaine d'années dans la conception (et la fabrication) de réacteurs d'avions dans leur filiale commune, C.F.M. International.

Lorsque l'innovation est difficile à protéger ou pose un problème commun à plusieurs firmes et que ce problème ne peut que difficilement être résolu par une seule d'entre elles (e.g., fixation d'un standard ou réponse à un renforcement de la législation antipollution), la formule du consortium est plus adaptée. Les consortia peuvent être distingués selon qu'ils donnent lieu à la création d'un centre de recherche distinct des membres ou qu'ils jouent simplement le rôle d'entité coordinatrice des recherches conduites chez les membres (Evan et Olk, 1990). Des consortia importants ont été créés au Japon sous l'égide du Miti (comme la V.LS.I. Technology Research Association) ou encore en Europe à travers les programmes de la C.E.E. (Brite, Race, Esprit...). Aux États-Unis, la formule a connu un bond en avant depuis 1984 avec le National Cooperative Research Act (N.C.R.) (voir, par exemple, Jorde et Teece, 1989; Niosi Bergeron et Sawchuck, 1991). Ouchi et Bolton (1988) donnent l'exemple de la Microelectronics & Computer Technology Corporation (M.C.C.), entité opérationnelle créée par

plusieurs firmes américaines pour obtenir une masse critique de recherche à long terme.

Après ce bref panorama sur l'alliance interentreprises, l'objet de la prochaine section sera d'articuler la coopération à côté de voies plus traditionnelles d'accès à l'innovation technologique, comme la R&D interne.

Accéder à l'innovation technologique

L'entreprise dispose de multiples moyens pour satisfaire ses besoins en savoir technologique. La R&D interne est connue comme la principale source de l'innovation. Mais l'autosuffisance est aujourd'hui de plus en plus difficile à soutenir et peut-être même désuète. La firme qui concentrerait ses efforts sur cette seule voie[1] se trouverait à fermer les yeux sur de nombreuses autres voies d'accès à l'innovation technologique: acquisition (ou échange) de licences, rachat d'une société innovatrice, recherche sous contrat, coentreprise, voire même débauchage de personnel scientifique et technique chez les concurrents (A.D.L., 1981; Roberts et Berry, 1985; Dussauge et Ramanantsoa, 1987; Durand, 1988; Roberts et Mizouchi, 1989).

Le premier paragraphe de cette section montre que ces approches se distinguent notamment par le fait que l'entreprise crée ou acquiert, et qu'elle agit seule ou en collaboration. Les quatre familles ainsi constituées répondent à des besoins distincts, ne sont pas assorties des mêmes contraintes et n'ont pas la même valeur concurrentielle. Ces différences essentielles au plan de la mise en oeuvre seront examinées dans un second paragraphe.

Créer ou acquérir, seul ou à plusieurs

Deux dimensions permettent donc de différencier les modes d'accès à la technologie. Une première oppose l'action autonome à la coopération. Dans un cas, l'entreprise accède à l'innovation technologique de façon indépendante; dans l'autre, elle conduit une partie de son

---

1- il s'agit d'après Morin (1985) du syndrome dit N.I.H. *(Not invented here)* observable chez les entreprises centrées sur leurs réalisations et frappées de myopie à l'égard de leur environnement.

développement avec un acteur extérieur. Une seconde dimension, bien distincte, oppose le développement à l'acquisition. Le développement technologique repose sur l'exploitation des ressources propres de l'entreprise[1] combinée à celles d'autres entreprises s'il y a alliance. L'acquisition peut se résumer de façon hardie à l'emploi du carnet de chèque, puisqu'elle consiste à acquérir des connaissances existantes, offertes sur le marché, en dégageant les fonds nécessaires, par exemple, en acquérant une licence ou une firme active dans le domaine visé. Il y a donc uniquement transfert de propriété; il n'y a pas de création.

Ces deux dimensions ne peuvent être télescopées comme le fait Schillaci (1987), quand elle définit l'alliance comme «une situation intermédiaire entre les stratégies de croissance interne et externe» (p. 60) ou Morris et Hergert (1987) quand ils situent les accords de collaboration en «position intermédiaire sur un spectre de relations interentreprises opposant les transactions sans lien de dépendance d'un côté et les fusions totales de l'autre» (p. 16) ou encore Ingham (1990) quand il fait de la coopération un cas spécifique de croissance externe.

En croisant ces deux dimensions, comme nous l'avons fait au schéma 2, quatre types de manoeuvres apparaissent: innover seul, innover à plusieurs, acquérir seul l'innovation, acquérir à plusieurs. Les formes de coopération technologique sont localisées sur la partie droite de la figure.

Bien sûr, ces modes ne sont pas exclusifs au niveau de l'entreprise dans son ensemble : l'innovation peut s'appuyer principalement sur l'acquisition indépendante dans une unité d'affaires et sur le développement coopératif dans une autre. Le même raisonnement s'applique au niveau des parties d'un projet d'innovation technologique dans une unité d'affaires. En revanche, quand il s'agit d'une opération non sécable, l'entreprise doit arbitrer entre ces modes (sauf à risquer le gaspillage de ressources en menant des voies parallèles).

1- Moyens humains, compétences technologiques, actifs physiques, capacités industrielles, savoir-faire organisationnels, capacités commerciales ou marketing.

Schéma 2

Comment accéder à l'innovation technologique?

DÉVELOPPER	*Recherche et Développement interne* *Intraprenariat* *Entreprises dérivées*	*Accord contractuel de R&D conjointe* *Filiale commune de R&D* *Consortium R&D*
ACQUÉRIR	*Recherche sous-traitée* *Achat de licences* *Prise de participation ou de contrôle d'une société innovante*	*Échange de licences entre alliés* *Achat conjoint de licences* *Acquisition conjointe d'une société innovante*

Implications au plan de la mise en oeuvre

Les quatre familles décrites par le schéma 2 sont éminemment contrastées sur le plan des ressources à engager, des risques encourus, du temps d'accès à l'innovation, du degré de contrôle et finalement de la valeur concurrentielle de l'innovation. Aucun de ces quatre modes ne domine les autres sur l'ensemble de ces critères. Chacun présente ses attraits et limites dans des contextes donnés.

1) Le développement interne autonome

Le trait commun aux trois voies d'accès à l'innovation technologique regroupées dans cette première famille (R&D interne, «intraprenariat», entreprises dérivées) est que le projet d'innovation technologique est réalisé à l'intérieur de la firme, grâce à la coordination et à l'exploitation de ses propres ressources, face à la concurrence des autres firmes du secteur. La mise en oeuvre varie selon le degré de décentralisation des opérations, selon l'indépendance accordée aux porteurs de projet ou encore selon l'éloignement du coeur

de l'organisation. Mais, dans tous les cas, l'innovation est produite par et pour la firme.

Faire cavalier seul requiert une forte capacité d'investissement dans des projets dont les fruits n'apparaissent qu'à un terme généralement éloigné. Le risque encouru est élevé. La firme peut progresser trop lentement, retenir la mauvaise voie de recherche et finalement ne pas aboutir. Même si elle aboutit, elle court le risque de ne pas réussir à imposer son standard. Le développement interne autonome est néanmoins l'option qui offre la plus forte maîtrise des opérations du fait que celles-ci s'effectuent à l'intérieur de la firme. Et surtout, c'est l'option où la valeur concurrentielle de l'innovation est la plus forte si l'entreprise innove et parvient à protéger son innovation.

2) Le développement coopératif
Les trois formes regroupées dans cette catégorie (accord contractuel, filiale commune ou consortium de R&D conjointe) visent toutes une création technologique. Mais celle-ci passe par une alliance interentreprises où les alliés doivent coordonner leurs actions, partager le pouvoir de décision, les rôles et les responsabilités. C'est évidemment dans ce contexte (plus que dans le cas de l'acquisition conjointe) que se trouve le véritable défi des alliances à caractère technologique.

Qu'il y ait ou non création d'entité commune, le fait de pouvoir répartir l'investissement (comme les risques d'échec) entre les partenaires constitue l'attrait majeur de la formule. De plus, l'horizon temporel peut être réduit puisque la coordination évite une inutile duplication des efforts de recherche.

En revanche, la firme doit composer avec le risque de diffusion non programmée de connaissances auprès des partenaires (en particulier, lorsqu'il y a asymétrie de taille entre les alliés). Elle doit aussi être prête à accepter que ses chances de maîtriser le projet et la valeur concurrentielle de l'innovation à introduire seront d'autant plus faibles que le nombre de partenaires sera plus élevé.

3) L'acquisition indépendante
Il ne s'agit plus ici de développer seul en interne ni de développer en collaboration, mais de confier la réalisation à un tiers («faire faire» par le biais de la recherche sous contrat) ou de s'approprier une innovation technologique déjà existante, offerte sur le marché des connaissances ou des firmes (achat de licences ou investissement dans une société détentrice d'une innovation). Si l'acquisition permet un accès quasi immédiat à l'innovation, le terme est plus éloigné dans le cas de la recherche sous-traitée, quoique contractuellement défini.

Quelle que soit la forme d'acquisition indépendante, la transaction est purement commerciale; elle n'engage qu'un seul acheteur. Elle suppose la capacité de mobiliser des ressources financières pour réaliser cette acquisition. Ainsi, une entreprise disposant de ressources financières peut s'approprier une innovation technologique en prenant le contrôle d'une autre firme qui aura développé l'innovation mais qui ne possède pas, par exemple, les moyens industriels ou commerciaux pour mettre cette innovation sur le marché.

La valeur concurrentielle de l'innovation sera élevée dans le cas de l'acquisition d'une société innovatrice si la firme acheteuse parvient à protéger l'innovation, à intégrer correctement la nouvelle venue en son sein (en évitant, par exemple, le départ de personnes clés de la société achetée) et à diffuser l'innovation dans ses autres unités d'affaires (e.g., en favorisant les mouvements de personnel). Elle pourra aussi être acceptable dans le cas d'une sous-traitance de la recherche, sous réserve que l'innovation puisse être correctement appropriée par l'acheteur. En revanche, les connaissances acquises ne seront généralement pas différenciatrices dans le cas de l'acquisition d'une licence, où l'entreprise dépendra par ailleurs de son bailleur.

4) L'acquisition conjointe
L'acquisition conjointe représente une autre façon d'accéder à des innovations technologiques existantes. L'opération peut être une simple transaction d'échange de ressources entre deux parties (échange de licences entre alliés) ou une transaction commerciale sur le marché impliquant (au moins) deux acheteurs (acquisition conjointe d'une société innovatrice). L'échange est particulièrement attrayant du fait

qu'il s'actualise sans débours; la firme doit néanmoins être prête à partager ses connaissances. Une transaction d'achat conjoint permet quant à elle de répartir l'investissement entre les alliés. Mais la valeur concurrentielle de l'innovation sera bien sûr d'autant moins grande qu'il y a plus de partenaires.

A l'issue de cet examen, nous pouvons conclure que la formule «conjointe» (points 2 et 4) présente incontestablement des attraits, comme la répartition des investissements et des risques entre alliés. Mais elle implique un contrôle réduit et une plus faible valeur concurrentielle de l'innovation que si l'entreprise agissait seule. Ce nécessaire arbitrage entre autonomie et coopération forme l'objet de notre quatrième section.

Arbitrer entre autonomie et coopération

La question de l'arbitrage entre autonomie et coopération a été examinée sous plusieurs angles. Certains auteurs se sont attachés à repérer les stimulants environnementaux à la conclusion d'alliances (Devlin et Bleacley, 1988; Dussauge, 1990; Ohmae, 1990). D'autres ont recherché des explications théoriques aux comportements coopératifs (Kogut, 1988; Hennart, 1988; Verna, 1989). D'autres encore ont comparé les avantages et les coûts de la coopération et de l'autonomie (Contractor et Lorange, 1988).

Mais aucun modèle n'a intégré ces différents aspects dans le cas de l'accès à l'innovation technologique. L'objet de cette section est d'offrir une synthèse articulant, tel qu'illustré par le schéma 3:

- les conditions environnementales du secteur dans lequel évolue la firme;
- son propre profil de ressources;
-ses valeurs à l'égard de la coopération;
- une analyse comparée des coûts et avantages de la coopération.

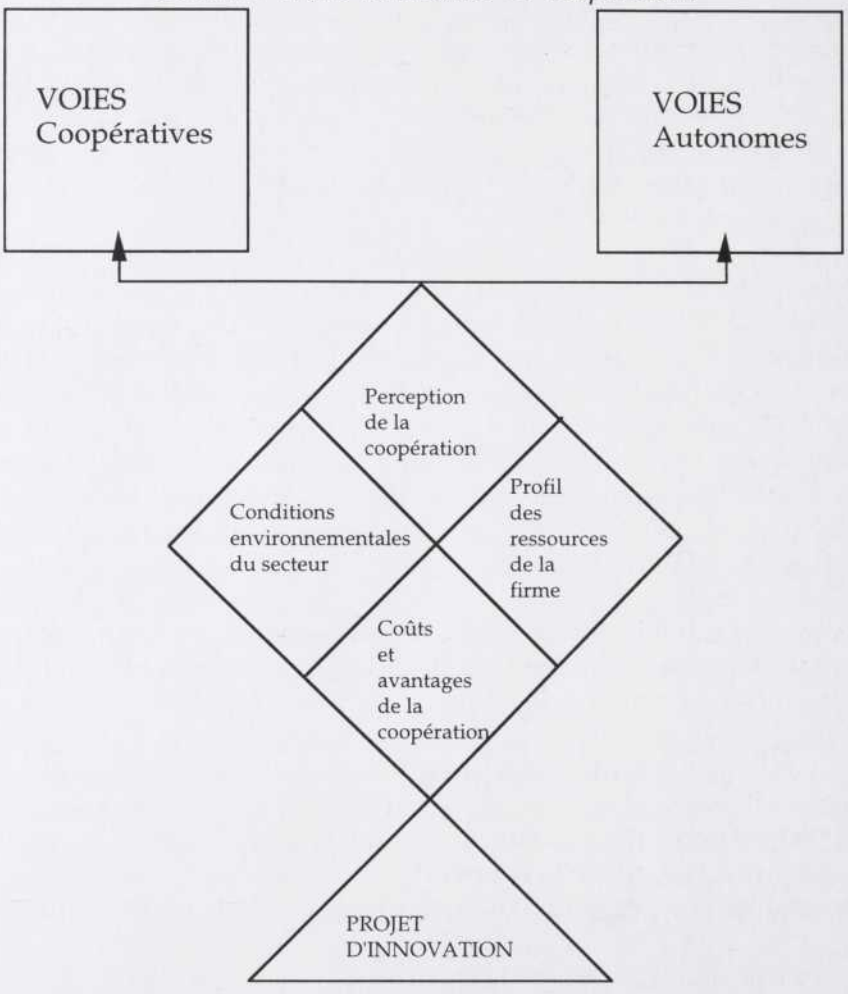
Environnement et profil de ressources

La décision d'adopter des voies coopératives en vue d'un projet technologique donné s'explique à la fois par les conditions qui prévalent dans l'environnement de la firme et par son propre profil de ressources.

Les environnements sectoriels peuvent être caractérisés par leur niveau d'exigence.

Schéma 3

Arbitrer entre autonomie et coopération



Les environnements à fortes exigences sur un plan technologique sont ceux où:

- L'incertitude dans le secteur est élevée. L'incertitude est liée aux résultats à obtenir; elle peut résulter du nombre important de voies de recherche ou de l'absence de standards ou de normes techniques. C'est, par exemple, le cas dans le domaine de la recherche d'un vaccin contre le Sida, dans la définition d'un standard pour le marché des ordinateurs multimédias, des écrans plats ou encore de la télévision haute-définition.

- Le rythme de l'innovation technologique est soutenu. La micro-électronique offre à cet égard une évolution saisissante. Alors qu'au début des année 60, les circuits ne contenaient qu'un seul transistor, on en trouve plus d'un million sur une seule puce depuis le début des années 80. Dès lors, l'accélération du rythme de sortie de nouveaux modèles et de nouvelles générations conduit à un raccourcissement des cycles de vie des produits.

Les investissements technologiques requièrent une mise initiale élevée. Cette situation est typique des secteurs qui connaissent une inflation du coût de développement des nouvelles générations de produits ou procédés en même temps que la mondialisation de leurs activités. Ainsi, trouver et lancer une nouvelle molécule requiert de 100 à 200 millions de dollars, c'est-à-dire une somme qui n'est pas à la portée de n'importe quel joueur de l'industrie pharmaceutique.

Les frontières du secteur sont bousculées sous l'effet de la fusion-combinaison de domaines—comme c'est le cas dans ce que l'on appelle habituellement «l'industrie de l'information», c'est-à-dire un secteur recoupant l'électronique, la micro-électronique, l'informatique et les télécommunications—donnant naissance à des produits reposant sur des technologies qui auparavant n'avaient aucun rapport entre elles.

Il y a finalement des facteurs institutionnels et des situations de marché contraignantes où la firme se voit imposer de conduire l'opération avec un tiers. Il s'agit de circonstances où:

- La levée de contraintes protectionnistes ou l'obtention d'un soutien public est subordonnée à l'entrée dans une alliance (cf. les consortia formés sous l'égide du Miti au Japon ou de la C.E.E. en Europe).

- La firme doit accepter un octroi croisé de licences avec un concurrent sous la pression de ses clients (e.g., des accords de double-source fréquemment mis en oeuvre dans l'industrie des semi-conducteurs).

- Les ressources ou les compétences visées ne sont pas disponibles sur le marché (absence de brevets ou licences) ou sont tacites (c'est-à-dire non codifiées) et ne peuvent donc pas être acquises par une transaction commerciale.

Ainsi plus les exigences de l'environnement sont fortes, plus il existe de barrières à l'action autonome, moins la firme peut prétendre les affronter seule; conséquemment, l'autonomie est associée à de faibles exigences environnementales, alors que la coopération est associée à de fortes exigences environnementales (R1).

Profil de ressources de la firme
Au-delà des conditions environnementales, la firme peut être confrontée à un constat de carence qui empêche le développement autonome ou l'acquisition de l'innovation. Elle ne peut faire seule parce qu'elle :

- n'a pas l'expérience requise dans le champ et que son portefeuille de technologies ne contient pas les compétences requises parce que le produit ou le processus visé requièrent des savoir qui sont hors de son champ de compétences;

- n'a pas un pouvoir économique suffisant, compte tenu de la taille du projet visé, pour assumer les coûts et les risques de l'innovation ou même de l'imitation (elle ne possède pas les équipements de recherche suffisants ou l'équipe d'ingénieurs requise), ni le pouvoir de marché qui lui permettrait d'imposer un standard, ni les capitaux nécessaires pour acquérir l'innovation.

En somme, plus les ressources de l'entreprise sont élevées, moins la firme a besoin de coopérer; en d'autres termes, l'autonomie est associée à des ressources étendues et la coopération à des ressources limitées (R2).

Coopération : alternative imposée ou choisie ?
En croisant les deux relations précédemment observées (R1 et R2), tel qu'indiqué au schéma 4, deux types de situations émergent. Dans deux cas, un choix contrasté s'impose (autonomie ou coopération) sous l'effet combiné des exigences de l'environnement et du profil de ressources de la firme.

Dans les deux autres cas, les conditions environnementales ne débouchent pas sur un choix du même ordre que celui dicté par le profil de ressources de l'entreprise.

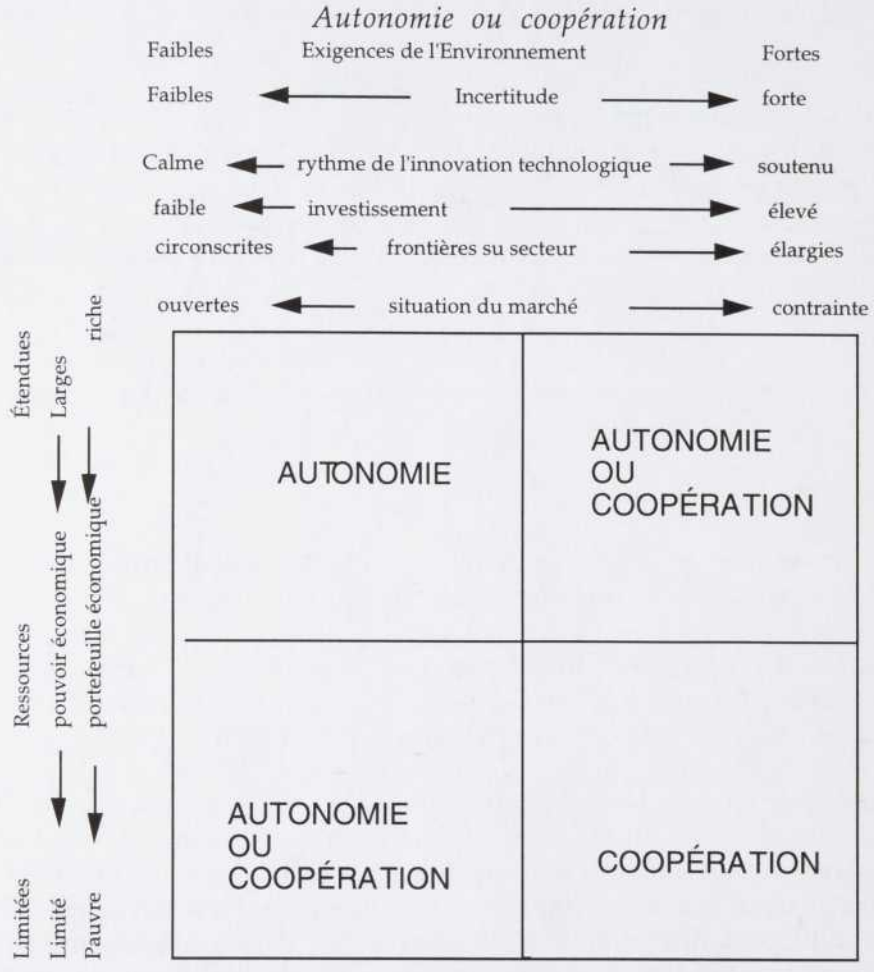
Ce schéma montre que la coopération:

- s'impose lorsque les conditions environnementales sont trop sévères et que la firme n'a pas les moyens de choisir d'autres options;

- s'offre comme une possibilité lorsqu'une firme dotée de ressources étendues évolue dans un environnement exigeant ou lorsqu'une firme peu puissante évolue dans un environnement peu difficile.

La coopération comme choix
Dans le cas où une entreprise n'est pas forcée de retenir des voies coopératives (environnement exigeant et ressources limitées), la coopération résulte d'un véritable choix influencé par les valeurs de la firme à son égard. Un projet d'innovation technologique sera conduit en collaboration dès lors que les avantages à retirer de l'alliance (c'est-à-dire les résultats réciproquement avantageux évoqués dans la seconde section) seront supérieurs aux coûts associés.

Schéma 4



Schématiquement, quatre types d'avantages peuvent être retirés par les alliés (Jolly, 1993):

-En additionnant leurs forces respectives, les alliés font jouer des effets de taille en leur faveur. C'est ainsi qu'Apple et IBM recherchent conjointement un accroissement de leur pouvoir de marché vis-à-vis des rivaux de l'alliance, en particulier dans l'établissement de

standards, c'est-à-dire à faire contrepoids à la domination écrasante de Microsoft dans les systèmes d'exploitation ou d'Intel sur le marché des microprocesseurs.

- En regroupant des ressources qualitativement complémentaires, ils bénéficient d'effets de synergie, comme dans le cas du regroupement des gammes thérapeutiques de Sanofi et Sterling Drugs.

- En travaillant ensemble, ils apprennent du partenaire; sous réserve de la mise en place de mécanismes appropriés, l'alliance est alors le lieu d'un transfert réciproque de compétences, de technologies, voire même de savoir-faire tacites (Kogut, 1988).

- En ne recourant pas à des mécanismes de marché, ils adoptent une forme d'organisation qui autorise une réduction des coûts de transaction entre partenaires (Hennart, 1988).

Mais ces avantages que l'on retrouve à des degrés divers dans les coopérations conclues pour accéder à l'innovation technologique sont, par définition, contrebalancés par une perte d'autonomie et un nécessaire partage des fruits de la coopération, ainsi que par les coûts engendrés par la coopération. Les partenaires doivent être prêts à supporter des coûts évidents de négociation et de contrôle de leur accord, de coordination et de gestion commune. Il leur faut également considérer d'éventuels coûts de dépendance par rapport à un allié ou de renonciation à des activités laissées à l'allié.

Finalement, le choix de la coopération est aussi influencé par les attitudes des dirigeants à l'égard de la coopération. Nous pouvons raisonnablement postuler que le choix du mode coopératif va grandement être influencé par les us et coutumes de l'organisation. Les entreprises habituées à l'autosuffisance vont considérer les alliances avec scepticisme et suspicion. Elles ne seront pas prêtes à partager le contrôle d'un projet et encore moins à divulguer à un tiers ne serait-ce qu'une fraction de leurs connaissances. En revanche, les entreprises ayant vécu une ou plusieurs expériences heureuses de collaboration seront naturellement plus ouvertes à un nouveau projet d'alliance

(Verna, 1989). En d'autres termes, la propension à collaborer résulte d'expériences positives d'alliances.

À une époque où le thème de la mondialisation revient comme un leitmotiv, l'innovation technologique est plus que jamais un moyen puissant pour s'imposer sur un marché. Deux questions se posent dans la définition d'un chemin d'accès à l'innovation: au-delà de l'opposition classique entre créer ou acquérir (faire en interne ou acheter à l'externe), l'attention a été dirigée ici sur l'alternative «seul ou à plusieurs». Les alliances interentreprises pour coopérer sur le développement ou l'acquisition d'une innovation technologique sont une voie sur laquelle un nombre croissant de firmes se sont engagées.

Le développement de la coopération tient d'abord à la spirale d'exigences de l'environnement technologique qui réduit le nombre d'entreprises susceptibles d'innover seules. Ainsi la coopération est une voie quasi obligée pour les firmes au profil de ressources limitées qui évoluent dans un environnement exigeant. Nous avons néanmoins souligné que l'alliance peut être une alternative intéressante à une démarche autonome pour des firmes plus puissantes. Après le Japon et l'Europe, le législateur américain l'a bien compris quand il a autorisé avec le N.C.R.A. un coup de canif dans la sacro-sainte loi Sherman.

La croissance du nombre d'accords de coopération tient aussi à l'image positive, actuelle et attrayante de l'alliance entretenue par tous ces écrits dithyrambiques qui mettent principalement de l'avant ses avantages. A l'épreuve de l'expérience, les firmes commencent à apprendre, parfois à leurs dépens, les exigences et les coûts de la coopération. Il n'est donc pas question de faire le panégyrique de la coopération à des fins d'innovation technologique. Les échecs d'alliances sont nombreux (Geringer et Hébert, 1991). Oeuvrer en alliance appelle en effet des styles de gestion qui ne s'inscrivent pas dans le paradigme concurrentiel dominant. Les avantages auxquels donne droit l'alliance impliquent en particulier des renoncements (contrôle unilatéral ou partage de l'innovation) auxquels les firmes ne sont pas accoutumées.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ADLER, L., La stratégie de la symbiose, Harvard *L'Expansion*, n° 14, automne 1979, p. 85-98.

ALIOUAT, B., L'éco-management stratégique des alliances technologiques, *Gestion 2000*, vol. 9, n°. 5, octobre 1993, p. 95-130.

CONTRACTOR, F-J., LORANGE, P., Competition vs. Cooperation: A Benefit/Cost Framework for Choosing Between Fully-Owned Investments and Cooperative Relationships, *Management International Review*, Special Issue, 1988, p. 5-18.

DELVIN, G., BLEACKLEY, M., Strategic Alliances - Guidelines for Success, *Long Range Planning*, vol. 21, n°. 5, 1988, p. 18-23.

DODGSON, M., The Strategic Management of R&D Collaboration, *Technology Analysis and Strategic Management*, vol. 4, n°. 3, 1992, p. 227-244.

DURAND, T., Management pour la technologie: de la théorie à la pratique, *Revue Française de Gestion*, n°. 71, novembre-décembre 1988, p. 5-14.

DUSSAUGE, P., GARRETTE, B., RAMANANTSOA, B., Stratégies relationnelles et stratégies d'alliances technologiques, *Revue Française de Gestion*, n° 68, mars-avril-mai 1988, p. 7-19.

DUSSAUGE, P., Les alliances stratégiques entre firmes concurrentes, *Revue Française de Gestion*, n°. 80, septembre-octobre 1990, p. 5-16.

DUSSAUGE, P., RAMANANTSOA, B., *Technologie et stratégie de l'entreprise*, McGraw-Hill, Paris, 1987.

EVAN, W. M., OLK, P., R&D Consortia: A New U.S. Organizational Form, *Sloan Management Review*, vol. 31, n°. 3, printemps 1990, p. 37-46.

GERINGER, J. M., HÉBERT, L., Measuring Performance of International Joint Ventures, *Journal of International Business Studies*, 1991, p. 249-263.

GHOSHAL, S., ACKENHUSEN, M., Canon: Competing on Capabilities, *Insead*, 1992.

GILBERT, X., STREBEL, P., Strategies to Outpace the Competition, The *Journal of Business Strategy*, vol. 8, n°. 1, été 1987, p. 28-36.

HAMEL, G., DOZY, L., PRAHALAD, C.K., S'associer avec la concurrence: comment en sortir gagnant?, *Harvard-L'expansion*, no. 54, automne 1989, p. 24-32.

HELLMAN, P., HOVI, N., NIEMINEN, J., Defining the Concept of Interfirm Cooperation in Business *Networks in an International Context*, Proceedings from the 8th I.M.P. Conference, Lyon IRE, 1992, p. 138-148

HENNART, J-F., A Transaction Costs Theory of Equity Joint Ventures, *Strategic Management Journal*, vol. 9, 1988, p. 361-374.

HORWITCH, M., Les nouvelles stratégies technologiques des entreprises, *Revue Française de Gestion*, no. 56/57, mars-avril-mai 1986, p. 157-174.

HUMBERT, M., JOLLY, D., Concurrents d'hier contre concurrents d'aujourd'hui - L'alliance Apple-IBM, *Gestion 2000*, vol. 9, no. 5, octobre 1993, p. 133-159.

INGHAM, M., Approche stratégique des alliances internationales, *Gestion 2000*, 5, 1990,p.97-129.

JAMES, B. G., Alliance:The New Strategic Focus, *Long Range Planning*, vol. 18, no. 3, 1985, p. 76-81.

JOLLY, D., Alliances technologiques inter-entreprises:champ d'application & explications théoriques, *Gestion 2000*, vol. 9, no. 5, octobre 1993, p. 71-92.

JORDE T. M., TEECE, D. J., Competition and Cooperation: Stricking The Right Balance, *California Management Review*, vol. 31, no. 3, printemps 1989, p. 25-37.

KOGUT, B., Joint Ventures:Theoretical and Empirical Perspectives, *Strategic Management Journal*, vol. 9, 1988, p. 319-332.

LITTLE, A. D., Stratégie et technologie, *European Management Forum*, Davos, 1981.

MORIN, J., *L'excellence technologique*, Paris, Éditions Jean Picollec-Publi Union, 1985.

MORRIS, D., HERGERT, M., Trends in International Collaborative Agreements, *Columbia Journal of World Business*, vol. XXII, no. 2, été 1987, p. 15-21.

NIOSI, J., BERGERON, M., SAWCHUCK, M., Les alliances technologiques stratégiques: de la théorie à la situation canadienne, *Études Internationales*, vol. XXII, no. 1, mars 1991, p. 63-80.

NÖEL, A., ZHANG, J., *Alliances stratégiques: une bibliographie thématique*, cahier de recherche no. 93-06, Montréal, HEC-CETAI, mai 1993, 44 p.

OHMAE, K., Pourquoi les alliances échouent-elles?, *Harvard-L'Expansion*, no. 56, printemps 1990, p.25-44.

OUCHI, W.G., BOLTON, M. K., The Logic of Joint Research and Development, *California Management Review*, vol. 30, n°. 3, 1988, p. 9-33.

PERLMUTTER, H. V., HEENAN, D. H., Cooperate to Compete Globally, *Harvard Business Review*, vol. 64, no. 2, mars-avril 1986, p. 136-152.

PORTER, M. E., *Competitive Advantage*, New York, The Free Press, Macmillan Pub. Co., 1985.

ROBERTS, E. B., BERRY, C. A., Entering New Businesses: Selecting Strategies for Success, *Sloan Management Review*, vol. 26, n°. 3, printemps 1985, p. 3-17.

ROBERTS, E. B., MIZOUCHI, R., Inter-firm Technological Collaboration: The Case of Japanese Biotechnology, Int. J. *Technology Management*, vol. 4, n°. 1, 1989, p. 43-61.

SCHILLACI, C. E., Designing Successful Joint Ventures, *Journal of Business Strategy*, vol. 8, n°. 2, automne 1987, p. 59-63

TAYLOR, W., Du côté de chez Swatch..., *Harvard L'Expansion*, été 1993, p. 21-34.

TEECE, D. J., Profiting From Technological Innovation: Implications for Integration, Collaboration, Licensing and Public Policy, *Research Policy*, vol. 15, no. 6, décembre 1986,p. 285-305.

TYEBJEE, T. T., A Typology of Joint Ventures: Japanese Strategies in the United States, *California Management Review*, vol. 31, n°. 1, automne 1988, p. 75-86.

VERNA, J., *Les stratégies conjointes des firmes françaises depuis 1980: des comportements différenciés*, thèse pour le Doctorat ès Sciences de Gestion, Université des Sciences Sociales de Grenoble (E.S.A.), mai 1989.

ZHANG, J., NOEL, A., *Alliance stratégique et stratégie d'alliance*, cahier de recherche n°. 9215, Montréal, HEC - *CETAI*, octobre 1992, 28 p.

LES PARTENAIRES TECHNOLOGIQUES

Charles Terreault et Dominique Lemieux[1]
Département de Génie Industriel
École Polytechnique de Montréal

Le phénomène des alliances n'est pas nouveau. C'est notre manière de l'analyser qui a changé. Au cours des dernières années, plusieurs entreprises ont vécu des expériences douloureuses de partenariat, certaines les amenant à se demander si le jeu en valait la chandelle. Mais si plusieurs de ces tentatives ont échoué, d'autres ont mené à d'heureux mariages, à condition de poser les bonnes questions au départ. Notre présentation est basée sur un certain nombre d'expériences heureuses ou malheureuses, de recherches et d'articles. Les résultats intéresseront avant tout les entrepreneurs qui connaissent bien le milieu des affaires et qui ont choisi de poursuivre des études au niveau de maîtrise.

En technologie, on ne fait rien seul. C'est une dimension essentielle au renouvellement de l'entreprise et c'est sans doute ce qui mène de nombreuses entreprises à vouloir établir un partenariat avec d'autres firmes associées, ou d'autres fournisseurs ou clients. Il faut donc établir nos conditions mutuelles, poser certaines questions et y apporter les réponses qui puissent mener à des alliances réussies.

Notre expérience pratique nous permettra plus avant de définir les diverses formes d'alliances, d'expliquer les raisons qui amènent une entreprise à vouloir créer un partenariat, de déterminer comment trouver le bon partenaire. Tout cela dans un contexte où le renouvellement est souvent synonyme d'innovation, mais peut aussi devenir un élément de survie.

Avant d'entamer un processus de partenariat, il faut en connaître les règles qui, selon notre expérience, se résument en trois points: la planification, la négociation et la réalisation. Ces trois étapes permettent d'assurer la valeur économique du projet de partenariat en

---

1- Dominique Lemieux a collaboré à la rédaction de la communication de Charles Terreault. Madame Lemieux est étudiante à l'Université du Québec à Hull.

la ciblant, en la maximisant et en la réalisant. L'entreprise pourra ainsi s'assurer de choisir le meilleur partenaire, de définir ses objectifs de marché et de procéder à une implantation rapide du projet. Il faut toujours garder en tête que l'alliance doit permettre à l'entreprise d'accroître sa valeur à long terme de façon plus importante que sans cette alliance.

L'alliance stratégique

Lorsqu'on choisit d'apporter de grands changements à notre entreprise, il y a plusieurs options en matière d'innovation. On peut faire cavalier seul et effectuer à l'interne la majeure partie de l'innovation technologique, opter pour la sous-traitance, acheter l'innovation plutôt que la développer ou s'allier à une entreprise qui possède déjà le savoir faire technologique, technique ou commercial.

Pourquoi former une alliance?

Elle offre de nombreux avantages à plusieurs niveaux, qu'il soit question de R&D, d'étendue des marchés, d'optimisation de l'exploitation et autres. Ainsi, l'alliance stratégique permet de réaliser un programme complexe de R&D, de contrôler le niveau des dépenses de ce programme, de partager les risques inhérents et les coûts de développement.

Elle permet de satisfaire les lois locales de propriété (obligation de coentreprise ou entreprise conjointe (joint-venture) lorsqu'il y a investissement de capitaux étrangers. Elle peut donner accès à de nouveaux espaces commerciaux (accord du libre-échange, pays de l'Europe de l'est, sud-est asiatique, etc.) et ouvrir la porte à la globalisation des marchés et des produits, éveiller des marchés latents, pénétrer des marchés régionaux et gagner de la crédibilité sur de nouveaux marchés. Elle peut aussi favoriser l'obtention d'un réseau local de services ou de distribution.

Tableau 1

	Les Raisons et les formes d'alliances					
Forme d'alliances	Risques R&D	$ R&D	Accél. produits	Étendre produits	Étendre marchés	Optim. expl.
Acquisition	X		X	X	X	X
Fusion		X		X	X	X
CE - Dev.	X	X		X		
CE - Prod.					X	X
CE - Ventes			X	X	X	X
CE- Compl.		X	X	X	X	X
Ent. Tech.	X	X	X	X		
Ent. Prod.			X	X	X	X
Ent. Distr.					X	X
Ech. Prod.		X	X	X	X	
Lic. Dev.	X	X	X			
Lic. Prod.		X	X	X	X	X
CE coentreprise						

L'alliance apporte de nouveaux outils pour compléter des lignes de produits, commercialiser des produits connexes, développer de nouvelles niches de produits, une nouvelle ligne entière ou un ou des produits révolutionnaires.

Au niveau des coûts d'exploitation, l'alliance peut jouer un rôle déterminant en ce sens qu'elle permet d'accéder à des matières premières ou des fournitures spéciales, de partager des ressources complémentaires, d'utiliser des capacités inutilisées et de développer des économies d'échelle. Elle offre une plus grande vitesse d'exécution ou de réaction. L'entreprise peut bouger avant ses concurrents, réussir un saute-mouton technologique, réduire le temps de développement

produits, raccourcir le cycle de vie des produits ou rattraper la concurrence.

Au niveau de la gestion interne, l'alliance stratégique offre les moyens de diversifier les intérêts et de garder un pied dans plusieurs domaines qui nécessiteraient autrement trop de ressources. Elle peut être modifiée en cours de route (une plus grande flexibilité) et permet une prise de décision plus rapide, puisqu'elle n'engage que les parties concernées de l'entreprise au lieu de changer toute l'organisation et enfin diminue les risques financiers, technologiques ou de marché.

Il faut également mentionner que certaines raisons moins nobles peuvent mener à la formation d'un partenariat, par exemple une motivation politique ou la possibilité d'obtenir du financement gouvernemental (subventions).

Malgré tous ces avantages, le choix d'une alliance comporte aussi des risques car une alliance ne peut pas éviter le risque de la fuite de propriété intellectuelle ou empêcher les compétiteurs potentiels ou existants (devenus nos partenaires) de réaliser le potentiel technologique ou autre que recèle notre entreprise et c'est pourquoi une alliance se définit avant tout comme une relation à *haut niveau de confiance et de coopération.*

Comment doit-on intégrer le processus d'alliance aux fonctions existantes de notre entreprise?
D. J. Teece (1986) a situé les axes fonctionnels d'une alliance par rapport aux composantes administratives d'une entreprise. Il place le savoir-faire technique au coeur de l'alliance, les fonctions de l'entreprise gravitant tout autour, soit le marketing, la production, la distribution, la vente, le financement, la R&D, les services connexes et les technologies complémentaires[1].

Nuevo et Oosterveld (1988) distinguent deux formes d'alliances stratégiques, l'alliance verticale et l'alliance horizontale. L'alliance verticale se forme dans le secteur technologique. Elle regroupe des

1- Teece, D-J., Capturing Value from Technological Innovation: Integration, Strategic partnering ans Licensing Decision, *Research Policy 15*, 1986.

entreprises de différentes industries qui utilisent le résultat de leurs activités technologiques dans la production de différents produits, qu'il soit question d'équipement scientifique, d'appareils électroniques, de systèmes électriques ou de composantes électroniques. L'alliance horizontale concentre ses activités sur les marchés. Elle regroupe des entreprises d'une même industrie qui utilisent les résultats de leur alliance dans des produits similaires[2].

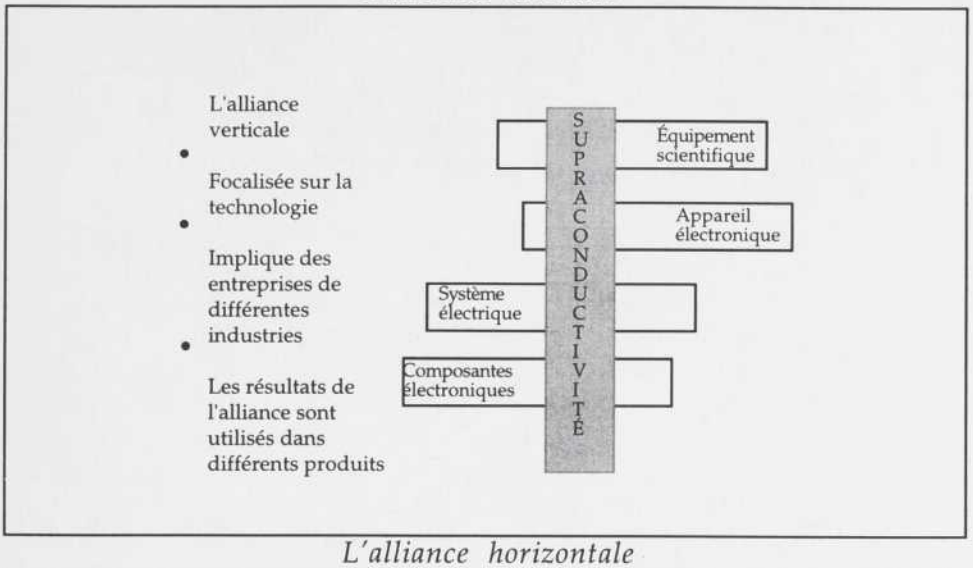
Une alliance stratégique peut se concrétiser de différentes façons, soit par acquisition, par fusion, suivant un modèle de coentreprise (assurant le développement, la production, les ventes ou ces trois éléments à la fois), par entente technologique, de production, de distribution, par échange de produits, par licence de développement ou encore par licence de production. Une fois que nous avons déterminé les raisons pour lesquelles nous souhaitons former un partenariat, il faut les analyser en fonction des diverses formes pour trouver le modèle approprié. Par exemple, une alliance par acquisition d'une autre entreprise aura des avantages certains au niveau de l'étendue des marchés et de l'optimisation des ressources, mais comportera des risques pour la propriété intellectuelle.

Nuevo et Oosterveld (1988) ont développé un modèle des différentes formes de l'alliance sur un axe de coordination des ressources qui s'étend du marché jusqu'à la coordination interne. Ainsi, un marché ouvert entraînera un mouvement interentreprises touchant les relations contractuelles, les alliances stratégiques ou les coentreprises et un mouvement intraentreprise affectant les entreprises internes et les unités intrapreneuriales.

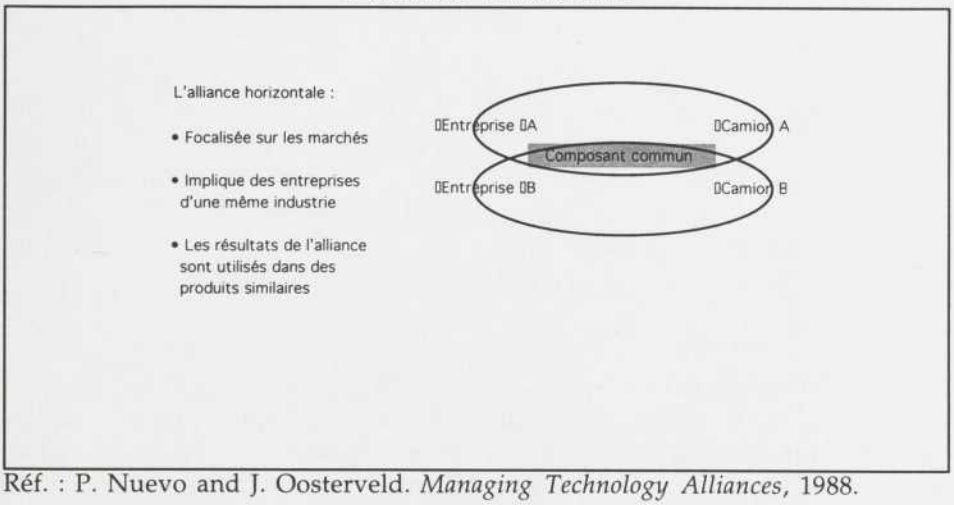
Les effets de ces deux mouvements affecteront en bout de ligne la coordination ou la bureaucratie interne[1].

2- Nuevo, P., Oosterveld, J., *Managing Technology Alliances*, 1988.
1- Nuevo, P., Oosterveld, J., *Op. cit.*

Schéma 1
L'alliancè verticale



L'alliance horizontale



Réf. : P. Nuevo and J. Oosterveld. *Managing Technology Alliances*, 1988.

La problématique des alliances: échec ou réussite.
Une étude réalisée par la firme Ernst&Young met en lumière les principales causes d'échecs d'alliances en difficulté ou avortées.

Ce sondage nous indique que sur 333 entreprises interrogées : 30 alliances n'ont pas fonctionné en raison des coûts trop élevés (9%), 20 pour impossibilité d'atteindre un accord officiel et d'assurer un suivi (6%), 40 à cause de conflit d'intérêts ou objectifs divergents (12%), 20 à cause de la distance (6%), 27 pour lois restrictives du commerce international ou manque de connaissance du marché (8%), 23 pour des problèmes de communication ou de partage de la propriété intellectuelle (7%), les autres cas (173 ou 52%) étant regroupés sous les rubriques "Trop tôt pour savoir/ autres raisons/ ne sait pas"[1].

En regard de ces chiffres, quels sont alors les moyens qui peuvent être utilisés pour réduire le risque d'un avortement d'une alliance?
Les alliances qui ont plus de chances de réussir doivent être situées dans les champs d'activités fondamentaux des entreprises, lorsque les compétences-coeurs des partenaires sont complémentaires, quand on choisit le partenaire le meilleur dans son domaine et pas nécessairement le plus gros, quand les besoins et motivations du partenaire sont bien compris, lorsque les questions conflictuelles sont abordées dès le début, la planification préliminaire est complète, le leadership est clair et l'implantation est rapide et décisive.

Le partenariat
Comment s'y prendre, concrètement, lorsqu'on souhaite établir un partenariat avec une autre entreprise? Voilà ce qui nous intéresse maintenant, avec la description pratique des différentes étapes de la formation d'un partenariat, soit le processus, la négociation, l'implantation, la gestion et le suivi du partenariat.

Le choix du partenaire
Il est important de dresser une liste complète des entreprises qui nous intéressent dans la perspective d'une alliance. C'est donc une période de recherche qui s'étendra d'abord à travers tout le réseau économique de l'entreprise, via les partenaires habituels, c'est-à-dire les clients, les fournisseurs, les associations professionnelles, les banques et autres, puis consultera les sources externes d'information, la presse, les banques de données factuelles, les fichiers associés et si notre partenariat nous lie à une entreprise étrangère, les délégations économiques des ambassades

1- *Directions 89/90 Survey*, Ernst&Young

du Canada et du Québec. À cette étape de recherche, on devrait pour obtenir des résultats satisfaisants avoir un premier échantillon d'environ 50 entreprises[1].

Cependant, on doit considérer certains risques dès l'amorce du processus de sélection. Par exemple, si on s'adresse au leader actuel, il peut y avoir un barrage des ingénieurs-maison - le complexe du *Not Invented Here* parce qu'ils ont l'impression qu'ils feront concurrence à leurs propres produits en s'associant avec des éventuels.

Il est possible aussi que le partenaire, une fois mis au courant de nos intentions, imite notre technologie. Alors notre tentative d'alliance se solde par un nouveau concurrent sur notre propre terrain. Si on choisit le petit partenaire habituel, il se peut que ses moyens soient insuffisants ou inadaptés. Enfin, une alliance peut avoir le désavantage de cumuler les nouveautés. On peut en effet lancer un produit nouveau sur un marché ancien ou un produit ancien sur un marché nouveau, mais lancer un produit nouveau sur un nouveau marché comporte habituellement trop de risques[2].

Pour évaluer ces risques et choisir un bon partenaire, on peut utiliser la méthode des trois filtres qui précède l'étape de la négociation[3].

On peut alors passer au filtre les 50 entreprises échantillonnées lors de l'étape de recherche. Cela nous aide à décanter quelques critères généraux comme la nature de l'activité, la taille de l'entreprise, les implantations, les références, les liaisons financières.

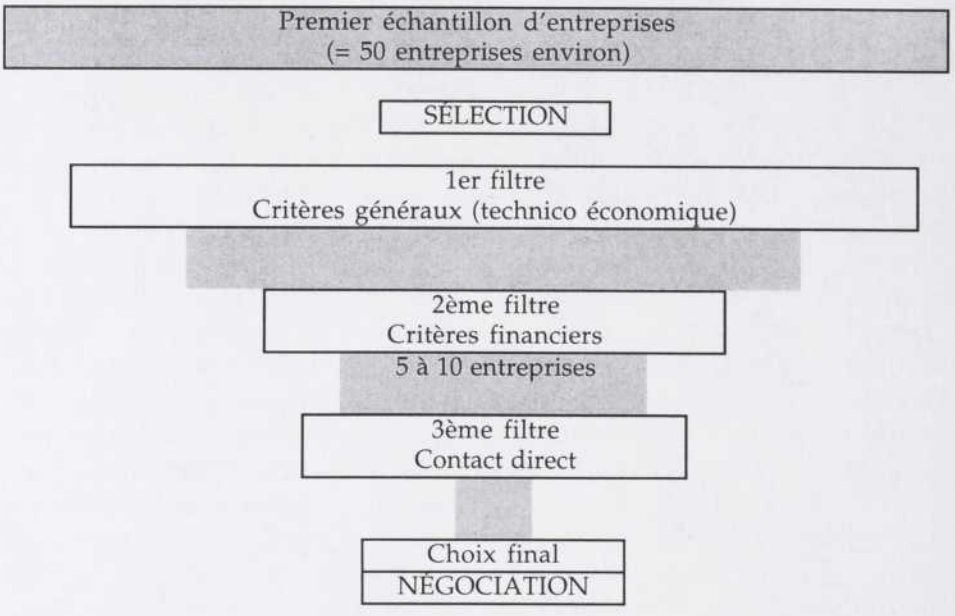
Seules entre 5 et 10 entreprises passeront à travers les critères financiers du second filtre qui examine la croissance du chiffre d'affaires, les résultats et l'équilibre de la structure financière.

C'est en traversant le troisième filtre que s'établit le contact direct comprenant les visites, les entretiens et un questionnaire précis portant

---

1- EDF DER 1992
2- *Ibid.*
3- Maître, Daniel. *De l'idée au produit.* Eyrolles 1992.

sur les orientations stratégiques et les capacités technologiques du seul partenaire potentiel.



On peut procéder ensuite en utilisant une analyse en profondeur. Cela exige la rédaction d'un questionnaire qui portera sur l'historique et l'évolution du partenaire éventuel, la vocation et la nature de ses activités, ses produits (âge, taux de renouvellement, politique d'innovation), son marché (nature de la clientèle, part de marché), sa concurrence (directe et indirecte), ses moyens (R&D, sous-traitance, moyens commerciaux, moyens de production), son organisation (qui est responsable de quoi?), ses exportations (expérience, présence dans quels pays),sa perspective d'évolution (plan à moyen terme).

Une fois le processus de sélection complété, on peut entamer l'étape de la négociation. Il faut respecter 4 grands principes, soit la préparation (avoir tous les éléments sous la main), dont dépend 90% du succès de l'alliance, l'équilibre, tout le monde doit y gagner, la conclusion où chaque partenaire doit accepter un compromis et l'écoute de l'autre.

Le processus de négociation
Les aspects que touche la négociation sont très semblables aux composantes mêmes de l'entreprise: les relations humaines, marketing, aspects technique, financier, juridique et commercial, lois, réglementations et coutumes et enfin expérience industrielle.

Tout au long de cette démarche, les partenaires peuvent jouer plusieurs rôles simultanément. Il faut bien les distinguer et leur assurer une approche et un suivi différents. Ainsi, au cours de l'alliance, un partenaire pourra être un fournisseur de technologie, un client définissant ses besoins, un investisseur dans un projet de R&D, un client éventuel ou un investisseur dans une entreprise conjointe. La troisième étape est celle de la planification conjointe.

La planification conjointe
La haute direction fait parvenir une lettre d'intention qui définit les objectifs spécifiques de la coopération, la contribution des partenaires, une vision commune, une entente de secret réciproque, le mandat accordé au groupe de travail conjoint pour la préparation du plan d'affaires. A ce moment, les parties ne sont pas encore liées formellement. Puis, un groupe de travail conjoint établit le plan d'affaires, dans lequel on doit retrouver une intention stratégique, soit la compréhension commune du but du partenariat et des bénéfices mutuels à en tirer. Cette compréhension commune est très importante car il y a un risque que le partenaire n'agisse pas selon notre perception de l'intention du partenariat.

Dans ce plan d'affaires, les partenaires discuteront de la relation entre le produit et le marché à plusieurs niveaux: les domaines de responsabilité du développement du produit et du marché, la définition détaillée de la ligne de produits, la gestion du produit en termes de responsabilité, la publicité et la promotion, les canaux de commercialisation, la garantie et le service après-vente et enfin les droits de chaque partenaire à la fin de l'accord.

Ils auront aussi à discuter de la technologie: la contribution de chaque partenaire, les développements prévus, la propriété de la technologie et

l'utilisation de la technologie hors de l'alliance, les droits de propriété intellectuelle et les licences.

Il leur faudra également élaborer un échéancier sur les points suivants: la mise en place du partenariat, les portes (gates) suivant chacune des phases (formulation, définition, développement, validation et transfert) des projets de R&D conjoints.

Ils discuteront des aspects financiers du projet en tenant compte des investissements, des actifs intangibles tels que marque de commerce, coûts d'exploitation, redevances, ventes, profits, en faisant par exemple une analyse probabiliste de la VAN de l'entente (l'approche SDG[1] peut être particulièrement utile et éclairante).

Les partenaires auront aussi à élaborer un modèle organisationnel. Pour ce faire, ils s'attaqueront à une analyse des différents modèles organisationnels possibles, à un choix de modèle, à l'établissement des besoins en personnel et à la description des caractéristiques requises et finalement à la nomination du partenaire chef des opérations et de son niveau de contrôle.

Ils devront ensuite traiter des principaux conflits susceptibles de se produire. Par exemple, est-ce qu'il sera probable qu'une usine ferme ses portes? Ils devront alors s'entendre pour savoir laquelle fermer. Quels seront les impacts des dérivés du produit de A sur les produits existants de B? Est-ce qu'il y aura une seule marque de commerce ou plusieurs? Est-ce que l'on développera les composantes conjointement? Comment sera partagée la production? Quel sera le prix de transfert? Quelles seront les spécifications des systèmes? Et la politique de valeur et de MC par pays? À éviter, la maxime: *"On traversera la rivière quand on y arrivera"*.

Finalement, ils devront s'entendre sur les clauses d'un éventuel divorce en tentant de répondre conjointement aux questions suivantes: comment, à quelles conditions, avec quels droits et obligations se terminera l'entente, entre autres en ce qui concerne le partage des actifs

---

1- Strategic Decision Groups, Menlo Park, Ca.

tangibles et intangibles et de la propriété intellectuelle, les droits de retour du personnel, la continuation des produits développés.

La rédaction de l'accord

Puis vient l'étape de la rédaction de l'accord. Ce document deviendra un contrat. Il est donc impératif d'avoir recours aux services d'un conseiller juridique pour sa rédaction, voire sa négociation. On retrouvera le tronc commun de l'accord dans une convention qui identifiera les parties et l'habilitation des signataires, le cadre et l'objet, les droits concédés, les prestations attendues et les obligations des parties contractantes ainsi que les clauses financières, la durée, la reconduction et la résiliation. C'est dans ce document que seront définis les aspects pertinents du plan d'affaires tel qu'approuvé, par exemple le règlement de la copropriété, la licence de brevet, la licence d'exploitation des logiciels, les perfectionnements, l'exclusivité.

Même à une étape aussi avancée dans la formation d'une alliance, il n'y a jamais obligation de signer l'accord, surtout si l'on doute de la bonne foi du partenaire, s'il est difficile d'en venir à un accord sur la propriété des droits, si on subit des pressions pour en venir rapidement à un accord, si le partenaire hésite à révéler ses objectifs et sa stratégie d'utilisation du partenariat. En fait, il est préférable d'initier un partenariat plus modeste et, si tout va bien, de renégocier un accord plus complet.

Pour réussir une alliance, il faut s'assurer d'explorer toutes les options, de choisir le meilleur joueur, de payer en nature (marchés et technologie), d'établir une stratégie solitaire en parallèle, de développer une stratégie du point de vue du partenaire, de clarifier et résoudre les conflits tôt, d'assurer des bénéfices dès que possible, d'établir un leadership clair et de...planifier, planifier, planifier!

Une fois l'accord négocié et signé, les partenaires passent à l'étape de l'implantation. Ici, il n'y a qu'une seule règle: "réaliser le plan d'affaires et le plan d'implantation le plus rapidement possible". Les retards à mettre en place constituent une des causes majeures d'échec.

Lorsque le contrat est signé, c'est le début d'une grande aventure! et cette aventure se poursuit avec un suivi dans le cadre de visites régulières chez le partenaire, d'un examen régulier des documents du partenaire et de la nomination d'une personne responsable de ce suivi.

On veut ainsi assurer la réalisation des objectifs du partenariat, maintenir des communications claires et effectives, coordonner les activités conjointes, coordonner les activités internes de l'entreprise avec celles qui sont liées au partenariat, adapter le partenariat en fonction des changements et des difficultés rencontrées, évaluer la performance du partenariat, faire rentrer les revenus du contrat et éviter de faire face à un procès inattendu.

Si le partenariat a une certaine ampleur, ce qui arrive dans la plupart des alliances, il est préférable d'établir une structure de gestion formelle sous la forme d'un groupe de direction, un groupe de gestion et plusieurs sous-groupes. Le groupe de direction est formé de représentants de la haute direction des partenaires, avec pouvoir de décision. Il autorise le partenariat, établit les intentions, politiques, objectifs et mandats et s'assure de leur suivi, autorise le financement périodique, nomme le chef de projet qui devient membre du groupe de direction et en assure fréquemment le secrétariat, autorise les changements majeurs et autorise la fin du partenariat.

Par ailleurs, le groupe de gestion est composé de représentants des différents groupes impliqués de partenaires, avec pouvoir de décision. Il est présidé par le chef de projet et propose les politiques, objectifs et mandats au groupe de direction. Il planifie, organise et contrôle le partenariat et le(s) projet(s) et enfin soumet le rapport de ses activités au groupe de direction.

En conclusion, le partenariat est aujourd'hui une nécessité pour beaucoup d'entreprises. Toutefois, il peut contribuer à développer ou à détruire l'entreprise. Les conditions *sine qua non* de son succès éventuel résident dans la qualité de la planification qui précède sa création et dans l'attention portée au suivi.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES.

ERNST&YOUNG. *Directions 89/90 Survey*. 1990.

MAÎTRE, P., MIGUEL J-D,. De l'idée au produit. Eyrolles 1992.

NUEVO P., OOSTERVELD, J., *Managing Technology Alliances*. 1988.

TEECE, D. J., Capturing Value from Technological Innovation: Integration, Strategic partnering and Licensing Decision. *Research Policy* , 15, 1986.

TERREAULT, C., Les partenaires "Avec qui". Chapitre 7. *Notes de cours*, École Polytechnique de Montréal. 1994

- III-

RECHERCHE ET DÉVELOPPEMENT AU QUÉBEC ET AU CANADA

Charles Davis
Centre de recherche sur le développement international (CRDI)
Bureau Régional d'Amérique Latine
Montevideo, Uruguay

Les études suivantes portent toutes sur la R&D dans un contexte d'innovation industrielle. Le lecteur se rendra rapidement compte que les vocabulaires et les schémas conceptuels utilisés par une politicologue, un économiste et un sociologue sont très différents d'un auteur à l'autre, tout comme les objets d'analyse sont différents. Ce qui unit les trois textes est leur préoccupation avec ce qui se passe autour de la R&D industrielle : ils s'intéressent aux externalités de la R&D, aux débordements de l'activité de la R&D à l'extérieur de l'entreprise, du secteur, ou du système économique. Ainsi l'un se penche sur ce qu'il y a de public dans l'innovation industrielle , le deuxième va regarder les différences intersectorielles de productivité, et le troisième examine les alliances stratégiques, forme particulière de liaison inter organisationnelle utilisée par les entreprises pour complémenter leur capacité innovatrice interne.

Les gouvernements ne possèdent que rarement des politiques d'innovation claires et efficaces. Cependant beaucoup de décisions prises par les gouvernements, bien que ne visant pas l'innovation en soi, peuvent avoir des effets favorables ou défavorables au regard du changement technique. l'énergie et les télécommunications sont des exemples présentés par Dalpé. En outre, beaucoup de facteurs clés dans la vie des entreprises, comme, la qualité de la main-d'oeuvre, sont directement influencées par les politiques publiques. L'étude de Dalpé montre la gamme d'intersections entre l'innovation industrielle et la vie et la structure politiques au Canada et au Québec. Dalpé fait ressortir que trois objets d'analyse propres à la science politique sont utiles pour l'étude politique de l'innovation ; les institutions, les idéologies, et les

élites. Le chapitre se termine avec un examen des tendances récentes en matière de politique de l'innovation. Celle-ci se trouve concernée par les générations de revenus, l'innovation institutionnelle, la diffusion de technologies, et les diverses forces qui tendraient à effacer les lignes de démarcation conventionnelle entre les domaines public et privé.

L'étude de Ducharme porte sur le problème du taux de rendement économique de l'activité de R&D industrielle. Elle présente une estimation économétrique d'une fonction de production incluant la R&D comme facteur de production. Sur la base d'informations couvrant vingt-cinq industries sur une période de vingt-trois ans, elle montre d'importants effets intersectoriels des activités de R&D, avec des retards de sept ans ou huit ans pour les effets directs ou indirects, respectivement, de la R&D. Utilisant diverses méthodes et périodes de calculs, Ducharme estime des taux de rendement forts positifs qui coïncider avec d'autres études comparables.

Enfin, l'étude de Niosi montre l'amplitude des liaisons et des articulations coopératives entretenues à des fins stratégiques par les entreprises vigoureuses au Canada. La coopération technologique n'est pas nouvelle mais elle s'accroît rapidement depuis quinze ans, devenant une forme organisationnelle typique dans les industries technologiquement effervescentes. Niosi explique la montée de la coopération technologique en termes d'une théorie de l'innovation collective et flexible, un comportement d'apprentissage devenu indispensable dans une période de changements technologiques spectaculairement rapides. Dans la seconde partie du texte la thèse est illustrée avec des exemples d'alliances technologiques dans les secteurs de l'électronique, des matériaux avancés, des biotechnologies, et de l'équipement de transport.

Dans l'ensemble ces trois textes nous rappellent que le modèle de l'entreprise innovatrice isolée serait presque aussi désuet que celui de l'innovation linéaire.

ANALYSE POLITIQUE DE L'INNOVATION

Robert Dalpé
Département de science politique
Université de Montréal et
CIRST-UQAM

La puissance des nations était traditionnellement fondée sur leur arsenal militaire et leur connaissance en la matière. En ce sens, la maîtrise de la technologie la plus avancée contribuait à assurer sa domination sur ses voisins. Plus récemment, le développement des connaissances est apparu comme susceptible d'améliorer le bien-être des individus. C'est le cas de la recherche en santé qui a contribué à accroître l'espérance de vie. Par ailleurs, l'analyse économique a montré que l'innovation et le changement technologique influent sur l'emploi, la compétitivité et la balance des paiements. Les gouvernements des pays industrialisés ont alors fait du soutien au développement technologique une de leurs priorités. L'intervention de l'État vise alors à accélérer l'innovation et la diffusion des technologies.

La recherche sur les politiques publiques visant l'innovation et le changement technologique est dominée par les économistes. Le plus important débat consiste à déterminer si l'État doit intervenir dans l'activité d'innovation de l'entreprise, et, si oui, dans quelle direction (Landry, 1993). La technologie étant perçue par les économistes comme un bien public, l'entreprise qui en assume les coûts ne peut en accaparer tous les bénéfices. La question est de savoir si l'État peut se substituer favorablement au marché pour limiter les effets de cette imperfection. Certaines approches considèrent, qu'en raison notamment de la faible quantité d'informations dont disposent les décideurs publics, l'État ne peut faire mieux que le marché[1]. Pour d'autres, l'intervention de l'État devient souhaitable lorsque les imperfections du marché font en sorte que l'entreprise sous investit en recherche, alors que l'État dispose d'instruments pour palier à ces déficiences. Il s'agit par la suite

1- L'École des choix publics a documenté la question (Mueller, 1982). Sa thèse soutient que puisque les individus ne paient pas directement le prix pour la plupart des services obtenus de l'État, les services publics ont tendance à surproduire et à être moins efficaces que le marché.

d'indiquer quels objectifs poursuivre et quels mécanismes sont les plus efficaces. Les développements de la science économique contribuent ainsi à déterminer l'agenda de recherche des analystes de la politique technologique. Les gouvernements parviennent aussi à suggérer leurs propres objets, ce qui est typique de plusieurs champs de politiques gouvernementales lorsqu'une partie des chercheurs est associée aux institutions responsables des politiques. La profusion de travaux récents portant sur les politiques visant la diffusion et le réseautage en est l'illustration.

La thèse de cet article est de montrer que l'innovation comporte une importante dimension politique. Si le discours économique insiste beaucoup sur les bénéfices potentiels de la politique technologique pour l'industrie et la société, ceux que peut en retirer le gouvernement ne doivent pas être négligés pour autant. Pour l'administration, les bénéfices peuvent être un accroissement des revenus de l'État grâce à une amélioration de la compétitivité des entreprises et à une augmentation des revenus. Quant aux élus, l'accélération de l'innovation et de la diffusion des technologies leur assure une plus grande satisfaction de la population et un plus grand appui des électeurs[1]. L'innovation et le changement technologique ont donc des effets importants sur le développement politique des États contemporains. Par ailleurs, comme on le montrera plus loin, plusieurs décisions affectant le changement technologique sont des décisions publiques.

Le peu d'intérêt accordé à la dimension politique a deux effets. Premièrement, la vision de la politique technologique qui se dégage de la plupart des travaux actuels ne retient en fait qu'une fraction de l'intervention de l'État dans l'innovation. Ainsi, parmi les plus importantes décisions prises par les gouvernements figurent des interventions dont l'objectif explicite n'est pas l'innovation, mais qui vont néanmoins orienter l'étendue et la direction du changement technologique. Deuxièmement, l'absence de la dimension politique fait

---

1- Les recherches sur le vote ayant montré que l'appui aux partis politiques au pouvoir est fortement influencé par l'état de santé de l'économie, les élus devraient retirer des bénéfices, en termes de vote, si l'industrie est plus innovatrice et si elle améliore sa compétitivité (Alesina et al., 1993)

en sorte que la dynamique de plusieurs décisions n'est que partiellement comprise. La première partie présente la dimension politique de l'innovation. Dans la deuxième partie, les décisions prises par les gouvernements québécois et canadien dans l'énergie et les communications en seront l'illustration. L'interaction entre le public et le privé prenant des formes différentes selon les époques et les sociétés, la dernière partie en analysera les tendances récentes au Québec en s'inspirant des politiques appliquées à l'industrie des matériaux industriels de pointe.

La dimension politique de l'innovation.

Les premiers travaux sur l'innovation ont suggéré deux explications: économique, c'est-à-dire le rôle de la demande qui détermine l'allocation des ressources à l'activité inventive en fonction des prévisions de marché *(demand pull)*, et technique, alors qu'une avancée scientifique ou technique permet le développement de nouveaux produits et procédés (*technology push*). Si un débat a auparavant existé pour préciser quel facteur était déterminant, il apparaît maintenant que les deux sont nécessaires, c'est-à-dire que l'innovation vient combler un besoin, mais aussi que l'état des sciences et des techniques doit en permettre la réalisation (Mowery et Rosenberg, 1979).

Par ailleurs, dans la foulée de la sociologie de la technologie et des travaux sur le développement des grands systèmes techniques, une troisième dimension a été intégrée à l'étude du changement technologique. Les dimensions économiques et techniques sont sûrement nécessaires, mais elles ne sont pas pour autant suffisantes puisque la mise en place de grands systèmes techniques nécessite des ajustements dans ces institutions et dans l'organisation sociale (Bijker, Hughes et Pinch, 1988). Par exemple, comme le montre Hughes (1988), le développement de l'électricité n'exigeait pas seulement une nouvelle technologie de production et de transmission, mais également la création de nouvelles organisations, comme une nouvelle industrie des équipements et de nouvelles entreprises de services publics. Sa survie dépendait par la suite de la standardisation du système et de l'émergence d'une organisation sociale unique, s'opposant à d'autres systèmes alternatifs.

Les travaux récents sur les systèmes nationaux d'innovation ont contribué à montrer le rôle de l'infrastructure publique dans l'innovation (Nelson, 1993) et des interactions entre les entreprises et les institutions de recherche (Lundvall, 1992). En outre, l'analyse des réseaux montre que, dans la mesure où aucune entreprise n'est en mesure de produire à elle seule toutes les connaissances nécessaires à l'innovation, l'innovation résulte des interactions entre plusieurs institutions (DeBresson et Amesse, 1991). Ces travaux introduisent une dimension institutionnelle et politique.

La recherche en science politique sur l'intervention de l'État dans l'innovation et le changement technologique suit deux grandes directions. La première reprend les orientations suggérées par la science économique. Il s'agit d'étudier les effets des politiques technologiques dans l'industrie, pour rendre l'intervention de l'État plus efficace. La dimension économique prenant le dessus, les autres dimensions sont négligées.

La seconde direction est l'étude des décisions publiques à partir du bagage de la science politique, soit surtout les théories des politiques gouvernementales et celles des organisations publiques. Cette abondante littérature montre, d'une part, l'importance des décisions en science et technologie pour les États contemporains et leur caractère parfois conflictuel, et, deuxièmement, le rôle des facteurs politiques et institutionnels pour expliquer ces décisions. Cette littérature n'est toutefois pas bien intégrée à l'étude de l'innovation.

L'ajout de la dimension politique s'explique par le fait que l'État demeure très présent dans l'environnement des entreprises. En fait, même si l'innovation se déroule dans l'entreprise, plusieurs décisions publiques affectent le processus d'innovation. L'État est présent à plusieurs étapes du processus d'innovation.

L'éducation et la formation de la main-d'oeuvre, qui se font en grande partie dans le système public d'éducation; la recherche, largement réalisée dans les institutions publiques; le développement, en partie financé par le gouvernement, via des programmes de subventions et d'exemptions fiscales; la propriété de la technologie par le système des

brevets; la diffusion de la technologie, affectée notamment par la politique d'immigration et la politique commerciale; les infrastructures de transport, d'énergie, de communications et de défense, financées et contrôlées par les gouvernements; le marché, puisque les gouvernements achètent une fraction de la production nationale et constituent ainsi le marché de plusieurs industries; la structure de l'industrie, déterminée par le gouvernement pour les industries réglementées; la réglementation sur l'environnement et la sécurité, constituée de normes fixées, appliquées et contrôlées par le gouvernement.

Ainsi, comme des décisions associées au développement des connaissances (entre autres, par la recherche) et à la commercialisation des innovations (notamment, par les infrastructures et la réglementation) sont prises par l'État, l'intervention gouvernementale peut devenir un enjeu de l'innovation. En effet, le changement technologique a parfois la capacité de modifier les rapports politiques et économiques entre les groupes. Si l'innovation affecte la compétitivité économique des entreprises, il en est de même avec leur poids politique. Les entreprises cherchent ainsi à orienter les décisions publiques de manière à obtenir des ressources qui seront investies dans l'innovation. Également, les décisions deviennent souvent stratégiques quand les produits sont réglementés ou lorsque la standardisation est en cours. De plus, les groupes demandent parfois à l'État de prendre à sa charge une partie des coûts découlant du changement technologique, comme ceux associés au recyclage de la main-d'oeuvre ou les coûts sociaux des régions en déclin. Les groupes peuvent aussi faire intervenir l'État pour orienter l'activité d'innovation, si bien que des décisions privées deviendront publiques.

L'innovation et le changement technologique apparaissent donc comme un processus ayant plusieurs dimensions qui interagissent et surtout qui ont des dynamiques particulières. Selon le contexte, les différentes dimensions, économique, technique, sociale et politique, joueront des rôles plus ou moins importants. Par exemple, la dimension technique sera centrale lorsque l'innovation posera un défi par rapport à la capacité technologique des acteurs impliqués, alors que le rôle de la

dimension sociale dépendra de l'impact de l'innovation sur les acteurs et l'organisation sociale.

L'innovation comporte une dimension politique lorsque des décisions associées à la recherche, au développement, à la commercialisation ou à l'utilisation des technologies sont des décisions publiques. La dimension politique jouera un rôle plus grand lorsque plusieurs décisions publiques seront impliquées, que des ressources publiques seront mobilisées et qu'une nouvelle distribution du pouvoir politique et économique pourrait découler de l'innovation.

D'après la littérature en science politique sur les décisions en science et technologie, la dynamique de la dimension politique rejoint trois sous dimensions: les élus, les institutions et les idéologies.

La sous-dimension des élus décrit la dynamique particulière de la prise de décision lorsque ce type d'acteurs est impliqué, de même que dans quelle direction ils orientent les décisions. Par leurs décisions en science et technologie, ils cherchent l'appui des groupes et des électeurs.

A partir de Cohen et Noll (1991) étudiant la politique technologique des États-Unis, les élus orientent les décisions en fonction principalement de trois facteurs:

- le temps; les élus recherchent, par leurs décisions, des bénéfices à court terme, c'est-à-dire au plus tard avant la prochaine élection. Les élus imposent alors leurs propres échéances, qui peuvent être différentes de celles de l'innovation dans l'entreprise;

- le risque; les élus montrent souvent une aversion au risque, estimant que les coûts politiques de l'échec d'un projet risqué sont trop élevés. Selon cette hypothèse, les projets obtenant le soutien des élus sont ceux dont les chances de succès sont grandes et le risque très faible.

A l'inverse, les élus privilégient parfois des projets plus risqués s'ils peuvent leur assurer une grande visibilité. Plusieurs chefs d'État ont en effet soutenu des grands projets en vue d'en retirer un prestige;

- les effets distributifs; les élus préfèrent les projets qui offrent des avantages à l'ensemble des groupes et qui n'ont pas d'effets distributifs majeurs. Les décisions favorisant clairement un groupe, ou une région, impliquent souvent des coûts politiques importants, dans la mesure où les gains (le vote du groupe gagnant) sont largement inférieurs aux pertes (celui des groupes perdants). Selon cette analyse, la critique faite fréquemment à l'effet que les politiques technologiques ne sont pas suffisamment ciblées est fondée. Si plusieurs stratégies de politique technologique exigent que l'État fasse des choix, en favorisant les "gagnants" l'analyse du comportement des élus montre que la dimension politique ne s'y prête pas.

La sous-dimension institutionnelle renvoie au fonctionnement, aux règles, aux normes et à la culture des organisations publiques impliquées dans la prise de décisions et la mise en oeuvre des politiques en science et technologie.

Les recherches sur les institutions montrent que (March et Olsen, 1989; Brown, 1972; Smith, 1992):

- les institutions ayant l'expertise joueront souvent un rôle plus grand dans la prise de décision en science et technologie, car les experts contribuent à donner une légitimité aux décisions. Les conflits entre les groupes se matérialisent souvent en controverses impliquant leurs experts respectifs;

- plusieurs institutions publiques sont en forte interaction avec les groupes. En science et technologie, les groupes sont souvent représentés au sein des institutions selon une structure se rapprochant du corporatisme;

- les institutions s'adaptent lentement et ont la capacité de reformuler les demandes des élus selon leurs intérêts, ce qui leur donne une autonomie:

- les événements historiques comptent beaucoup dans le développement des institutions;

- les institutions ont leurs propres règles et culture. Les recherches sur les institutions ont aussi montré des variations nationales significatives (Esping-Andersen, 1990).

La sous-dimension idéologique désigne le cadre de pensée en fonction duquel se prennent les décisions (Kingdon, 1984; Sabatier, 1988). En effet, la façon de concevoir les problèmes et les solutions pouvant être apportées dépendent de l'idéologie des décideurs. Comme on le montrera plus loin, une nouvelle théorie de l'innovation s'est imposée durant les dernières années et a fortement modifié leur vision des politiques technologiques.

En introduisant une nouvelle dynamique et des acteurs particuliers, l'ajout de la dimension politique permet de montrer que les facteurs économiques et techniques ne sont plus les seuls facteurs expliquant l'innovation et que dans certains cas ils sont même dépassés par les facteurs politiques. Par exemple, une étude de la politique de câblodistribution française fait apparaître que l'objectif de s'assurer que les milieux culturels associés à la gauche ne dominent pas les nouveaux réseaux de télévision, de même que les conflits institutionnels entre les organisations publiques impliquées dans le projet, ont contribué à définir une politique réglementaire et une filière technique, bien davantage que les critères économiques et techniques (Dutton et Vedel, 1990).

Le cas des secteurs communication et énergie au Québec et au Canada
La politique technologique se définit comme étant l'ensemble des décisions publiques qui affectent l'étendue et la direction du changement technologique. Cette définition donne à la politique technologique un sens beaucoup plus large que ce qui est retenu habituellement, alors que ne figurent que les mesures volontaristes ayant explicitement, c'est-à-dire d'après les décideurs publics, pour objectif d'orienter l'activité innovatrice des entreprises. N'étant plus dans l'analyse économique, l'objectif n'est pas de déterminer si l'intervention publique est efficace ou si son effet est positif ou négatif, mais plutôt d'insister sur les enjeux politiques. Il s'agit aussi de se dégager de l'agenda des gouvernements, qui évolue très rapidement et qui ne met l'accent que sur certaines interventions. Par exemple, la formation de la main-d'oeuvre n'est

apparue que récemment dans le discours sur la politique technologique, ce qui ne signifie pas que les décisions prises dans le passé n'affectaient pas l'innovation.

Au Québec et au Canada, plusieurs des entreprises et industries les plus innovatrices sont reliées au développement des infrastructures. Mentionnons les industries du matériel de télécommunications et des satellites, qui sont fournisseurs des services de communications, et l'industrie du génie conseil, qui obtient une partie de ses contrats des entreprises publiques d'électricité[1]. Comme dans les autres pays, le développement technologique de ces industries dépend de décisions prises par leurs gouvernements concernant la mise en place des infrastructures de communications et d'énergie. Les impacts économiques et politiques de ces décisions sont majeurs. Le développement des infrastructures a des effets structurants sur l'économie, affectant les services publics responsables, les fournisseurs ainsi que les utilisateurs. Au Canada, le rôle joué par les infrastructures, en commençant par la création du chemin de fer à la fin du XIXe siècle, dans la construction de l'État est bien connu.

Les communications ont joué un rôle similaire dans le développement de l'État canadien Après-guerre à celui du chemin de fer au siècle précédent. À cet égard, le gouvernement canadien a investi des sommes considérables dans les industries culturelles et des télécommunications. Cette priorité découlait de facteurs géographiques, reliés aux grandes distances et à faible densité de la population, et économiques, dans la mesure où un réseau de communication efficace est une condition nécessaire à l'amélioration de la performance de l'économie. Les préoccupations politiques s'avéraient aussi essentielles. Certains aspects de la politique des télécommunications touchent à la défense de l'intégrité du territoire canadien et à la survie du régime politique. Une première menace provenait de l'invasion de la puissante industrie culturelle américaine, qui créait un fort courant nord sud. La seconde

---

1- Les entreprises de ces secteurs dominent la liste des entreprises canadiennes ayant les dépenses de R&D les plus élevées en 1993: Northern Telecom (de loin au premier rang), Énergie atomique du Canada (troisième), Hydro-Ontario (sixième), Hydro-Québec (septième) et Bell Canada (huitième). *Research Money*, 15 juin 1994.

menace était associée aux nationalismes et régionalismes, qui constituaient des forces centrifuges. Au niveau de la réglementation des télécommunications, l'État fédéral canadien a cherché à accroître sa juridiction afin de limiter les pouvoirs des provinces et les disparités régionales.

Des décisions ont été prises par le gouvernement canadien pour créer et soutenir le réseau canadien de communications, en établissant les priorités de la politique réglementaire[1]. Par exemple, comparées aux décisions des institutions réglementaires américaines, celles des institutions canadiennes apparaissent beaucoup plus nationalistes et interventionnistes. Les décisions canadiennes favorisent les communications est ouest, alors que le mouvement économique est plutôt nord sud, et elles permettent un transfert des grands centres qui subventionnent les régions moins peuplées et souvent plus pauvres. Plus récemment, la déréglementation est plus lente au Canada qu'aux États-Unis. Si le CRTC a éliminé, comme aux États-Unis, le monopole des entreprises de services sur la connexion d'équipements, puis celui des interurbains, il l'a fait beaucoup plus tard[2]. La réglementation anti-monopole américaine a forcé, en 1984, le démantèlement d'ATT, c'est-à-dire la séparation des activités manufacturières et de services pendant que les lois canadiennes endossent toujours la fusion de Bell Canada et de Northern Telecom. Cette décision est stratégique dans l'organisation et le financement de la recherche de ce groupe industriel. En somme, si ces décisions réglementaires visaient à contrôler la fourniture des services de communications, elles ont indirectement affecté l'innovation dans ce secteur.

Le dossier de l'énergie au Québec est aussi très intéressant. Depuis trente ans, Hydro-Québec constitue un des symboles de la réussite économique et de l'entrepreneurship québécois francophone. De plus,

---

1- Outre la politique réglementaire, d'autres outils ont été utilisés, comme les laboratoires publics et les marchés publics, qui ont joué un rôle majeur dans les satellites.

2- Pour l'interconnexion, la décision a été prise aux Etats-Unis en 1969, comparativement à 1980 au Canada. Pour les interurbains, le Canada a permis la concurrence seulement en 1993, alors que les États-Unis le faisaient progressivement à partir des années 1970.

les projets hydroélectriques figurent parmi les plus importantes initiatives du gouvernement québécois, aussi bien en termes économiques, que politiques. Au niveau économique, Hydro-Québec a investi des sommes considérables dans les grands projets hydroélectriques, qui sont devenus les plus importants projets d'infrastructures du gouvernement québécois. En investissant dans ces projets orientés vers les infrastructures, les effets en sont le développement de l'industrie du génie et de la construction (Faucher et Bergeron, 1986). En choisissant une filière technologique unique, la réalisation des grands projets a exigé le développement d'une expertise locale. Par la suite, l'énergie électrique a servi de levier de politique industrielle visant à attirer au Québec les industries intensives en énergie en leur offrant de bas tarifs pour leur facture d'électricité. Au niveau politique, le gouvernement a fortement favorisé la filière hydroélectrique et en a fait un symbole et un enjeu politiques. Ces grands projets ont été associés à l'image du Premier ministre Bourassa. La montée des préoccupations écologiques et autochtones pendant les années 1980 a aussi fait en sorte que la question de l'énergie électrique a largement débordé du cadre de la politique énergétique. En ce sens, les décisions prises au sujet des Autochtones et de l'environnement influent sur la conception et la réalisation des projets hydroélectriques, tout aussi bien que les critères économiques et techniques.

L'intervention publique d'aujourd'hui

La dimension politique de l'innovation prendra des formes variées. Tel que mentionné précédemment, la sous-dimension institutionnelle est fortement influencée par le contexte historique. En outre, l'ajout d'une sous dimension idéologique suppose aussi des variations selon l'évolution du discours sur l'innovation et l'intervention de l'État. Le résultat en est que l'interaction entre le public et le privé change dans le temps et l'espace (Vogel, 1989). Les politiques appliquées au Québec et au Canada dans le secteur des matériaux industriels de pointe servent ici d'illustration pour décrire l'orientation actuelle des politiques technologiques. Ce secteur recouvre des industries plus matures, les métaux, mais aussi des industries de haute technologie, comme les semi-conducteurs.

D'après le discours politique en vigueur sur le rôle de l'État dans l'économie, la période actuelle se caractérise par le retrait de l'État, c'est-à-dire son désengagement pour laisser plus de place au marché. En privatisant et en déréglementant, les décisions qui étaient dans le passé des décisions publiques deviendraient des décisions privées. Certains types d'interventions sont effectivement moins pratiqués. Par exemple, les sociétés d'État deviennent un mécanisme d'intervention identifié à une époque désormais révolue.

En parallèle à ce discours sur le retrait de l'État, émerge également une nouvelle vision du changement technologique. Cette nouvelle théorie de l'innovation remplace le classique modèle linéaire qui supposait un cheminement des connaissances de la recherche vers le développement (Godin, 1993). Le nouveau modèle est beaucoup plus complexe et il pose les obstacles reliés à la diffusion et à l'utilisation des connaissances développées dans les institutions scientifiques par l'industrie. En raison d'une culture et d'objectifs différents, les institutions publiques s'intéresseraient davantage à l'avancement des connaissances, alors que l'industrie se préoccuperait surtout des applications industrielles, faisant en sorte que peu de connaissances se rendraient jusqu'au marché. Cette nouvelle théorie de l'innovation oriente les politiques technologiques vers la diffusion et les interactions. Ainsi, les institutions scientifiques doivent effectuer de la recherche qui correspond davantage aux besoins de l'industrie et en contact beaucoup plus étroit avec les entreprises.

Les travaux récents sur les effets des privatisations et des déréglementations ont montré une dynamique plus complexe que prévu (DeHoog, 1984; Kettl, 1993; Smith et Lipsky, 1993). En ce qui concerne le retrait de l'État, une autre forme d'interaction entre le public et le privé apparaît avec la mise en oeuvre d'autres types d'interventions.

Les politiques technologiques en constituent probablement un exemple assez typique. Du côté du secteur public, trois phénomènes sont apparents:

- premièrement, entrent dans la gestion du secteur public des pratiques de gestion et des objectifs identifiés au privé, avec notamment une recherche plus grande d'efficacité et de rentabilité économique:

- deuxièmement, le privé s'ingère dans la gestion du public, avec une forte présence des industriels sur les comités chargés de déterminer les orientations des programmes et les activités des institutions de recherche. Ceci s'intègre dans un mouvement plus général de concertation;

- troisièmement, le public doit se mettre au service du privé. Dans la gestion des organismes de recherche, l'idée de pertinence industrielle (ou socio-économique) est répétée *ad nauseam*, ce qui constitue la contrainte principale des institutions publiques de recherche. Si les institutions ont besoin de prouver leur pertinence pour exister, leurs activités sont aussi affectées, alors qu'elles font plus de recherche appliquée et qu'elles ont davantage d'activités de services techniques et de diffusion.

Néanmoins, les institutions publiques gardent toujours une dynamique de secteur public dans la mesure où elles sont encore très sensibles à l'agenda politique et aux décisions des gouvernements.

Du côté du secteur privé, si l'État se désengage par certains mécanismes, il se réengage simultanément par d'autres:

- premièrement, l'État privatise et déréglemente, mais, en même temps, il impose des normes. Les années 80 ont été marquées par une croissance rapide des réglementations sur l'environnement, la sécurité, la santé, les communications, les transports... Ainsi, les études sur la privatisation des services publics aux États-Unis montrent que le gouvernement a imposé des normes que devaient respecter les contractants, souvent pour l'ensemble de leurs activités (Salamon, 1989). Par le fait même, le gouvernement s'est ingéré dans les affaires d'industries, comme le secteur à but non lucratif, qui étaient auparavant peu contrôlées;

- deuxièmement, l'État a modifié ses mécanismes d'intervention. La participation aux accords internationaux de libéralisation du commerce fait en sorte que certaines interventions ne peuvent plus être pratiquées. L'État revient toutefois par d'autres mécanismes. En ce qui concerne l'innovation, l'État offre de plus en plus de services aux entreprises. Ces services sont toujours financés en grande partie par le gouvernement. L'État tente aussi de donner une direction aux entreprises, en orientant l'organisation de la recherche vers la formation de consortiums et d'alliances. Par ces interventions, l'État s'implique davantage dans l'innovation et dans l'entreprise.

En résumé, l'État intervient d'une autre façon, plus conforme à la nouvelle théorie sur l'intervention publique, favorisant la privatisation et la déréglementation, de même que celle sur l'innovation, qui pousse vers le réseautage et la diffusion. Cette nouvelle forme d'interaction est visible dans l'industrie québécoise des matériaux industriels de pointe.

En ce qui concerne le secteur plus traditionnel, l'industrie québécoise détient traditionnellement son avantage comparatif dans les ressources, ce qui ne lui vient cependant pas de l'innovation, mais plutôt de la disponibilité des ressources naturelles ou des infrastructures. L'industrie locale a toujours compté sur la technologie étrangère, qu'elle a adaptée aux conditions locales. Au Québec, comme dans les autres pays industrialisés, ces industries montrent une faible activité d'innovation, souvent en réduction, bien que de nouveaux objets de recherche émergent et bénéficient d'investissements majeurs. Dans les métaux, c'est le cas pour les revêtements, les poudres et les alliages, mais cette recherche est associée à de nouveaux secteurs, avec l'apparition de l'industrie chimique, et de nouveaux pays, avec l'arrivée Japon.

Comparativement aux secteurs plus intensifs en technologie, la recherche publique et les services offerts à cette industrie demeurent limités. Il semble qu'aussi bien l'industrie locale que les acteurs publics ne croient pas que l'innovation soit une voie d'avenir pour les secteurs matures. Deux types d'intervention publiques apparaissent importants. Le premier est la réglementation sur l'environnement qui affecte fortement plusieurs de ces industries. Les industries des métaux et du

papier doivent limiter les rejets dans l'environnement et modifier leurs procédés de production, pendant que les industries du papier et des polymères doivent transformer les produits fabriqués pour respecter les normes imposées en matière de recyclage. Le deuxième type d'intervention est relié aux infrastructures. A cet égard, les investissements du gouvernement du Québec dans l'énergie et l'hydroélectricité et la décision d'offrir les services d'électricité à faible coût est importante pour une partie de l'industrie des ressources. En fait, ces deux types d'intervention forcent des innovations, dont l'industrie des ressources n'est souvent que l'utilisatrice, le développement se faisant ailleurs.

Quant au secteur national plus intensif en technologie des matériaux de pointe, il est constitué d'un noyau de grandes entreprises, et aussi de petites et moyennes entreprises. Plusieurs de ces PME sont plus innovatrices que certaines des grandes: si les grandes ont en effet l'avantage des réseaux de distribution et des économies d'échelles, plusieurs PME compensent par la qualité du produit ou la flexibilité des procédés permettant de s'adapter aux exigences du client. Ces PME investissent fortement dans la technologie du produit ou du procédé. Leur défi principal est d'arriver à s'y retrouver dans la grande diversité des nouveaux procédés, des nouveaux produits, des objets de recherche et de la grande quantité d'information disponible.

Pour les gouvernements, ces entreprises doivent être soutenues en raison de leur impact économique car le discours sur la concurrence internationale affirme qu'il s'agit des entreprises qui offrent le plus de bénéfices sociaux. Les gouvernements craignant fortement leur mobilité, la politique fiscale vise à leur offrir des avantages garantissant leur localisation. La multiplication des services à l'industrie s'adresse aussi à de telles entreprises. Le gouvernement a soutenu la création de plusieurs nouvelles institutions, publiques et hybrides, de recherche et ensuite de réseaux.

L'analyse et l'évaluation de ces nouveaux mécanismes et des politiques de diffusion et de réseautage restent à faire. Quelques éléments d'analyse semblent se dégager:

- premièrement, le rôle de l'État demeure important si on retient comme indicateur la part financée par les gouvernements. En effet, les entreprises n'en financent qu'une partie et souvent leur propre contribution provient aussi de fonds publics;

- deuxièmement, les institutions publiques les plus performantes sont celles qui offrent un avantage, pouvant provenir de la disponibilité des fonds, de la qualité de la recherche ou des équipements. La recherche de clients par les institutions publiques de recherche a abouti à une course pour assurer le financement de nouveaux équipements;

- troisièmement, les institutions publiques entrent dans une dynamique où les contraintes politiques demeurent dominantes, mais où s'ajoutent aussi des contraintes associées au secteur privé. Par exemple, leurs services étant définis comme un bien public, elles doivent les offrir à l'ensemble de l'industrie, en servant plus particulièrement les entreprises plus petites ou en région. Mais, en même temps, elles ont pour contrainte de maximiser les revenus, de réduire les coûts et d'assurer la diffusion à quelques entreprises. La présence simultanée de ces deux dynamiques rend la gestion des institutions publiques de recherche difficile;

- quatrièmement, une solution à ce paradoxe est l'innovation institutionnelle, comme la création de consortiums de recherche et les institutions hybrides. Ces nouvelles institutions ajoutent une grande flexibilité dans la gestion de la recherche, ce qui manque aux institutions plus traditionnelles. Les institutions hybrides, avec une propriété conjointe du public (gouvernemental ou universitaire) et du privé, se multiplient. En plus de leur flexibilité, elles offrent la possibilité de maximiser les revenus, puisque l'institution hybride peut obtenir des fonds de sources variées si l'organisation devient éligible aux programmes s'adressant aux entreprises et aux universités, tout en bénéficiant toujours du financement gouvernemental. De plus, comme ce type d'institutions correspond aux priorités gouvernementales sur la diffusion et le réseautage, il est davantage susceptible de bénéficier du soutien de l'État;

- cinquièmement, cette forme d'intervention publique pose un problème en ce qui concerne la propriété de la technologie. En effet la présence d'acteurs privés, si elle facilite la diffusion, risque en revanche de permettre à des groupes de s'accaparer un savoir financé par les gouvernements et toujours perçu comme un bien public[1]. La propriété de la technologie devient ainsi un enjeu de ce système de réseautage.

On comprend alors que l'innovation est construite à même plusieurs éléments qui jouent simultanément, certains pouvant être, selon le cas, plus importantes que d'autres. L'innovation évolue dans un contrat politique du fait que plusieurs décisions associées à la recherche, au développement, à la commercialisation et à l'utilisation des technologies sont en fait des décisions publiques et qu'elles sont susceptibles d'affecter le poids politique des acteurs. De plus, comme la frontière entre le public et le privé est maintenant moins claire, plus de décisions sont publiques.

Cette vision a des implications sur la politique technologique, qui est alors élargie par rapport à ce qu'en dit le discours politique. Ainsi, comme pour les communications et l'énergie, des interventions qui ne sont pas conçues comme visant l'innovation industrielle auront à terme des effets majeurs sur le changement technologique. A l'opposé, des décisions prises apparemment pour soutenir l'innovation peuvent viser plusieurs autres buts économiques, comme l'emploi ou le développement régional, ou politiques, tels que l'appui de certains groupes ou la création de l'image de prestige d'un élu. Trop souvent la dimension politique est perçue par les acteurs comme venant complexifier, voire même fausser, les dimensions économique et technique. En fait, il devient impossible de faire abstraction de la dimension politique de plusieurs décisions en science et technologie.

A cet égard, un dossier particulièrement riche concerne la politique énergétique du gouvernement du Québec, qui est fortement dominée par les questions politiques et économiques, auxquelles se sont ajoutées des préoccupations environnementales et autochtones. Même si les

1- Le cas de M3I, créé à partir d'une technologie développée par Hydro-Québec et dont les plus importants contrats proviennent aussi d'Hydro-Québec, est à cet égards typique.

grands projets hydroélectriques ont constitué, et constituent d'ailleurs probablement encore l'outil principal de développement industriel du gouvernement du Québec, la question du développement technologique émerge rarement.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ALESINA, A., LONDREGAN, J., ROSENTHAL, H., A Model of the Political Economy of the United States, *American Political Science Review*, vol. 87, no. 1, 1993, p. 12-33.

BIJKER, W. E., HUGHES, T. P., PINCH, T., éd., *The Social Construction of Technological Systems*, Cambridge, MIT Press. 1988.

BROWN, D. S., The Management of Advisory Committees: An Assignment for the '70's, *Public Administration Review*, vol. 32. 1972.

COHEN, L. R., NOLL, R. G.,*The Technology Pork Barrel*, Washington, The Brookings Institution. 1991.

DALPÉ, R., LANDRY, R., éd., *La politiqlue technologique au Québec*, Montréal, Presses de l'Université de Montréal. 1993.

DEBRESSON, C., AMESSE, F., Networks of Innovators: A Review and Introduction to the Issue, *Research Policy*, vol. 20, numéro 2, 1991 p. 363-379.

DEHOOG, R., *Contracting Out for Human Services*, Albany, State University of New York Press. 1984.

ESPING-ANDERSEN, G., *The Three Worlds of Welfare Capitalism*, Princeton, Princeton University Press. 1990.

FAUCHER, P., BERGERON, J., *Hydro-Québec- La société de l'heure de pointe*, Montréal, Presses de l'Université de Montréal. 1986.

GODIN, B., L'innovation et la politique technologique, dans Robert Dalpé et Réjean Landry, *op. cit.*, p. 71-96. 1993.

HUGHES, T. P., The Evolution of Large Technological Systems, dans Wiebe E. Bijker, Thomas P. Hughes et Trevor Pinch, *op. cit.*, 1988, p. 51-82.

KETTL, D. F., *Sharing Power- Public Governance and Private Markets*, Washington, The Brookings Institutions. 1993.

KINGDON, J. W., *Agendas, Alternatives and Public Policies*, New York, Harper Collins. 1984.

LANDRY, R., Économie politique des instruments de politique technologique, dans Robert Dalpé et Réjean Landry, *op. cit.*, p. 169-183. 1993.

LUNDVALL, B-A., ed., *National Systems of Innovation: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*, London, Frances Pinter. 1992.

MARCH, J.G., OLSEN, J. P., *Rediscovering Institutions: The Organizational Basis of Politics*, New York, Free Press. 1989.

MOWERY, D., ROSENBERG, N., The Influence of Market Demand upon Innovation: A Critical Review of Some Recent Empirical Studies, *Research Policy*, vol. 8, no. 2, 1979, p. 102-153.

MUELLER, D. C., *Analyse des décisions publiques*, Paris, Économica. 1982.

NELSON, R. R., éd., *National Innovation Systems: A Comparative Analysis*, New York, Oxford University Press. 1993.

SABATIER, P., An Advocacy Coalition Framework of Policy Change and the Role of Policy-oriented Learning Therein, *Policy Sciences*, vol.21, no. 2-3, 1988, p. 129-168.

SALAMON, L. M., *Beyond Privatization: The Tools of Government Action*, Chatam, Chatam House Publishers. 1989.

SMITH, B. L. R., *The Advisers- Scientists int the Policy Process*, Washington, The Brookings Institution. 1992.

SMITH, S., LIPSKY, M., *Nonprofits for Hire-The Welfare State in the Age of Contracting*, Cambridge, Harvard University Press. 1993.

VEDEL, T., DUTTON, W., New media politics: shaping cable television policy in France. *Media, Culture and Society*, vol. 12, 1990 p 491-524.

VOGEL, D., *Fluctuating Fortunes: The Political Power of Business in America*, New York, Basic Books. 1989.

LA PRODUCTIVITÉ ET LES EXTERNALITÉS DE LA RECHERCHE ET DU DÉVELOPPEMENT (R&D) AU CANADA[1]

Louis-Marc Ducharme
Division des Prix
Statistique Canada, Ottawa

Ce papier présente l'impact de la recherche et du développement (R&D) direct et indirect sur la productivité totale des facteurs. Malgré le fait que cette approche ait été explorée par plusieurs auteurs[2], le présent exercice est original pour deux raisons principales. D'abord, cette étude utilise une base de données canadiennes partiellement inexploitée, couvrant 25 industries à deux et trois chiffres de la classification type-industrielle (CTI) (comprenant deux industries primaires et quatre industries de service) sur une période de 23 ans. Ensuite, les externalités de R&D sont différenciées par l'utilisation de différentes matrices de soutien. Enfin, l'approche utilisée dans cette étude est basée sur l'estimation économétrique d'une fonction de production de type Cobb-Douglas, comprenant les facteurs de production traditionnels (travail, capital et matériaux), ainsi que la R&D directe et indirecte comme variable d'input.

Dans les prochaines sections, nous présenterons la problématique, le modèle utilisé, la description des données et les résultats estimés.

Problématique

De plus en plus la recherche et développement est vue comme un facteur affectant la croissance et la productivité des économies industrielles. Il n'est donc pas surprenant d'entendre dire que le ralentissement de la croissance de la R&D soit l'une des raisons du ralentissement de la productivité des nations industrialisées. Ceci est d'autant plus vrai si l'on accepte la possibilité que la R&D effectuée dans une industrie puisse

---

1- Ce texte est un extrait des travaux de doctorat de l'auteur.

2- Voir les travaux de Mansfield, Griliches, Schmookler et Scherer pour ne nommer que ceux-là.

avoir des effets bien au-delà de cette industrie, ce qui est communément appelé l'effet d'externalité de la R&D[1].

Externalités de la R&D

On accepte généralement le fait qu'il y ait deux principaux types d'externalités: (i) l'effet de la mesure des prix et (ii) la transmission de la connaissance. Le premier est lié aux techniques permettant de mesurer la réduction des coûts des innovations de produits ou de procédés issues de l'amélioration de la productivité due à la R&D effectuées dans une période précédente. L'argument est fondé sur l'hypothèse que l'innovation qui survient dans une industrie en amont devient elle aussi un intrant de l'industrie en aval. Le scénario se déroule de la façon suivante: la R&D effectuée dans une industrie en amont accroît la productivité de cette industrie. Cette amélioration de la productivité se reflète par la réduction des prix de l'extrant de cette industrie. Cette réduction est ensuite immédiatement transmise à l'industrie en aval, lorsque celle-ci achète l'innovation. A son tour cette industrie bénéficie d'une réduction de coût. Dans un monde parfait, cette réduction serait à son tour passée au consommateur qui achèterait le produit ou service. En d'autres mots, la réduction de coût de l'industrie en amont obtenue par le biais des dépenses en R&D créée, via les mécanismes de transmission des prix, des bénéfices sociaux ou externalités qui vont bien au-delà des bénéfices privés de l'innovateur original.

Cependant, comme l'indique Griliches (1987) et Mohnen (1989), ces types d'externalités sociales de la R&D sont rarement discernables dans la mesure de la productivité, et cela pour deux raisons. Premièrement, il est difficile de refléter les améliorations de la qualité dans la construction des indices de prix[2]. Deuxièmement, de plus en plus de

---

1- Pour une description plus détaillée de la signification traditionnelle d'externalités de la R&D. Voir Griliches (1979) (1987). Voir aussi Mohnen (1989) pour une variation originale de la présentation du concept d'Arrow en termes d'allocation du bien-être social des ressources. Pour une revue complète de la littérature sur l'effet des externalités de R&D sur la productivité, voir DeBresson (1988), Griliches (1985) et Mohnen (1990).

2- L'une des difficultés implicites de la construction d'indices de prix reflétant l'amélioration de la qualité est qu'ils sont pour la plupart des indices d'input

secteurs et d'industries bénéficient des innovations de produits et procédés et dont les impacts sont difficilement quantifiables[1]. Par exemple, il est difficile de mesurer l'accroissement de productivité qui est du à l'innovation de produits ou de procédés dans des secteurs tels que la santé, les services sociaux ou financiers[2]. C'est seulement récemment que des études approfondies ont été entreprises sur les services financiers pour mesurer les effets variés des guichets automatiques et du développement des nouveaux services (procédés) dus aux technologies de l'information.

Le deuxième type d'externalité de R&D correspond un peu plus au cadre conceptuel de la diffusion interindustrielle, ou l'effet de la R&D effectuée dans un secteur peut aussi provoquer l'innovation et l'amélioration technique dans d'autres secteurs. En d'autres mots, non seulement la R&D peut créer des innovations de produits et procédés dans le secteur exécutant, mais aussi dans les autres secteurs. Par exemple, les développements dans l'industrie de l'électronique ont bénéficié à l'industrie des télécommunications. De la même façon, l'innovation des fibres synthétiques par l'industrie chimique a largement été utilisée par l'industrie du textile[3].

En fait la problématique des externalités de la recherche est souvent vue comme étant l'habilité que les agents économiques ont d'approprier la technologie. Arrow (1962) avance que les externalités apparaissent parce que les rendements de la R&D ne sont pas entièrement appropriés par l'agent exécutant l'activité économique.

---

plutôt que des indices d'output. Il est donc très difficile d'incorporer l'effet de la R&D en termes d'output.

1- Du moins dans l'état actuel de la comptabilité économique. Cependant, de grands efforts sont faits au Canada pour revoir la collecte de statistiques sur les services financiers, la R&D en logiciel, les investissements immatériels et les procédés d'ingénierie, ce qui comblera certaines des lacunes statistiques.

2- Voir Griliches (1979) pour une présentation des problèmes de mesure des industries de la défense et de l'aérospatiale.

3- Voir Freeman et al. (1965) et Freeman (1982) pour une présentation détaillée du développement des industries électroniques et chimiques.

Les externalités peuvent aussi être expliquées par le fait qu'il existe différents types de connaissance dérivés de la R&D et autres formes d'innovation. Un premier type est celui qui se rattache à la connaissance qui est spécifique à la firme (ou à l'industrie), tel que le procédé de production. Ce type de connaissance est principalement acquis par le biais de l'expérience accumulée de la firme ou de l'industrie. Dans un tel cas, la connaissance spécifique est absorbée ("internalisée") ainsi qu'appropriée (ou accaparée) par la firme exécutant l'activité. Dans un tel cas, les externalités sociales sont minimes. Un second type de connaissance est celui qui est incorporé dans un produit, donc qui peut être approprié par les compétiteurs. Un autre type est celui qui est incorporé et transmis par les ressources humaines de la firme.Enfin, il existe une variété de canaux de transmission de la connaissance (externalité) que ce soit les activités de propriété intellectuelle, de licence, conférence, séminaire, exposition scientifique, coopération technique ou encore les liens entre les fournisseurs et les utilisateurs. Il reste qu'en pratique ils sont difficiles à identifier séparément.

Taux de rendements privés et sociaux: différentes approches

La littérature traitant des taux de rendement privés et sociaux s'est accrue considérablement au cours des deux dernières décennies et comprend maintenant une variété de modèles empiriques basés sur différents cadres théoriques. Ces études peuvent être regroupées dans diverses catégories dont les deux principales sont: i) études de cas[1], ii) calcul des taux de rendement via l'estimation de la production marginale, réduction des coûts marginaux ou accroissement de la profitabilité. Cette dernière approche est fondée sur l'idée que le stock de connaissance (R&D) est aussi un intrant dans une fonction de production, de coût ou de profit pour laquelle on calcule un taux de rendement.

La présente étude appartient à la seconde approche générale et tente de déterminer l'effet inter-industriel du changement technique. Pour ce faire, on suppose que dans le contexte de l'ensemble du processus de production, ce n'est pas seulement le stock interne de connaissance de l'industrie qui compte, mais aussi l'intrant de connaissance qui est

---

1- Par exemple les travaux de Mansfield et al. (1977) sur 17 innovations industrielles.

accaparé sous une forme ou une autre. La logique est la suivante: le secteur i peut bénéficier de la recherche effectuée par le secteur j, soit: en achetant les intrants, en achetant la licence liée au produit, en embauchant le personnel d'une autre firme concurrente ou encore en volant des secrets industriels. La contribution au stock de connaissance du secteur i dépend d'une multitude de facteurs tels que le secteur technologique, l'industrie (barrières d'entrée, situation oligopolistique, ...), réseaux producteur-utilisateur, etc.

Il est en fait difficile de mesurer l'impact de la contribution d'un secteur envers un autre. D'une manière générale, on fait souvent appel aux méthodes économétriques où les externalités sont construites comme une somme pondérée (ou non) des stocks de R&D des autres secteurs de l'économie. Une seconde méthode est d'utiliser des matrices de soutien[1], où la proximité d'une industrie par rapport à une autre est mesurée à l'aide des coefficients d'entrées-sorties. Dans un tel scénario, l'externalité de la R&D de l'industrie i est la somme proportionnelle des stocks de R&D de toutes les autres industries sur la base des achats de l'industrie i de tous les inputs intermédiaires et biens de capitaux pour toutes ces autres industries. C'est ce genre de modèle que nous allons explorer.

Le modèle

Comme on l'a mentionné précédemment, ce papier essaie de mesurer l'impact de la R&D et de ses externalités sur la croissance économique. Étant donné que la croissance de la productivité totale des facteurs mesure l'efficience de la combinaison des inputs dans la production d'un output, elle peut être utilisée comme approximation de la croissance économique[2].

1- En général on utilise les matrices entrées-sorties. D'autres auteurs ont utilisé les matrices de brevets et d'innovation. Voir Sterlacchini (1990a, 1990b), Mohnen et Lépine (1988).

2- En fait la croissance de la productivité mesure la croissance de l'extrant (output) qui n'est pas expliquée par la croissance des intrants (inputs). Dans la littérature, la valeur résiduelle qui n'est pas expliquée est souvent associée aux changements techniques. Pour plus de détails, le lecteur est convié à lire les travaux de Denisson (1962).

Le modèle utilisé dans ce papier permet de mesurer la sensibilité de la croissance de la productivité totale des facteurs à la R&D et ses externalités, ainsi que les taux de rendement privés de la R&D. Trois questions sont posées: (i) Quel est l'effet de la R&D et de ses externalités sur la productivité? (ii) Comment ces résultats se comparent-ils lorsque l'on utilise différentes matrices de soutien? et (iii) l'effet des externalités de R&D est-il plus grand que celui de la R&D propre au secteur?

Le modèle est basé sur une fonction de production de type néo-classique:

$$Q = f(K,L,M,R,S) \qquad (1)$$

qui peut être exprimée comme une fonction de production de type Cobb-Douglas:

$$Q = A\, L^{A_l} K^{A_k} M^{A_m} R^{A_r} S^{A_s} e^{A_t} \qquad (2)$$

où
- Q = output
- L = travail
- K = capital
- M = coûts intermédiaires
- R = stock de R&D
- S = externalités de R&D
- T = indice technologique

et a_i mesure l'élasticité de l'output en tenant compte des divers inputs (i=L,K,M,R,S), a_t mesure le taux de changement technique non incorporé.

Si nous décrivons l'équation (2) sous forme logarithmique nous obtenons:

$$\dot{Q} = a_t \cdot a_l \dot{L} + a_k \dot{K} + a_m \dot{M} + a_r \dot{R} + a_s + \dot{S} \qquad (3)$$

où le point représente le taux de croissance (i.e. $\dot{x} = d\ln x / dt$).

Si nous supposons que L, K, M, sont payés au coût marginal, les marchés sont compétitifs, les intrants sont à leur niveau optimal et la technologie présente des rendements d'échelle constants, alors:

$$a_1 = \frac{d \ln Q}{d \ln L} = \frac{dQ}{dL} * \frac{L}{Q} = \frac{P_1{}^L}{C} = s_1 \qquad (4)$$

où C est le coût total et s_1 est la part du travail dans le coût total.
L'équation (3) peut être ré-écrite comme suit:

$$TPF = Q - s_1 L - s_k - s_m M \qquad (5)$$

où TPF est la croissance de la productivité des facteurs.

En termes discrets, l'approximation de Tornquist de l'Indice Divisia[1] de l'équation (5) put être réécrite comme suit:

$$TPF = \log Q_t - \log Q_{t-1} - \left\{ \frac{S_k + S_{k-1}}{2} \right\} (\log L_t - \log L_{t-1} \qquad (6)$$

$$- \left(\frac{S_{kt} - S_{kt-1}}{2} \right) (\log K_t - \log K_{t-1})$$

$$- \left(\frac{S_{mt} + S_{mt-1}}{2} \right) (\log M_t - \log M_{t-1})$$

Les taux de croissance de R et S peuvent être approximés par:

$$R = \log R_t - \log R_{t-1} \qquad (7)$$

$$S = \log S_t - \log S_{t-1} \qquad (8)$$

L'équation (5) peut donc être écrite comme étant:

$$TPF = a_t + a_t R + a_s S \qquad (9)$$

où a_r = dlnQ/dlnR et a_S = dlnQ/dlnS représente l'élasticité de l'output de la R&D propre et des externalités de la R&D.

1- L'indice Divisia est normalement défini comme le taux de croissance de l'output (Q) moins la somme pondérée des taux de croissance des inputs (K, L, M). Ici, les pondérations représentent la part des coûts de chaque input.

L'utilisation du log est acceptable, car l'estimation est faite sur des données "panel" industrielles nous permettant de supposer que R/Q et S/Q sont stables à travers le temps. Par exemple, on peut voir à partir de l'équation (10), que si R/Q est plus ou moins stable, alors on peut estimer dlogR/dlogS qui dépendra de la variation de dQ/dR:

$$\frac{d\,\log Q}{d\,\log R} = \left(\frac{dQ}{dR}\right)\frac{R}{Q} \qquad (10)$$

Avec des données "panel", R/Q varierait selon l'industrie et par conséquent dQ/dR deviendrait une fonction de R/Q et il ne serait pas possible de séparer l'effet dlogQ/dlogR et R/Q. Pour cette raison il est souvent préférable d'utiliser la méthode donnant les taux de rendement plutôt que de l'élasticité. Les taux de rendement de R et S sont calculés comme étant $(R_t-R_{t-1})/Q$ et $(S_t-S_{t-1})/Q$. L'estimation de l'équation (9) peut être ré-écrite comme suit:

$$TPF = b_t + b_r = \frac{(R_t - R_{t-1})}{Q} + b_s\frac{(S_t - S_{t-1})}{Q} + e_t \qquad (11)$$

où b_i mesure le taux de rendement privé.

Description des données[1]

Les données sur la R&D sont tirées de l'Enquête sur la recherche et développement industriels de Statistique Canada. Les données s'étendent de 1963 jusqu'en 1994. Ces données sont dégonflées utilisant les indices de prix préparés par Bernstein[2]. Le stock de R&D est construit suivant la méthode des inventaires perpétuels pour les années 1963 à 1985.

La construction des variables d'externalité de R&D est basée sur une série de matrices de soutien. De manière générale les variables d'externalités peuvent être formalisées de la façon suivante:

$$S_j = \Sigma_{i\neq j}\, p_{ij}\, R_i \qquad (12)$$

1- Pour une description plus détaillée de la base de données utilisée, voir Ducharme (1991).

2- Voir Bernstein (1986).

où la pondération p_{ij} représente la mesure de proximité entre le secteur i et j et R_i la recherche et développement.

Les variables S_1 à S_4 sont basées sur les matrices de flux technologiques dérivées des brevets octroyés au Canada pour diverses périodes, où p_{ij} représente la proportion de brevets produits par i et utilisée par j. L'externalité de la R&D est basée sur l'idée que l'industrie i diffuse la R&D avec d'autres secteurs en proportion de sa production utilisée par les autres secteurs.

La matrice S_1 est basée sur le nombre total (canadien et étranger) de brevets octroyés au Canada pour la période 1978-86, S_2 est basée sur le nombre total de brevets canadiens octroyés pour la même période, S_3 et S_4 sont basées sur le nombre total de brevets octroyés au Canada pour les périodes (1978-81) et (1982-86).

Les variables S_5 à S_7 sont basées sur les coefficients de l'inverse de Leontief (i.e. $[[1-a_{ij}]]^{-i}$) pour les années 1965, 1975 et 1985. L'idée est que le secteur j peut bénéficier indirectement de la recherche de i, car i fournit à m qui fournit ensuite à j.

Les variables S_8 à S_{10} essaient de capturer l'effet en amont, tel que suggéré par Wolff et Nadiri (1987) et Terleckyj (1974, 1980) où $p_{ij}=X_{ji}/\Sigma_j X_{ji}$.

Alors que les variables S_{11} à S_{13} présentent les effets en aval, où $p_{ij}=X_{ij}/\Sigma_\iota X_{ij}$. L'externalité de la R&D en aval est basée sur l'hypothèse que j bénéficie de la recherche faite par i dans la mesure où j achète de i. Alors que l'externalité de la R&D en amont est basée sur l'hypothèse que j bénéficie de i dans la mesure où j vend à i.

Enfin, les variables S_{14} à S_{16} sont basées sur la mesure développée par Terleckyj (1974, 1980), où $p_{ij}=X_{ij}/\Sigma_j X_{ij}$. Ici X_{ij} est le flux de biens intermédiaires entre i et j. L'hypothèse sous-jacente est que le secteur i

diffuse la connaissance de R&D avec d'autres secteurs en proportion de ses ventes aux autres secteurs.

Enfin, pour les besoins de cet exercice, les données sur le travail, les coûts des matériaux et l'output proviennent des tableaux canadiens d'entrées-sorties produits par Statistique Canada. Le stock de capital est calculé utilisant la méthode de l'inventaire perpétuel auquel on a soustrait la composante capital de la R&D, afin d'éviter les doubles comptes[1].

Estimation des résultats

Les premières estimations furent faites sur chacune des 25 industries. Malheureusement, les résultats de ces estimations furent décevants (en termes de signes, et niveaux significatifs des taux de rendement) et par conséquent, il fut décidé d'examiner les données industrielles en "panel" et d'estimer un taux de rendement moyen à travers toutes les industries canadiennes. Même après avoir estimé les données en "panel", les taux de rendement estimés n'étaient pas toujours significatifs. On décida donc de créer des retards sur les variables R&D et ses externalités. Ceci s'appuie sur l'hypothèse qu'il y a toujours des retards entre le moment où la R&D est effectuée et le moment où son effet est réalisé en termes de croissance de la productivité. Des retards de quatre et sept ans ont été utilisés par la R&D directe et des retards de huit et dix ans pour la R&D indirecte (externalités). L'exercice a été fait à la fois sur des données "panel" pour 19 industries de la fabrication ou l'ensemble des 25 industries.

Les résultats des régressions économétriques sur les 25 et 19 industries utilisant un retard de 7 ans pour la R&D directe et 8 ans pour la R&D indirecte sont présentés aux tableaux 1 et 2. Ces résultats indiquent qu'il existe une relation positive et significative entre la croissance de la productivité totale des facteurs et les taux de rendement privé de la R&D et de la variable externalité de R&D. Lorsque l'on compare ces résultats à ceux obtenus avec des retards plus courts, on constate qu'un accroissement du temps de gestation (i.e. du nombre d'années de retard) entre la croissance de la productivité et les deux variables de R&D augmente non seulement les taux de rendement mais donne aussi des

1- Voir Ducharme (1991) pour plus de détails quant aux sources de données.

niveaux significatifs plus élevés[1]. Ces résultats confirment ceux qu'Adams (1990) avait trouvé sur le temps de gestation entre R&D et croissance de la productivité. En effet, il semble bien que des retards plus longs de la variable externalité (S_j) par rapport à la variable R&D directe fournissent de meilleurs résultats[2].

Les résultats démontrent aussi qu'au fur et à mesure que le retard augmente, l'estimation de la croissance non-incorporée (représentée par le terme constant a_0) diminue, ce qui implique que les variables R&D et S expliquent la plus grande part de cette croissance non-incorporée. D'autre part, on peut voir dans les tableaux 1 et 2 que les R^2 ajustés sont plus élevés lorsque l'on effectue les régressions utilisant seulement les industries de fabrication. Ceci est conforme aux résultats trouvés ailleurs[3]. De plus, le fait que les R^2 soient faibles ne devraient pas être inquiétant, car le calcul de la croissance de la productivité totale des facteurs est fait à partir de la différence première d'une série chronologique présentant de grandes fluctuations. Ce niveau de R^2 est, du reste, considéré par Adams comme raisonnablement bon.

Si on se tourne maintenant sur les résultats des différentes matrices de soutien, on constate au tableau 1 que quelque soit la matrice utilisée, les taux de rendement privés de la R&D sont très similaires et tous statistiquement significatifs. Ils varient de 63 à 107 % avec une moyenne de 73%. Ces ordres de grandeurs sont similaires (et légèrement moins dispersés) à ceux obtenus lorsque différentes périodes sont prises en compte dans la construction des matrices de soutien (entre 59% et 113% avec une moyenne de 79%). Ces résultats corroborent ceux obtenus dans d'autres études utilisant l'approche Cobb-Douglas. Par exemple, Hanel et al. (1986), (1988) trouve des résultats de l'ordre de 40%-50% et Longo (1984) obtient des taux de rendement marginaux de 24%. Des études

---

1- Dans Ducharme (1991), on a effectué des régressions économétriques sur la même base de données en utilisant des retards de 4 ans pour la R&D directe et 8 ans pour la R&D indirecte.

2- En effet, Ducharme (1991) trouve que le taux de rendement de la variable R&D indirecte s'accroît de 51%-443% à 82%-1091% lorsque le retard passe de huit à dix ans (pour les régressions effectuées sur les 19 industries de fabrication).

3 - Par exemple, Fecher (1989), Sterlacchini (1990b).

intra et interindustrielles faites par Griliches (1980, 1986) Terleckyj (1974), Scherer (1982,1984) et Sterlacchini (1990b) présentent aussi des taux de rendement entre 25% et 45%[1].

Par ailleurs, l'utilisation des différentes matrices de soutien pour la construction de la R&D indirecte semble influer sur les résultats de façon significative. Les taux de rendement de la variable externalité S, présentés au tableau 1 varient de 61% à 259% (avec une moyenne de 140%) lorsque les matrices individuelles sont utilisées (i.e. S_1, S_2...) et de 89% à 697% (avec une moyenne de 284%) lorsque les différentes périodes sont prises en compte (i.e. SS_1, SS_2...). Évidement, les résultats qui sont dérivés à partir de la même matrice de soutien, mais pour des périodes différentes, sont similaires (avec l'exception des externalités en aval et de type Terleckyj). De plus, il est intéressant de noter que la magnitude des résultats utilisant les matrices de brevet et les liens en aval est très similaire, ce qui suggère que lorsque les matrices de brevet, présentant les secteurs de fabrication et d'utilisation, ne sont pas disponibles, les coefficients directs peuvent être utilisés pour représenter le transfert de connaissance. Finalement, les résultats présentés utilisant l'inverse de Leontief sont la moitié de ceux obtenus avec les autres matrices de soutien. Ceci est probablement dû au fait que l'effet indirect est reflété dans la diagonale qui a été éliminée pour cet exercice.

Lorsque l'on passe aux données "panel" pour les industries de fabrication seulement, les taux de rendement varient de 51% à 221% (avec une moyenne de 117%) et de 74% à 549% (avec une moyenne de 241%) lorsque les différentes périodes sont tenues en compte. Le pattern demeure toutefois le même à l'intérieur de chaque groupe de matrices de soutien. Comme précédemment, les résultats semblent être conformes à ceux trouvés dans les autres études du même genre.

L'étude empirique présentée ci-dessus conclue que l'activité innovatrice, exprimée en fonction de la R&D directe et indirecte, a un effet positif et significatif sur la croissance de la productivité des facteurs. Les taux de rendement identifiés dans cette étude sont en ligne avec ceux trouvés dans d'autres études du même genre. Ces résultats ne sont pas

---

1- Voir Mohnen (1990) et Griliches (1988) pour une revue détaillée de ces études.

seulement valides pour les industries manufacturières, mais aussi pour l'ensemble de l'économie (i.e. incluant les industries primaires et de services).

Cette étude nous donne aussi une indication de l'effet de l'utilisation de différentes matrices de soutien et des retards sur la productivité. En effet, il apparaît assez clairement que les taux de rendement de la R&D directe et indirecte s'accroissent au fur et à mesure que le temps de gestation s'accroît. En fait, les taux de rendement de la R&D directe identifiés sont légèrement supérieurs à ceux présentés ailleurs. Plus important encore, les taux de rendement de la R&D indirecte apparaissent seulement lorsque l'on a des retards de plus de huit ans. Ces résultats sont cohérents avec ceux de la littérature empirique et renforcent la notion, maintenant bien acceptée, d'accumulation du changement technique et des concepts dérivés de processus d'apprentissage[1] propre à l'innovation. De plus, les résultats montrent que les taux de rendement de la R&D indirecte sont toujours plus élevés que ceux obtenus avec la R&D propre (à l'industrie).

Finalement, cet exercice soulève des questions intéressantes auxquelles on doit encore répondre. Tout d'abord, la question de la sensibilité du phénomène du temps de gestation. Adams (1990) dans son étude a démontré que des retards de 20-30 ans nous donnaient les meilleures estimations de l'effet de la R&D sur la croissance de la productivité. L'objet de notre étude n'était pas de vérifier l'effet de retard, d'autant plus qu'il n'était pas possible d'établir des retards allant jusqu'à 30 ans. Il serait néanmoins intéressant de voir si l'utilisation de différentes matrices avec différents retards produit de meilleures estimations. Par exemple, doit-on, conformément à la théorie, imposer des retards plus longs lorsque l'on utilise la matrice avec effet en amont. Une autre question à explorer est celle des variations industrielles. Adams (1990) a bien démontré qu'avec l'inclusion des variables-dummy, le temps de gestation devient plus important.

Avec l'importance grandissante du secteur des services et l'extension des séries chronologiques des données sur la R&D, les études futures pourront jeter un éclairage nouveau sur les externalités des industries

1- Comprenant le "learning-by-doing" et "learning-by-using".

de services sur le reste des industries de la fabrication. Ce genre d'étude pourrait aussi être étendu à différents regroupements industriels tels que les industries de "haute technologie".

Tableau 1

Estimation des taux de rendement de la R&D directe et indirecte pour 25 industries avec un retard de 7 ans pour la R&D directe et 8 ans pour la R&D indirecte (Calculée sur des données "panel" sur la période 1968-85)[1]

Variable	Matrice de soutien	No. d'observations	Intercept a_0	Taux de rendement R&D directe a_R	Taux de rendement R&D indirecte a_S	R^2 ajusté
S_1	Brevets totaux (1978-86)	250	0.001	0.722	1.553	0.173
			(0.542)	(4.933)	(2.367)	
S_2	Brevets canadiens seulement (1978-86)	250	0.001	0.835	1.232	0.160
			(0.591)	(6.167)	(1.314)	
S_3	Brevets totaux (1978-81)	250	0.001	0.797	1.192	0.162
			(0.586)	(5.566)	(1.490)	
S_4	Brevet totaux (1982-86)	250	0.001	0.689	1.534	0.187
			(0.618)	(4.712)	(2.797)	
SS_1	S_3 pour la 1ière période (1972-80) S_4 pour la 2ième période (1977-85)	250	0.001	0.679	2.306	0.183
			(0.321)	(4.652)	(2.941)	
S_5	Inverse de Leontief pour 1965 $[I-DB]^{-1}$	250	-0.001	0.690	0.835	0.170
			(0.050)	(4.405)	(2.206)	
S_6	Inverse de Leontief pour 1975 $[I-DB]^{-1}$	250	-0.0002	0.645	0.805	0.176
			(-0.196)	(4.059)	(2.586)	
S_7	Inverse de Leontief pour 1985 $[I-DB]^{-1}$	250	0.00001	0.644	0.607	0.180
			(0.009)	(4.177)	(2.819)	
SS_2	S_6 pour la 1ière période S_7 pour la 2ième période	250	-0.0005	0.592	0.885	0.185
			(-0.364)	(3.700)	(3.068)	
S_8	Effets en amont pour 1965	250	0.006	1.018	-12.027	0.219
			(3.651)	(7.992)	(-4.555)	
S_9	Effets en amont pour 1975	250	0.006	1.058	-10.327	0.240
			(3.660)	(8.358)	(-5.292)	
S_{10}	Effets en amont pour 1985	250	0.003	1.075	-4.807	0.177
			(2.083)	(7.393)	(-2.653)	
SS_3	S_9 pour la 1ière période (1972-80) S_{10} pour la 2ième période (1977-85)	250	0.005	1.134	-9.587	0.227
			(3.375)	(8.487)	(-4.819)	
S_{11}	Effets en aval pour 1965 (Wolff et Nadiri)	250	-0.0001	0.658	1.757	0.176
			(-0.057)	(4.218)	(2.567)	
S_{12}	Effets en aval pour 1975 (Wolff et Nadiri)	250	-0.0002	0.689	1.666	0.170
			(-0.110)	(4.384)	(2.194)	
S_{13}	Effets en aval pour 1985 (Wolff et Nadiri)	250	-0.0001	0.662	1.287	0.178
			(0.094)	(4.333)	(2.697)	
SS_4	S_{12} pour la 1ière période (1972-80) S_{13} pour la 2ième période (1977-85)	250	-0.0005	0.612	1.978	0.182
			(-0.337)	(3.857)	(2.913)	
S_{14}	Effets en aval pour 1965 (Terleckyj)	250	0.001	0.887	0.880	0.154
			(0.573)	(6.856)	(0.449)	
S_{15}	Effets en aval pour 1975 (Terleckyj)	250	0.001	0.888	0.277	0.154
			(0.765)	(6.788)	(0.109)	
S_{16}	Effets en aval pour 1985 (Terleckyj)	250	0.001	0.631	2.590	0.193
			(0.417)	(4.312)	(3.498)	
SS_5	S_{15} pour la 1ière période (1972-80) S_{16} pour la 2ième période (1977-85)	250	-0.001	0.632	6.973	0.210
			(-0.646)	(4.543)	(4.196)	

1- Les données pour la période 1963-85 ont été lissées utilisant une moyenne modèle de cinq ans. Par conséquent, la période couverte est plus courte de 5 ans.

Note : Le test de Student apparaît entre les parenthèses.

Modèle: $TFP = ao + aR\ dRt\text{-}7/Q + as\ dSt\text{-}8/Q$

Un retard de 7 ans pour la R&D et un retard de 10 ans pour les externalités de R&D.

Tableau 2

Estimation des taux de rendement de la R&D directe et indirecte pour les industries manufacturières (seulement)avec un retard de 7 ans pour la R&D directe et 8 ans pour la R&D indirecte (Calculée sur des données "panel" pour la période 1968-85)[1]

Variable	Matrice de soutien	No. d'observations	Intercept a_0	Taux de rendement R&D directe a_R	Taux de rendement R&D indirecte a_S	R^2 adjusté
S_1	Brevets totaux (1978-85)	190	0.002	0.734	1.241	0.308
			(1.954)	(6.652)	(2.527)	
S_2	Brevets canadiens seulement (1978-85)	190	0.003	0.864	0.060	0.285
			(2.326)	(8.362)	(0.084)	
S_3	Brevets totaux (1978-81)	190	0.003	0.827	0.525	0.287
			(2.119)	(7.608)	(0.865)	
S_4	Brevets totaux (1982-85)	190	0.003	0.687	1.375	0.324
			(2.039)	(6.279)	(3.386)	
SS_1	S_3 pour la 1ière période (1972-80) S_4 pour la 2ième période (1977-85)	190	0.002	0.709	1.747	0.317
			(1.749)	(6.446)	(2.972)	
S_5	Inverse de Leontief pour 1965 $[I-DB]^{-1}$	190	0.002	0.725	0.630	0.302
			(1.101)	(6.163)	(2.152)	
S_6	Inverse de Leontief pour 1975 $[I-DB]^{-1}$	190	0.001	0.678	0.653	0.310
			(0.867)	(5.711)	(2.727)	
S_7	Inverse de Leontief 1985 $[I-DB]^{-1}$	190	0.001	0.669	0.509	0.320
			(1.129)	(5.821)	(3.125)	
SS_2	S_6 pour la 1ière période (1972-80) S_7 pour la 2ième période (1977-85)	190	0.001	0.629	0.742	0.325
			(0.628)	(5.282)	(3.362)	
S_8	Effets en amont pour 1965	190	0.003	0.877	-0.929	0.205
			(2.118)	(8.452)	(0.342)	
S_9	Effets en amont pour 1975	190	0.002	0.834	1.732	0.286
			(1.654)	(7.749)	(0.746)	
S_{10}	Effets en amont 1985	190	0.002	0.759	2.663	0.295
			(1.162)	(6.468)	(1.655)	
SS_3	S_9 pour la 1ière période (1972-80) S_{10} pour la 2ième période (1977-85)	190	0.002	0.785	2.951	0.291
			(1.379)	(6.731)	(1.293)	
S_{11}	Effets en aval pour 1965 (Wolff et Nadiri)	190	0.001	0.683	1.458	0.313
			(1.061)	(5.803)	(2.803)	
S_{12}	Effets en aval pour 1975 (Wolff et Nadiri)	190	0.001	0.715	1.327	0.304
			(1.014)	(6.070)	(2.276)	
S_{13}	Effets en aval pour 1985 (Wolff et Nadiri)	190	0.002	0.680	1.093	0.318
			(1.271)	(5.964)	(3.043)	
SS_4	S_{12} pour la 1ière période (1972-80) S_{13} pour la 2ième période (1977-85)	190	0.009	0.643	1.669	0.322
			(0.700)	(5.435)	(3.231)	
S_{14}	Effets en aval pour 1965 (Terleckyj)	190	0.003	0.867	-0.353	0.285
			(2.129)	(8.789)	(-0.234)	
S_{15}	Effets en aval pour 1975 (Terleckyj)	190	0.004	0.886	-3.022	0.294
			(2.293)	(8.969)	(-1.563)	
S_{16}	Effets en aval 1985 (Terleckyj)	190	0.002	0.654	2.218	0.342
			(1.862)	(5.909)	(4.054)	
SS_5	S_{14} pour la 1ière période (1972-80) S_{15} pour la 2ième période (1977-85)	190	0.009	0.667	5.490	0.353
			(0.757)	(6.410)	(4.436)	

1- Les données pour la période 1963-85 ont été lissées utilisant une moyenne modèle de cinq ans. Par conséquent, la période couverte est plus courte de 5 ans.

Notes: Le test de Student apparaît entre les parenthèses.

Modèle: TFP = ao + aR dRt-7/Q + as dSt-8/Q

Un retard de 7 ans pour la R&D et un retard de 8 and pour les externalités de R&D.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ADAMS, J., Fundamental stocks of knowledge and productivity growth, *Journal of Political Economy*, 98(4), 1990, p. 673-702.

ARROW, K., The Economic Implication of Learning by Doing. *Review of Economic Studies* (29), 1962, p. 155-173.

BERNSTEIN, J. I., International R&D spillovers between industries in Canada and the United States, *Industry Canada Working Paper* No.3. 1994.

BERNSTEIN, J. I., NADIRI, M. I., Interindustry R&D, rates of return and production in high-tech industries, *American Economic Review, Papers and Proceedings*, 1988, p. 429-434.

BERNSTEIN, J. I., The structure of Canadian interindustry R&D spillovers, and the rates of return to R&D, *Journal of Industrial Economics*, 37(3), 1989, p. 315-328.

BERNSTEIN, J. L., NADIRI, M. I., Research and development and intraindustry spillovers: an empirical application of dynamic duality, *Review of Economic Studies*, 56, 1989, p. 249-269.

BERNSTEIN, J., *Price Indexes for Canadian Industrial Research and Development Expenditures*. Ottawa, Statistics Canada, Catalogue No.88-509, 198637p.

DEBRESSON, C., Dimension inter-industrielle du développement technologique, Université du Québec à Montréal, CREDIT, *Working Paper* No.-88-08, 1988, 44p.

DENISSON, E., *The Sources of Economic Growth in the United States and the Alternatives Before Us*. London, George Allen and Unwin. 1962.

DUCHARME, L.M., *Interindustrial technology diffusion : A macroanalysis of technical change in the Canadian economy*. Unpublished PhD thesis. Sussex University. 1991.

FECHER, F., Effets directs et indirects de la R&D sur la productivité: une analyse de l'industrie manufacturière belge papier présenté à la Vième journée de Microéconomie appliquée, Orléans, Mai29-30, 1989, 21p.

FREEMAN, C., HARLOW, C. J., FULLER, J. K., Research and Development in Electronic Capital Goods *National Institute Economic Review*,No.34. 1965.

FREEMAN, C., *The Economics of Industrial Innovation*, 2nd edition, London, Pinter Publishers, 250p. 1982.

GRILICHES, Z., Issues in assessing the contribution of research and development to productivity growth, *Bell Journal of Economics*, 10(1), p. 92-116. 1979.

GRILICHES, Z., Productivity Puzzles and R&D: Another Explanation, *Journal of Economic Perspectives*, 2(4),1988, p.9-22.

GRILICHES, Z., R&D Productivity: Measurement Issues and Econometric Results, *Science*, Vol. 237, July, 1987, p. 31-35.

GRILICHES, Z., The search for R&D spillovers, *TheScandinavian Journal of Economics*, 94, 1992, p. 29-47.

HANEL, P., ANGER, J. F., CLOUTIER, M., *L'effet des dépenses en R&D sur la croissance de la productivité*, Québec, Ministère de l'Enseignement supérieur et de la Science, Direction de la Maîtrise du Développement Scientifique et Technologique, 100p. 1986.

HANEL, P., L'effet des dépenses en R&D sur la productivité du travail au Québec, *Actualité Économique*, 64(3), 1988, p. 396-415.

HANEL, P., R&D, inter-industry and international spillovers of technology and the total factor productivity growth of manufacturing industries in Canada, 1974-1989, *Cahier de recherche* 94-04. Université de Sherbrooke. 1994.

LEONARD, W. N., Research and development in industrial growth, *Journal of Political Economy*, 79(2), 1971, p. 232-56.

LONGO, F., *Interindustry R&D and Productivity in Canada*, Ottawa, Science Council of Canada, 54p. 1984.

MAIRESSE, J., MOHNEN, P., Recherche-développement et productivité, un survol de la litérature, *Economie et Statistique*, no. 237-238, p. 99-108. 1990.

MANSFIELD, E., RAPOPORT, J., SCHNEE, J., WAGNER, S., HAMBURGER, M., *Research and Development in the Modern Corporation*. W.W.Norton, New York. 1971.

MOHNEN, P., LEPINE, N., R&D spillovers and payments for technology : Canadian evidence, *Structural Change and Economic Dynamics*, 2(1), 1991. p. 213-228.

MOHNEN, P., New Technologies and Inter-industry Spillover Montréal, CERPE, *Cahier de recherche* no.8, 1989, 29p.

RAVENSCRAFT, D., SCHERER, F. M., The lag structure of returns to research and development, *Applied Economics*, 1982, p. 603-620.

ROBSON, M., TOWSEND, J., PAVITT, K., Sectoral Patterns of Production and Use of Innovations in the UK: 1945-1983, *ResearchPolicy*, 17, 1988. p. 1-14.

SCHERER, F. M., Interindustry Technology Flows and Productivity Growth, *Review of Economics and Statistics*, 63(3), 1982, p.454-458.

STERLACCHINI, A., (à venir), Innovative Activities, Inter-industry Technology Transfer and Productivity Growth, *Rivista Internazionale di Scienze Economiche e Commerciali*. 1990.

STERLACCHINI, A., R&D, innovations, and total factor productivity growth in British manufacturing, *Applied Economics*, 21, 1989. 1949-1962.

TERLECKYJ, M., *Effects of R&D on the Productivity Growth of Industries: an Exploratory Study*. National Planning Association, Washington, D.C. 1974.

WOLFF, E., NADIRI, M. I., Spillover Effects, Linkage Structure, Technical Progress and Research and Development, C.V. Starr Centre Research Report, No.87/43, 1987, 39p.

WOLFF, E.N., NADIRI, M.I., Spillover effects, linkage structure, and research and development, papier présenté à la Dizième Conférence Internationale *Conference on Input-Output Techniques*, Sevilla. 1993

L'INNOVATION FLEXIBLE : LA COLLABORATION TECHNOLOGIQUE DANS L'INDUSTRIE CANADIENNE

Jorge Niosi
École de Gestion et
CIRST-UQAM

La coopération technologique entre les firmes a été attribuée à l'action de divers facteurs: la recherche d'économies d'échelle et de variété, la création de normes ou standards, les nouvelles méthodes de gestion à la japonaise, la réduction des risques et des incertitudes, les nouvelles politiques publiques favorisant l'innovation collective, etc. Mais une compréhension plus fondamentale des collaborations technologiques vient de la nature des processus d'apprentissage en jeu, ainsi que de la gestion des externalités, de l'incorporation de la flexibilité en recherche et développement (R&D). Ce texte présente une conception évolutionniste la création et de la diffusion des nouvelles routines de coopération en R&D. Il présente aussi des données sur une enquête dans les quatre domaines principaux où la coopération existe au Canada, soit l'électronique, la biotechnologie, les matériaux avancés et la fabrication d'équipements de transports. Aussi, il montre les nouvelles formes des alliances dans un contexte canadien.

La coopération technologique et les alliances entre les entreprises des pays industrialisés se sont multipliées rapidement depuis le début des années 1980. La coopération technique est maintenant une forme organisationnelle largement diffusée qui gagne de plus en plus d'adeptes dans le monde industriel, parmi les firmes qui exécutent de la R&D. Ce texte expose dans la première partie les éléments principaux d'une théorie évolutionniste de l'innovation collective ou flexible. La deuxième partie illustre cette théorie avec une étude sur la coopération industrielle au Canada[1] .

1- Le lecteur trouvera un exposé beaucoup plus détaillé de cette thèse dans J. Niosi: *L'innovation flexible. Les alliances technologiques dans l'industrie canadienne*, Montréal, Presses de l'Université de Montréal, 1995.

Pourquoi la coopération a-t-elle lieu ?
Les alliances technologiques sont des accords à long terme signés entre des entreprises indépendantes afin de mener de façon collective des projets de R&D visant la création de nouveaux produits ou de nouveaux procédés, ou l'amélioration des produits et des procédés existants (Niosi et Bergeron, 1992; Niosi, 1993, 1994, 1995). En tant que telles, elles appartiennent au domaine de la stratégie. Ces alliances comprennent des laboratoires publics et des centres de recherche universitaires. Les alliances ne constituent pas toute la coopération technique entre les entreprises, mais elles en regroupent la partie la plus importante au plan des efforts de recherche collective. La coopération informelle (von Hippel, 1988) qui a lieu sans que des accords soient signés, existe également, mais constitue certainement une proportion moins importante des collaborations entre firmes indépendantes.

Les écrits en gestion de la technologie ont fourni ces dernières années beaucoup d'exemples, et même quelques études avec une base statistique, sur la croissance rapide des collaborations techniques des entreprises japonaises, européennes et américaines. Ces travaux ont fourni une pléthore d'explications ad hoc: la recherche d'économies d'échelle et de variété de la part des membres de ces alliances; le développement de standards communs; les nouvelles méthodes de gestion à la japonaise - comme le Juste-à-Temps et l'ingénierie simultanée - qui favorisent l'association des producteurs et des usagers, des fournisseurs et des ensembliers; la réduction de l'incertitude et du risque dans les projets de R&D, les efforts gouvernementaux pour réduire la duplication des efforts et promouvoir la compétitivité commerciale de l'industrie. Ces explications et plusieurs autres contiennent sans nul doute une bonne part de l'explication de l'émergence des alliances technologiques. Toutefois, elles ne constituent pas une théorie de la coopération technique. Plusieurs éléments importants manquent, dont une théorie de la rationalité et de l'apprentissage des agents économiques - y compris des firmes - et une théorie du changement technologique et organisationnel. Ce texte vise à combler ce manque en développant une théorie évolutionniste de la coopération.

Rationalité, coopération et apprentissage

Dans la théorie néoclassique, lès processus d'apprentissage sont négligeables, dans la mesure où les agents économiques sont dotés, dès la naissance, de toutes les connaissances empiriques pertinentes et de toutes les capacités de calcul nécessaires pour optimiser leurs choix. Toutefois, comme Herbert Simon (1956) faisait remarquer il y a plus de trente-cinq ans, la rationalité des individus et des entreprises est moins que parfaite: leur connaissance est imparfaite et incomplète, leur pouvoir de prévision est limité, l'environnement qui les entoure change constamment. Le postulat de la rationalité limitée de Simon est mieux adapté pour comprendre les activités de R&D, qui sont essentiellement des activités d'apprentissage. L'économie conventionnelle n'accepte qu'un seul type de processus d'apprentissage, le "learning-by-doing" dans la production industrielle (Arrow, 1962).

La R&D a lieu surtout dans les laboratoires des entreprises, et comprend une quête consciente de nouveaux produits et procédés, ou de produits et procédés améliorés. Sur le plan de la gestion, les entreprises apprennent également à investir, à consulter, à s'organiser. Ces processus sont clés pour la compréhension de comment les firmes évoluent à travers le temps. En d'autres termes, la dynamique des firmes, comment elles naissent, s'adaptent et disparaissent, ne peut être étudiée sans référence aux divers processus d'apprentissage à travers lesquels elles font face à un environnement en changement.

La recherche coopérative est un type particulier de processus d'apprentissage. Il s'agit d'innovation collective. C'est quelque chose de différent de ce que R. C. Allen (1983) a appelé «invention collective». Le concept de Allen se réfère aux nouveautés créées par les échanges libres d'information technique qui ont lieu entre les firmes de la même industrie à travers les échanges routiniers de produits, personnel, information écrite et consultation. Les entreprises apprennent les unes des autres par simple interaction. Mais l'innovation coopérative est un processus d'apprentissage entièrement différent. Il est tout d'abord soigneusement surveillé par les membres du partenariat technologique. Des accords de confidentialité créent des barrières au libre débordement d'information vers des entreprises non-membres de l'alliance. Les nouvelles informations techniques produites au cours de

la R&D collective sont appropriées par les partenaires par diverses méthodes dont le secret est la plus commune.

L'échange d'externalités technologiques
Le domaine des externalités est un autre domaine peu exploré de la théorie économique conventionnelle. «Une externalité technologique existe lorsqu'une activité de la part de A impose un coût ou un bénéfice à B pour lequel A n'est pas chargé ou compensé via le système des prix de l'économie de marché» (Whitcomb, 1972). Dans la théorie conventionnelle, les externalités, qu'elles soient positives (bénéfices) ou négatives (coûts), sont soient imposées par un agent économique à un autre, ou alors perdues par inadvertance ou involontairement par le premier au bénéfice du dernier. Les externalités sont donc des effets de débordement, des bénéfices sociaux, ou des coûts collectifs que le producteur ne veut assumer ou dont il ne peut s'approprier (Mansfield, 1977). Dans tous les cas, avec des agents économiques parfaitement rationnels aucune externalité majeure ne peut exister.

Contrairement à ce point de vue, les alliances technologiques représentent des quêtes conscientes d'externalités mutuelles de la part de tous les agents de la coopération. Le but premier de toutes les coopération est l'apprentissage de savoirs complémentaires: chaque membre vise à apprendre des autres. Les alliances technologiques et la coopérations constituent donc une sorte d'échange d'externalités. Ces «externalités échangées» sont donc différentes des «externalités positives» traditionnelles, ces effets de débordement que l'analyse économique du changement technique a si souvent dévoilés dans les analyses empiriques.

De la production flexible à l'innovation flexible
Une des contributions de l'école française de la régulation est l'analyse de la transition de la production fordiste de masse, qui s'est développée entre les années 1920 et les années 1970, à la fabrication flexible qui prend de l'ampleur depuis vingt ans. Dans un contexte d'ouverture de marchés, l'arrivée de nouveaux concurrents industriels, et la turbulence économique croissante qui s'ensuit, la production rigide à grande échelle est un obstacle alors que la production flexible procure des avantages marqués dans le marché mondialisé et changeant.

Le même raisonnement peut être appliqué à la fonction de R&D. Dans le présent contexte de turbulence technologique, avec l'émergence de plusieurs technologies en compétition, les alliances et la coopération technologiques apportent aux entreprises un niveau supérieur de flexibilité en matière d'innovation. La recherche coopérative permet une plus grande variation d'une technologie à la suivante et, comparée aux fusions et aux acquisitions, elle mène à une incorporation moins coûteuse de connaissances complémentaires, avec des risques réduits.

Institutions d'un nouveau paradigme technologique

Freeman et Perez (1988) associent la coopération technologique stratégique à l'émergence d'une nouvelle phase dans le développement de la technologie. Ils classent les innovations en quatre grandes catégories de complexité et d'effets systémiques croissants. Ces quatre catégories sont les innovations mineures («incremental innovations»), les innovations radicales, les changements dans les systèmes techniques (ou grappes d'innovations radicales et mineures, comme l'introduction de matériaux synthétiques) et les changements de paradigmes techno-économiques. Dans le dernier cas, les changements comprennent plusieurs grappes de systèmes techniques, avec des innovations organisationnelles associées. L'introduction de la machine à vapeur et du changement de fer entre 1820 et 1890 fut le premier grand changement de paradigme techno-économique de l'ère moderne. Il apporta avec lui la production de masse, la société par actions, et favorisa l'expansion des industries de l'acier, de l'électricité, du charbon, du pétrole et du gaz et des teintures synthétiques. L'introduction de l'électricité et du moteur à combustion interne favorisa les industries automobiles, de fabrication d'équipements électriques lourds, de la pétrochimie, de l'aviation avec des effets semblables entre 1890 et 1950. La société par actions s'étendit à de nouveaux secteurs industriels, commerciaux et financiers. Le taylorisme et le fordisme sont apparus et se sont diffusés dans les grandes entreprises. Des marchés monopolistes et des oligopolistes nationaux se sont formés en Amérique du nord et en Europe occidentale. Le prochain paradigme techno-économique, développé depuis la fin des années 1940, était lié à l'automobile, à l'aérospatial, aux biens de consommation durables et aux matériaux synthétiques. La

chaîne de montage s'est généralisée, et les sociétés multinationales dominèrent l'économie avec leurs hiérarchies internationales.

Parallèlement, un nouveau paradigme techno-économique a commencé à émerger et gagna de l'importance dans les années 1980. Freeman et Perez l'ont appelé le paradigme des technologies de l'information. Il est caractérisé par la généralisation des ordinateurs et des machines à contrôle numérique, l'application des fibres optiques et de nouvelles céramiques à la fabrication de nouveaux produits électroniques, la diffusion des robots et les services d'information. D'autres nouvelles technologies commencent aussi à voir le jour, surtout la biotechnologie et les matériaux avancés. Les communications horizontales, l'ingénierie simultanée et le **juste-à-temps** déplacent les anciennes liaisons verticales et séquentielles entre les entreprises, et entre les fonctions au sein des entreprises. Il y a une entrée massive de firmes plus petites, et une diffusion rapide des nouvelles technologies qui augmentent le risque et l'incertitude.

D'autres économistes évolutionnistes, dont Richard R. Nelson (1994) ont également souligné le changement concomitant des technologies et des institutions: de nouvelles technologies permettent - ou forcent - des changements organisationnels. En retour, ces modifications organisationnelles permettent l'approfondissement du changement technique.

La recherche coopérative et les alliances technologiques nous apparaissent comme des effets de cet environnement économique turbulent, d'abord dans les technologies de l'information, puis dans d'autres technologies avancées. Celles-ci permettent d'adapter les entreprises, mais aussi les laboratoires publics et les universités de recherche, à la complexité croissante, à l'entrée massive de concurrents, aux risques et aux incertitudes associées à l'introduction des technologies de l'information et aux autres technologies nouvelles.

L'apprentissage localisé et la technologie comme bien quasi-public
Dans l'économie conventionnelle, la technologie est composée d'informations parfaitement codifiées et faciles à obtenir par des firmes indépendantes. Cette perspective a été remise en question par divers

auteurs. Dans plusieurs articles et autres écrits majeurs, Stiglitz (1987) a insisté sur le fait que la technologie est différente de la science, en ce sens qu'elle est beaucoup plus spécifique à des industries, des procédés et des produits particuliers; en ce sens, la technologie est plus sujette à l'obsolescence que la science. L'apprentissage technologique est donc plus localisé et moins général que l'apprentissage scientifique. Le progrès technique localisé et spécifique - et surtout les activités de développement, par opposition à la recherche - peut avoir peu d'impact et d'utilité pour d'autres industries et technologies.

Il s'en suit que la R&D, un type particulier de processus d'apprentissage, est souvent aussi une activité localisée et spécifique à une industrie. Il est probable que les résultats de la recherche coopérative soient si spécifiques qu'ils ne puissent être appliqués que par les partenaires eux-mêmes, avec peu d'effets de débordement vers les imitateurs et les compétiteurs. La protection et l'appropriation de la propriété intellectuelle devrait ainsi être facile pour les membres de l'alliance, dans la mesure où une grande partie des résultats ont peu d'utilité pour les non-membres.

Puisque la technologie est de la connaissance spécifique, elle est donc un bien quasi public. Sa transmission et sa diffusion dépendent à la fois du stock de connaissance de l'acheteur potentiel ou de l'imitateur, et sur le niveau de codification et d'explicitation de la technologie dans des manuels, des dessins, et des plans. Si la technologie, comme beaucoup d'auteurs insistent à l'affirmer, est en grande partie implicite, non codifiée et seulement incorporée dans le savoir-faire des ouvriers, des techniciens et des cadres, alors les alliances technologiques s'expliquent facilement. Seule la collaboration proche des personnes possédant cette connaissance localisée et tacite permettra de créer de nouvelles connaissances utiles.

La collaboration technologique comme un processus évolutif
L'économie évolutionniste fournit le cadre théorique général nécessaire pour comprendre les alliances technologiques. Cette perspective soutient que, au cours de leur vie, les entreprises acquièrent un ensemble de pratiques opératoires ou routines. Les routines changent lentement, sous l'influence de changements dans l'environnement

économique et des contraintes internes (Nelson et Winter, 1982). Les alliances technologiques font aussi partie de ces nouvelles routines, créées par les entreprises sous la double contrainte d'un environnement turbulent aux plans technologique et économique, et de la nécessité de rendre plus efficace et souple l'activité de R&D.

Les théories évolutionnistes apportent d'autres éléments importants pour l'analyse de la coopération technologique: les formes organisationnelles et les routines - comme les alliances technologiques - se développent par essais et erreurs, à tâtonnements, avec l'apprentissage, la variation, la sélection et la compétition comme facteurs majeurs qui expliquent leur modèles de changement.

Le postulat évolutionniste de la rationalité limitée des agents est une condition pour la compréhension des processus d'apprentissage de toutes sortes, y compris des processus de R&D, comme les alliances technologiques. L'apprentissage détermine la variété, et l'acquisition de connaissances apporte des capacités nouvelles. Le succès ou l'échec des produits dans le marché, des produits créés sur la base des routines nouvelles, décidera de la sélection des uns et des autres.

Les alliances technologiques canadiennes

L'étude visant à comprendre les alliances technologiques canadiennes a été réalisée en 1990-91, via des entrevues en profondeur à quelque 130 entreprises qui conduisent des alliances technologiques. La base préliminaire des données - créée à travers de nombreuses publications techniques et commerciales - montrait plusieurs caractéristiques importantes. La première particularité était que toutes les firmes identifiées exécutaient de la R&D en tant qu'activité régulière. La deuxième caractéristique était que la plupart des firmes se concentraient dans deux industries et dans deux technologies. Les industries - identifiables à travers des codes de classification d'activité économiques étaient l'électronique, (y compris la production de semi-conducteurs, d'ordinateurs et de pièces d'ordinateurs, d'équipement de télécommunication et d'autres équipements électroniques, mais excluant les appareils électroniques de consommation) et la fabrication d'équipement de transport (véhicules de transport collectif, y compris des wagons de train et de métro et des avions, mais excluant les

automobiles). Les deux technologies, dispersées à travers une variété d'industries, étaient les matériaux avancés (y compris des composites à matrice métallique, céramique et polymère, des fibres optiques, etc.) et la biotechnologie (y compris les produits pharmaceutiques, alimentaires, pour l'environnement, pour l'agriculture et l'élevage, etc.). Le nombre total de firmes avec des activités permanentes de R&D apparaît dans le Tableau 1. Aussi, nous avons estimé que la propension à faire des alliances dans tous ces quatre secteurs était de l; autrement dit, toutes les firmes qui faisaient de la R&D de manière permanente, faisaient aussi des alliances.

Tableau 1

Les entreprises exécutant de la R&D et des alliances dans quatre domaines choisis au Canada, 1989

Secteur	Population des firmes exécutant de la R&D	Échantillon retenu
Electronique	238	36
Matériaux avancés	100	36
Biotechnologie	250	36
Équipement de transport	37	20
Totaux	625	128

Sources: Statistique Canada et associations industrielles.

La concentration des alliances dans les trois technologies génériques confirme l'hypothèse du paradigme techno-économique et de l'évolution conjointe des technologies et des arrangements institutionnels, mais ajoute quelque chose de plus: les alliances sont plus fréquentes dans l'industrie électronique et dans les technologies de l'information, comme le soutiennent Perez et Freeman, mais aussi dans la R&D sur les biotechnologies et sur les matériaux avancés. Ainsi, le nouveau paradigme techno-économique concerne non seulement les technologies de l'information, mais aussi les autres technologies génériques. En fait, les trois sont reliées. L'industrie électronique est la principale consommatrice de matériaux avancés, comme des silicones, de l'arséniure de gallium, de la fibre optique et des cristaux (Forester, 1988). La nouvelle biotechnologie profite des équipements électroniques - y compris les microscopes électroniques et les ordinateurs (ceux-ci permettent la réalisation des projets de recherche complexes comme

l'utilisation de programmes pour l'exploration automatique des longues séquences d'ADN) (Davis, 1991).

La croissance des alliances

Peu d'alliances semblaient exister au Canada avant 1980. Elles incluaient certaines collaborations dans les industries faisant le plus d'efforts en R&D, comme l'industrie chimique, le nucléaire, la fabrication d'appareils de télécommunication, d'avions et d'équipement électrique lourd. La montée de la coopération technique comme activité régulière et importante de centaines de firmes est arrivée dans les années 1980. Plusieurs facteurs étaient à l'oeuvre simultanément. Le premier était la diffusion de l'utilisation de composantes électroniques dans diverses industries de fabrication, comme les équipements de transport, la machinerie (électrique et non électrique), les équipements scientifiques et médicaux, etc. L'introduction des ordinateurs personnels - développés dans les années 1970, était un facteur majeur dans le nouveau partenariat, comme l'était l'introduction des nouveaux équipements numériques de télécommunications diffusés aussi au cours des années 1970. Le développement de standards et de normes communs dans l'industrie croissante des technologies de l'information favorisa la recherche coopérative entre compagnies indépendantes. La conception de semi-conducteurs et d'équipements les utilisant requiert la collaboration entre le fabricant des puces et les autres industriels qui s'en servent.

Le deuxième facteur était le développement de la biotechnologie au cours de la deuxième moitié des années 1970, qui augmenta énormément le maillage entre les nouvelles firmes spécialisées en biotechnologie et les entreprises plus traditionnelles en chimie, pharmacie, agro-alimentaire ou génie-conseil, qui avaient des marchés et des savoir-faire complémentaires, mais aussi avec les universités, laboratoires publics, hôpitaux et autres fournisseurs de connaissances fondamentales.

Finalement, le développement des matériaux avancés, et leur utilisation croissante dans des industries diverses, en commençant par les fabricants d'équipement de défense et de transport, puis par les entreprises d'électricité, de télécommunications, de construction, et de

machinerie, a donné un élan important à la coopération. Les matériaux avancés sont conçus pour servir des usagers spécifiques; aussi, ils requièrent une coopération serrée entre l'usager et le producteur.

Ces trois technologies génériques représentent un bond majeur de complexité et nécessitent des entrants scientifiques dans des quantités supérieures. La coopération des entreprises avec les universités et les laboratoires publics est devenue indispensable. Les données sur les alliances montrent une augmentation massive de la coopération depuis 1980. Le Tableau 2 fait apparaître cependant de vastes différences entre les quatre industries et technologies. La biotechnologie était la «technologie réseau» par excellence: presque toutes les firmes qui faisaient de la R&D dans le domaine le faisaient - du moins en partie - en collaboration. Inversement, moins que la moitié des entreprises qui fabriquaient des produits électroniques et des matériaux avancés, et très peu des producteurs d'équipement de transport existant avant 1980, collaboraient en R&D.

Tableau 2

Alliances technologiques avant 1980

Période de début des alliances	Électronique	Matériaux avancés	Biotech	Équipement de transport	Totaux
Avant 1980 (1)	8	13	11	4	36
1980 et après	28	23	25	16	92
Compagnies qui existaient avant 1980 (2)	24	28	13	18	83
(1) * 100/(2)	33%	46%	85%	22%	43%

Les chiffres montrent que moins d'entreprises qui faisaient des alliances en 1990 en réalisaient en 1980.

Les caractéristiques des entreprises et des alliances

La première caractéristique des entreprises engagées dans des alliances a déjà été mentionnée. Elles conduisent toutes des activités de R&D. Il y a une deuxième caractéristique: les principaux producteurs des deux

industries et les chefs de file des niches (typiquement des PME) sont très engagés dans les alliances stratégiques.

La plupart des grands fabricants traditionnels de matériaux (métaux, produits chimiques et produits du bois) exécutent de la R&D dans le domaine de matériaux avancés, côte-à-côte avec des petites firmes innovatrices, tout en réalisant à l'interne la majorité de leur effort de recherche, qui est dans le domaine des procédés. La contribution des universités est majeure dans cette nouvelle technologie: pratiquement toutes les firmes interviewées collaboraient avec des universités lors de l'enquête.

Dans l'électronique, toutes les grandes entreprises et les chefs de file des niches réalisaient des alliances. Les collaborations entre usagers et producteurs coexistaient avec des partenariats horizontaux entre rivaux, et des alliances entre firmes non rivales, mais aux capacités complémentaires. L'apport des universités était ici plus réduit, mais deux tiers des entreprises collaboraient néanmoins avec les universités, surtout dans les domaines du logiciel, des matériaux et revêtements (couches minces) des semi-conducteurs.

En biotechnologie, toutes les firmes collaboraient dans plusieurs alliances. Celles-ci incluaient des partenariats entre des P.M.E. spécialisées en biotechnologie et de grandes entreprises chimiques, pharmaceutiques et agro-alimentaires, des laboratoires publics, des universités et des consultants. L'apport universitaire était clé, dans la mesure où beaucoup de ces PME étaient fondées par des professeurs d'université et maintenaient des liens étroits avec les laboratoires d'origine pour les aspects les plus fondamentaux de la recherche.

Dans l'industrie de fabrication des équipements de transport, de grands assembleurs sont le point nodal des alliances, à la fois verticales (avec leurs propres, au pays ou en dehors des frontières), horizontales (avec des concurrents étrangers) et «orientées» ou latérales (avec des producteurs d'équipement électrique et électronique, et des fabricants de matériaux avancés).

Les plus grandes firmes et les leaders de niches font les plus grands efforts de R&D. Cette nouvelle routine de collaboration apparaît d'abord dans les firmes de chaque secteur qui dépensent en R&D les proportions les plus élevées de leur chiffre d'affaires. Tant les firmes à contrôle canadien qu'étranger conduisaient des alliances, mais comparées aux entreprises contrôlées par des Canadiens, les filiales étrangères étaient arrivées plus tardivement, leur effort de collaboration était moindre, et elles participaient surtout dans des consortiums locaux et régionaux, et rarement internationaux.

Les routines de gestion des alliances

Les petites firmes font un plus grand effort de collaboration que les grandes, en pourcentage de leurs dépenses totales en R&D. Dans les PME, il appert ainsi que les économies d'échelle étaient des considérations importantes dans la décision d'entrer dans des alliances technologiques. Pour ce qui est des plus grandes compagnies, les économies de variété diversification de la production et de la R&D étaient plus importantes. Ainsi, de grands producteurs de matériaux traditionnels entraient dans des alliances avec de plus petites firmes produisant des matériaux avancés, et de grandes compagnies pharmaceutiques ou chimiques concluaient des alliances avec des P.M.E. spécialisées en biotechnologie afin d'avoir accès à leur produits biotechnologies (souvent des vaccins en préparation).

Deux principales méthodes de coordination existaient dans les alliances. Le plus simple et de loin le plus utilisé était l'accord de coopération, un contrat liant les parties pendant le projet, et spécifiant notamment les apports de chacun, la durée du contrat et le partage de la propriété intellectuelle. Ce type d'arrangement fut adopté par la majorité des alliances dans tous les quatre secteurs. Le second type d'arrangement, les entreprises en coparticipation («joint ventures»), fut adopté par une minorité d'alliances (voir Tableau 3)[1]

1- Il est donc inapproprié d'identifier les alliances avec les entreprises en coparticipation comme le fait R. K. Harrigan (1987).

Tableau 3

Formes de coordination des alliances

Forme	Électronique	Matériaux avancés	Biotech.	Équipement de transport	Totaux
Accords de partenariat	26	33	29	19	107
«Joint ventures»	10	3	7	1	21

Les entreprises en coparticipation étaient utilisées dans seulement deux cas. Le cas le plus fréquent était celui du développement de produits à travers la collaboration, et où la fabrication ou le marketing étaient soit compris dans le partenariat, soit que leur inclusion était contemplée sérieusement. L'entreprise en coparticipation, une forme moins flexible de coopération, était adoptée dans ces cas parce que les enjeux étaient plus importants, les budgets plus grands, et les cadres temporels plus longs. L'autre situation où les entreprises en coparticipation étaient préférées étaient les consortiums industrie-université. Dans 85% des cas (107/128), les entreprises ont préféré des accords de partenariat, soit des structures de gouvernance plus légères et moins contraignantes. Ce résultat confirme l'hypothèse selon laquelle les alliances sont des formes flexibles d'organisation en vue des activités innovatrices.

Les routines sur la propriété intellectuelle

La flexibilité était aussi une considération clé dans la gestion de la propriété intellectuelle résultant de la collaboration. Deux indicateurs furent utilisés. Le premier était l'utilisation de schémas simples tels la propriété collective des résultats par tous les partenaires, l'appropriation exclusive par le leader de tous les résultats, et la division des résultats sur la base de la division préalable du travail (voir Tableau 4). Un deuxième indicateur était l'utilisation réduite des brevets pour protéger la propriété intellectuelle résultant de la collaboration (Tableau 5).

Tableau 4

La division de la propriété intellectuelle

Propriété	Électronique	Matériaux avancés	Biotech.	Equipement de transport	Totaux
Collective	14	5	26	9	54
Leader	6	15	6	5	32
Division	7	5	2	--	14
Autres et mixtes	7	10	--	4	21
Totaux	34	35	34	18	121

Fréquences manquantes: 7

Tableau 5

Utilisation des brevets dans la protection de la propriété intellectuelle des alliances

Brevets	Electronique	Matériaux avancés	Biotech.	Equipement de transport	Totaux
Oui	11	9	17	5	44
Non	25	27	19	15	84

Sauf en biotechnologie, les brevets ne sont pas utilisés fréquemment pour protéger les résultats de la recherche collective. Ce comportement tend à augmenter la flexibilité dans l'utilisation des résultats. Dans certains cas, toutefois, les résultats n'étaient pas susceptibles d'obtenir un brevet, car ils consistaient essentiellement à des connaissances fondamentales. Plusieurs compagnies ont signalé que le système actuel des brevets ne fournissait pas une protection adéquate à la propriété intellectuelle collective. Ici, les entreprises cherchent une solution souple devant la rigidité du système des brevets.

D'autres répondants ont argumenté que le secret était préférable pour protéger l'innovation dans leur domaine particulier. Cette réponse montre aussi une quête de flexibilité dans le contexte de la turbulence technologique, des cycles de vie raccourcis des produits et du nombre croissant de concurrents.

Notre recherche montre un modèle évolutif aux origines de la collaboration technologique entre les firmes. La plupart des entreprises

qui font aujourd'hui des alliances ont commencé à réaliser de la R&D avant 1980. Plus tard, ces entreprises ont appris à transférer la technologie et à donner de la recherche à contrat. Enfin, elles ont commencé à faire de la R&D coopérative, le plus souvent après 1980. Les routines adoptées pour l'organisation (des accords de partenariat plutôt que des «joint ventures»), les arrangements portant sur la propriété intellectuelle (propriété collective ou division des résultats sans brevet) et autres clauses montrent que la recherche de flexibilité est cruciale.

Le nombre d'alliances ne cesse d'augmenter dans presque toutes les entreprises interviewées, tout comme le nombre de secteurs industriels touchés par les alliances souvent initiées par ces entreprises oeuvrant dans les technologies génériques. La coopération entre les firmes est en passe de devenir, comme le Juste-à-Temps, l'ingénierie simultanée et les communications horizontales entre fonctions, une nouvelle routine organisationnelle dans l'industrie. La coévolution des technologies et des arrangements institutionnels est ici confirmée.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ALLEN, R. C., Collective Invention, *Journal of Economic Behaviour and Organization*, Vol. 4, 1983, pp. 1-24.

ARROW, K., The Economic Implications of Learning by Doing *Review of Economic Studies*, Vol. XXIX, N°80, 1962, p. 155-173.

COHENDET, P., HÉRAUD, J. A., ZUSCOVICH, E., Apprentissage technologique, réseaux économiques et appropriabilité des innovations", in D. Foray et C. Freeman (éds) *Technologie et richesse des nations*, Paris, Economica. 1992.

CORIAT, B., *L'atelier et le chronomètre*. Paris, Bourgois. 1982.

CORIAT, B., *L'atelier et le robot*. Paris, Bourgois. 1990.

DAVIS, B. D.,(éd.) *The Genetic Revolution*, Baltimore, The John Hopkins University Press. 1991.

FORESTER, T., (éd.) *The Materials Revolution*, Cambridge, MIT Press. 1988.

FREEMAN, C., PEREZ, C., Structural Crisis of Adjustment: Business Cycles and Investment Behaviour, in G. Dosi et al., *Technical Change and Economic Theory*, London, Pinter. 1988.

HARRIGAN, R. K., Strategic alliances and their new role in global competition, *Columbia Journal of World Business*, Été, 1987, p. 67-69.

MANSFIELD, E., *The Production and Application of New Industrial Technology*, New York, Norton. 1977.

MCKELVEY, B., ALDRICH, H., Populations, natural selection and applied organizational science, in *Administrative Science Quarterly*, Vol. 28, 1983, p. 101-128.

NELSON, R., WINTER, S., *An Evolutionary Theory of Economic Change*, Cambridge, Mass., Belknap/Harvard University Press. 1982.

NELSON, R.R., The *Coevolution of Technology. Industrial Structure and Supporting Institutions*, Berkeley, University of California, Center for Research on Management, CCC Working Paper 94-6. 1994.

NIOSI, J., BERGERON, M., Technical alliances in the Canadian electronics industry. an empirical analysis, *Technovation*, Vol. 12, n°5, 1992, p. 309-322.

NIOSI, J., *L'innovation flexible*, Montréal, Les Presses de l'université de Montréal. 1995.

NIOSI, J., Strategic partnerships in Canadian advanced materials *R&D Management* Vol. 23, n° 1,1993, p. 17-27.

NIOSI, J., Technological Alliances in Canadian Industry, in J. Niosi (éd.): *New Technology Policy and Social Innovations in the Firm*, Londres, Pinter, 1994, p. 75-94.

SAVIOTTI, P., METCALFE, J. S., (éds) *Evolutionary Theories of Economic and Technological Change*. Reading, Harwood Academic Publishers. 1991.

SIGGEL, E., Learning by Consulting: A Model of Technology Transfer by Consulting Engineering Firms, *Canadian Journal of Development Studies*, Vol. VI, N°l, 1987, pp.27-44.

SIMON, H., Rational choice and the structure of the environment, *The Psychological Review*, N° 63, 1956, reimprimé dans M. Egidi et al (éds.) (1992) *Economics, Bounded Rationality and the Cognitive Revolution*. Aldershot, UK, Elgar.

STIGLITZ, J. E., Learning to learn, localized learning, and technological progress, in P. Dasgupta and P. Stoneman (eds) *Economic Policy and Techno-logical Performance*, Cambridge, Cambridge University Press, 1987, p. 125-153.

TEUBAL, M., *Innovation Performance, Learning and Technology Policy*, Madison WI, University of Wisconsin Press. 1987.

VON HIPPEL, E., *The Sources of Innovation*, New York, Oxford University Press, 1988.

WHITCOMB, D., *Externalities and Welfare*, New York et Londres, Columbia University Press. 1972.

L'INNOVATION COMME PROCESSUS : FONDEMENTS POUR UNE MODÉLISATION DU CHANGEMENT STRUCTUREL

Jean-Luc Gaffard
Laptapses-CNRS
Université de Nice Sophia-Antipolis

L'innovation est selon la formule de J. A Schumpeter, un processus de destruction créatrice. Elle entraîne, donc, ipso facto une distorsion dans la structure par âges de la capacité productive de l'économie comme de l'entreprise, c'est-à-dire une rupture des complémentarités temporelles existantes qui va, d'ailleurs, de pair avec une rupture des complémentarités sectorielles. Une telle distorsion ne met pas en péril la viabilité de l'économie ou de l'entreprise, si elle est parfaitement anticipée et, donc, "endogénéisée" dans le calcul des agents économiques. Mais la limitation des capacités de calcul des agents rend inévitables des difficultés de coordination. Ce sont elles qui peuvent amplifier, de manière imprévisible, les distorsions et engendrer des processus cumulatifs conduisant l'économie ou l'entreprise à la faillite. Ce sont elles qui sont partiellement surmontées grâce à la mise en oeuvre de procédures de contrôle adaptatif. Le modèle analytique susceptible de traiter ces aspects essentiels de l'innovation est un modèle de type néo-autrichien construit pour mettre en évidence les mécanismes de complémentarité intertemporelle, d'un côté, de coordination des décisions de l'autre.

L'innovation est, suivant la formule bien connue de J. A. Schumpeter, un processus de destruction créatrice. Ces deux dimensions coexistent au point qu'il est fallacieux de considérer seulement le point d'arrivée du processus et de mettre, alors, uniquement l'accent sur les gains d'efficacité qui ont été obtenus. Certes l'innovation et les rendements croissants qu'elle engendre sont au centre de toute analyse visant à expliquer un mécanisme cumulatif de croissance de la firme, de l'industrie ou de l'économie. Mais l'important est qu'ils conduisent à des spécialisations et à des interdépendances sectorielles et temporelles génératrices, les unes et les autres, de chocs récurrents (endogènes) qui empêchent d'atteindre un régime régulier. Suivant cette perspective, il

n'y a pas d'organisation optimale de l'industrie ou de frontières optimales des firmes. C'est que «la fin de la route ne peut jamais être atteinte» (G. B. Richardson, 1975, p.357). Les positions établies sont toujours sous la pression. Des changements erratiques se produisent, qui remettent en cause les frontières des firmes et des industries. Le vrai problème n'est donc pas tant de désigner une organisation optimale de l'industrie que de déterminer les conditions de viabilité d'une recomposition permanente, de déterminer aussi en quoi cette recomposition aide à changer les théories et les politiques (B. Loasby, 1991).

Dans un premier temps, nous nous interrogerons sur ce que signifie pour la théorie de la firme (et de sa stratégie) la référence aux représentations standard, atemporelles, de la production et de la technologie. Puis nous examinerons quels sont les fondements d'une théorie de la firme (et de sa stratégie) quand celle-ci est vue principalement comme un agent de la création de richesses. Cela nous conduira à mettre l'accent sur l'exigence, à laquelle est confrontée une telle firme, d'organiser une coordination ex ante ou temporelle, différente d'une coordination ex post ou inter-temporelle. Enfin nous nous efforcerons de caractériser ce que sont les stratégies de firmes hors de l'équilibre, c'est-à-dire les stratégies oligopolistiques visant à rendre viables les processus d'innovation en nous référant à un modèle de type néo-autrichien.

La stratégie de la firme agent d'allocation des ressources

L'image de la firme, ses fonctions, sa théorie dépendent essentiellement de la manière dont on interprète le phénomène de la production: comme phénomène d'allocation de ressources ou comme phénomène de création de richesses.

Suivant une perspective qualifiée *d'ex post*, l'accent est mis sur des solutions données à des problèmes productifs donnés. Cela conduit, immanquablement à considérer exclusivement les conditions de fonctionnement / d'utilisation de la capacité productive : la technologie et la production apparaissent alors comme les deux faces de la même option productive: l'une la définit, l'autre rend compte de sa mise en oeuvre (au sens de son utilisation). L'une et l'autre sont définies dans

les mêmes termes: des quantités d'inputs employés pour obtenir des quantités d'outputs dans un volume et des proportions donnés. Une telle interprétation de la technologie et de la production implique de ne considérer que des ressources génériques, c'est-à-dire des ressources qui peuvent être employées dans différents processus de production sans perte de valeur productive. Cela signifie que le seul problème est la disponibilité de ces ressources. Cela signifie aussi que les entreprises ont toujours théoriquement l'opportunité de les mobiliser instantanément ou en tout cas librement, excepté les situations de rareté physique intrinsèque.

La théorie standard basée sur une telle interprétation est tout entière contenue dans la représentation de la technologie et des processus de production dans les termes d'une fonction de production et de la fonction de coût correspondante. Cette fonction de coût désigne le montant minimum des coûts associés à un niveau donné de production physique. Elle décrit les conditions d'utilisation d'une capacité productive donnée sans référence aucune aux conditions de sa construction.

Il y a naturellement une correspondance entre l'interprétation de la production et de la technologie et le problème économique qu'elle évoque. En fait, une gamme donnée d'options productives implique un ensemble donné d'alternatives défini par référence à une dotation particulière de ressources. Le problème économique posé est donc bien un problème de choix entre ces alternatives, soit un problème de comparaison et d'optimisation sur la base d'un critère général d'efficience. Un tel problème est défini et traité dans un contexte essentiellement atemporel. Cela signifie en particulier que les inputs et les outputs sont analytiquement contemporains et que les coûts de production sont financés à partir de la production de la même période. Même lorsque ces variables sont définies dans le temps, leurs valeurs sont ramenées à des valeurs courantes pour être confrontées et permettre les comparaisons recherchées, de telle sorte que la dimension du temps n'est pas essentielle.

Les développements récents de la théorie standard de la firme demeurent en cohérence avec cette même interprétation de la technologie et de la production.

Certes dans les modèles dédiés à l'analyse de l'activité de R& D, la technologie n'est plus déterminée de manière exogène. L'endogénéisation de la technologie est obtenue en introduisant une nouvelle marchandise et le marché correspondant. Cette marchandise c'est de l'information et l'invention est vue comme production d'information (K. Arrow, 1962). Dans ce contexte, le principal problème n'est pas tant la caractérisation du processus de production de la nouvelle marchandise que la possibilité de réaliser une allocation optimale des ressources au regard des propriétés particulières de la marchandise technologie. Les attributs particuliers de la technologie comme information impliquent, en effet, un biais au détriment du montant des ressources dédié à l'activité d'invention. C'est à ce point de l'analyse que surgit une référence utile à la firme en tant que lieu de coordination et d'affectation des ressources qui peut ou doit «se substituer» au marché, dans la perspective d'accroître le niveau d'efficience. Un débat sur les incitations à innover est ainsi introduit, qui va être centré sur la structure de marché des produits utilisant les résultats de l'activité d'invention. Ceci signifie, d'un point de vue analytique, que la manière dont une nouvelle technologie (en fait une nouvelle capacité productive adaptée à cette technologie) est «utilisée» est ce qui compte, et non la manière dont elle est construite. Une fois encore, toute référence essentielle au temps est, de fait, écartée.

Tous ces modèles qui se réfèrent à la technologie comme à une marchandise produite dans les conditions qui viennent d'être décrites, introduisent le problème de la modification des frontières des possibilités de production grâce à une activité de R&D envisagée comme une variable stratégique. Cette stratégie est analysée au moyen de la théorie des jeux. L'aspect le plus important de l'analyse est ainsi résumé par l'un des principaux auteurs: «Modern non cooperative game theory is a language of strategy and equilibrium, that is, it provides an equilibrium framework in which to examine individuals strategic behaviour» (J. Reinganum, 1984, p.61).

La nature des décisions stratégiques est de correspondre à un équilibre de jeu. Ce qui est considéré commè un progrès décisif de la théorie de l'organisation industrielle est, en effet, de permettre de considérer n'importe quelle situation, précédemment identifiée à des défaillances de marché (barrières à l'entrée, prix prédateurs, etc.), comme étant un phénomène d'équilibre (cf. T. Bresnahan 1991). Pour autant, la dimension temporelle de l'action stratégique est-elle introduite de manière essentielle? La réponse à cette question est contenue tout entière dans la description des jeux.

Généralement, la stratégie consiste pour chaque joueur (en l'occurrence la firme) à mettre en oeuvre des dépenses d'engagement (de quelque nature que ce soit) dans le but de construire un avantage compétitif sur le marché. Ces dépenses ont, formellement, le caractère de coûts irrécouvrables puisqu'elles ne seront couvertes que par les recettes obtenues ultérieurement lors du déroulement du jeu du marché. C'est, d'ailleurs, ce caractère qui leur confère le statut de menace crédible. Dès lors, toute firme envisage ses engagements, c'est-à-dire forme des anticipations à propos de décisions irréversibles, en se référant au fait que ces engagements altèrent ses revenus nets dans le futur. Autrement dit, elle le fait en se référant à un certain jeu de marché. Ce que l'on peut exprimer en disant qu'en présence de coûts irrécouvrables, le principe d'anticipations rationnelles est une caractéristique nécessaire de tout concept d'équilibre. En effet «If firms expectations are not constrained to be rational, then any outcome is possible - that is, given an outcome, there is a set of expectations which will produce it. Rational expectations are then necessary to constrain results» (B. Eaton 1987, p.157).

Le fait de former des anticipations rationnelles et de connaître le jeu du marché a des implications fortes quant au contenu des stratégies. Celles-ci reviennent à identifier des opportunités (de marché) et à mobiliser des ressources en conséquence. Ce sont, au sens strict, de pures stratégies de marché structurées par la recherche d'une allocation inter-temporelle optimale des ressources. Il y a bien une référence au temps nécessaire pour construire l'avantage compétitif recherché et la capacité productive correspondante. Mais cette référence reste inessentielle. En premier lieu, la firme conserve la

possibilité d'établir un calcul économique qui repose sur une confrontation immédiate de l'ensemble des coûts avec l'ensemble des recettes: un équilibre inter-temporel est, simplement, substitué à un équilibre ponctuel. En fait dans les modèles considérés, ou bien les firmes dépensent des ressources en R&D seulement quand elles participent au jeu de marché ou bien elles engagent ces ressources seulement si les résultats du jeu de marché sont connus. En aucun cas les coûts ne sont vraiment irrécouvrables au sens d'impliquer une contrainte de financement. En second lieu, la firme continue de choisir entre des techniques efficaces et n'a pas à considérer le nécessaire apprentissage qui conduit à leur définition et qui pose, comme nous le verrons, des problèmes spécifiques de coordination. Elle reste un lieu d'allocation des ressources; elle n'est pas encore véritablement un agent de création de ressources, c'est-à-dire, au sens fort, un agent de la production de richesses.

Les stratégies qui viennent d'être évoquées consistent à déterminer un niveau de dépenses de R&D compte tenu de leur impact sur les coûts unitaires de la firme, de manière à maximiser la valeur de la firme. Ainsi apparaissent comme résultats des modèles, à la fois l'intensité de l'activité de R&D et le nombre de firmes présentes sur le marché (i.e. la structure du marché). Ces résultats ne reflètent pas un optimum social. Il y a divorce entre l'équilibre et l'optimum. En particulier une conclusion typique d'une certaine classe de modèles est que les dépenses de R&D sont relativement trop élevées, qu'il y a trop de firmes et que chacune d'entre elles investit trop, faute de prise en compte de la réduction de la valeur des investissements des autres firmes que leur comportement implique.

Un ensemble large de configurations industrielles, ainsi engendré par des modèles reposant sur des hypothèses générales de rationalité et des comportements d'optimisation, recouvre un ensemble diversifié de situations concrètes observables, toutes interprétables et interprétées comme situations d'équilibre. S'agissant des relations entre oligopole (en fait structure de marché) et innovation, aucune théorie générale n'est formulée, aucun résultat généralisable n'est obtenu, mais une série d'exemples est proposée qui s'inscrit dans un schéma analytique commun, en l'occurrence celui de la théorie des jeux. Ces exemples

s'étendent évidemment à l'explication des conditions de diffusion de l'innovation et à celle des raisons qui conduisent les firmes à acquérir, renforcer, ou perdre une suprématie technologique (pour un résumé, cf. J. Reinganum, 1989).

Rapidement, bien sûr, les règles du jeu et les comportements prêtés aux firmes deviennent plus complexes. En fait la sophistication croissante des comportements va de pair avec la complexité elle-même croissante des situations.

L'intérêt principal des modèles de la théorie moderne de l'organisation industrielle est d'élargir notre compréhension des stratégies d'entreprise. Ils mettent ainsi en évidence le caractère crucial des dépenses d'engagement et de l'échéancier des processus de changement (d'innovation).

L'endogénéisation de l'activité de R&D et, d'une manière générale, des autres activités génératrices d'engagements et de coûts irrécouvrables, conduit à ignorer que des difficultés de coordination peuvent survenir. Des changements structurels - i.e. des changements d'organisation de l'industrie, de technologie - sont, effectivement, analysés, mais ils sont, systématiquement, réputés viables. Cela revient à écarter toute référence à des chocs technologiques, c'est-à-dire, à des événements empêchant une pleine coordination des activités à tout moment. Il est difficile d'accepter une telle position quand on sait que de tels chocs existent, y compris des chocs endogènes qui viennent dès qu'il y a des défauts de complémentarité entre firmes et entre secteurs. Ainsi une firme peut se trouver contrainte d'acheter de nouveaux produits intermédiaires - faute que les anciens continuent d'être produits - alors même que cela met en péril sa position financière, soit qu'il faille restructurer l'ensemble de la capacité productive, soit que le client, pour le produit final, fasse un arbitrage entre le prix et les caractéristiques techniques requises qui exclut une augmentation du premier. Pour traiter de ce type de problème, une autre perspective d'analyse doit être tracée.

La firme agent de la production de richesses

Certes, comme le soulignent A. Alchian et H. Demsetz, «The problem of economic organization (...) is not confronted directly in the classical analysis of production and distribution» (1972, p.771). Mais cela ne signifie pas qu'il faille renoncer à rechercher dans une théorie de la production de richesses une approche particulière du rôle de la firme.

L'analyse classique de la production met l'accent sur la division du travail en tant que clé de la création d'un surplus net de richesses. Cette division du travail peut être considérée de deux points de vue. Ex post, elle est révélatrice du fait que la désintégration des activités, la séparation et la spécialisation des tâches, l'accroissement du nombre des biens intermédiaires ne se traduisent pas des gains d'efficacité productive (de rendements) et la possibilité d'obtenir des surplus plus importants. Ex ante, elle évoque la nécessité d'un détour de production qui doit permettre de construire les biens intermédiaires et les biens d'équipement requis pour que la désintégration des activités et leur spécialisation soient effectives. A s'en tenir à la vision ex post, on risque de maintenir l'idée que la firme n'a pas d'autre fonction que de combiner des facteurs entre eux, de les substituer les uns aux autres (quand cela est possible), bref d'intervenir dans un processus de simple allocation des ressources. En revanche, en adoptant un point de vue ex ante, la firme devient, avec d'autres, un agent qui organise ou coordonne le détour de production, c'est-à-dire, la construction de capacités productives nouvelles; elle est au coeur des processus de création de richesses.

A ce titre, la fonction principale de la firme est de favoriser non les substitutions de facteurs mais leurs complémentarités. Pour le comprendre, il faut ici évoquer, brièvement, ce qu'est l'essence du phénomène de la production.

En effet, ce qui caractérise avant tout un processus de production, considéré dans sa dimension temporelle, c'est bien la complémentarité. Ce point a été mis en évidence, dans des contextes différents, aussi bien par N. Georgescu-Roegen (1971) que par J. R. Hicks (1973).

N. Georgescu-Roegen propose de décrire un processus de production par une relation de la forme $Q(t)=F\,[E_i(t), S_j(t)]$, $O \leq t \leq T$ où $Q(t)$ est la coordonnée pour le produit final, $E_i(t)$ les coordonnées pour les facteurs de flux (c'est-à-dire des facteurs qui sont détruits ou créés par les 3 processus en question), et $S_j(t)$ les coordonnées pour les facteurs de fonds qui sont la base matérielle du processus et qui sont utilisés dans plusieurs processus successifs. Ces coordonnées sont toutes des fonctions du temps définies sur l'intervalle O-T qui correspond à la durée effective du processus de production. De cette description il ressort que la fonctionnelle F représente un processus de production et un seul et que les facteurs E_i et S_j ne sont pas substituables entre eux. Ce sont des facteurs complémentaires. Il ne peut pas y avoir de changement qui corresponde, disons, à une substitution de capital physique (machines et équipements) K à du travail L. La seule substitution envisageable est celle d'un capital K_a et d'un travail L_a ayant l'un et l'autre certaines caractéristiques qualitatives à un capital K_b et un travail L_b, qualitativement distincts.

En d'autres termes la substitution concerne des processus et non les facteurs d'un processus particulier. Le constater conduit à considérer que les marchandises sont produites non avec des marchandises mais avec des processus (N. Georgescu-Roegen, Ibid., p.251). Dès lors, ce qui est important c'est moins d'établir la liste des ingrédients de tel ou tel processus, que d'envisager comment des processus identiques ou différents sont organisés les uns avec les autres. La meilleure organisation possible est celle qui permet d'utiliser complètement les facteurs de fonds: elle consiste à diviser les tâches et à y affecter des fonds spécifiques, et à parvenir à une synchronisation totale de ces tâches. Cela soulève deux types de difficultés. La première est que tout changement structurel impliquant de substituer un type de processus à un autre, suppose d'accepter une période au cours de laquelle la synchronisation est perdue, tout simplement parce qu'une telle substitution n'est pas instantanée et qu'un laps de temps est nécessaire pendant lequel les complémentarités requises doivent être construites. La deuxième difficulté vient de ce que la taille de l'activité requise par cette synchronisation (c'est-à-dire par la division achevée du travail) coïncide avec la taille du marché à servir. On voit bien que la fonction

de la firme est de résoudre ces difficultés, en tant que l'un des lieux ou s'organisent et se coordonnent les processus de production.

J. R. Hicks, de son côté propose de considérer explicitement la dimension temporelle de la production en ayant recours à une représentation qui permet de distinguer la période de construction de la période d'utilisation des processus de production. Une telle distinction n'a évidemment pas de raison d'être en régime régulier, dans la mesure où les deux phases y sont parfaitement synchronisées. En revanche, elle devient essentielle en dehors du régime régulier.

En fait, dans cette situation de régime non régulier, essentiellement caractérisée par la dissociation systématique des profils temporels des coûts et des recettes, ce qui importe avant tout ce sont les conditions de construction des processus de production. Non seulement, en effet, les coûts de cette construction doivent être payés avant que les revenus correspondants ne soient obtenus, mais surtout, dans la mesure d'une part où les recettes courantes ne sont pas en harmonie avec ces coûts, et, d'autre part, le jeu final du marché n'est pas connu, les positions financières des firmes à chaque étape, révélatrices de situations de non équilibre, acquièrent un rôle important (cf. A. Dixit, 1980, p.95), au point d'influer sur le déroulement même de l'évolution, étape après étape. Les complémentarités inter-temporelles de la production deviennent déterminantes. Et la firme a pour fonction de faire en sorte qu'elles s'ordonnent de manière telle que l'évolution soit viable. Cette fonction est toujours une fonction de coordination, non plus dans le sens d'allouer des ressources données, mais dans celui d'organiser le processus de création de ressources nouvelles. Cette coordination n'est plus ex post mais devient ex ante.

Les principales lignes d'une analyse de la relation entre l'organisation de la production (dévolue à la firme) et le fonctionnement du marché au regard des enjeux de la création de richesses deviennent claires. L'accent doit être mis sur la relation de complémentarité dans le temps entre la firme et le marché. La firme s'inscrit dans un contexte où ce qui importe, ce n'est pas de savoir si elle est un lieu de coordination plus ou moins efficace que le marché, mais c'est de savoir si le fonctionnement des marchés est en harmonie avec les conditions qui régissent la

production. Dans cette perspective, le marché n'exerce de fonction créatrice qu'à partir du moment où son fonctionnement valide l'organisation de la production au sein de la firme. A l'arrière plan, il y a, comme nous venons de le voir, la relation de complémentarité entre les ressources productives, à la fois ponctuellement et dans le temps, autrement dit la relation de complémentarité entre la construction et l'utilisation de la capacité productive. Et c'est le caractère central de cette complémentarité qui rend nécessaire une coordination ex ante.

L'exigence d'une coordination *ex ante*

Le problème d'une firme engagée dans une stratégie d'innovation n'est pas de réagir et de s'adapter aux signaux d'un environnement exogène, mais bien au contraire de contribuer à construire son environnement, à l'endogénéiser dans la perspective de rendre viables les processus d'innovation. C'est ce à quoi correspond l'exigence de coordination ex ante. Il n'y a pas, en effet, de réelle possibilité d'innover sans une capacité effective de construire l'environnement à son avantage.

En cette matière, une remarquable clarification est due à la contribution de G. B. Richardson (1960) qui propose, précisément, d'examiner les conditions dans lesquelles les investissements doivent être coordonnés en dehors des situations de régime régulier.

Le point important dans l'analyse de Richardson est qu'elle introduit de manière essentielle la dimension du temps dans l'analyse de la coordination. Richardson relève que la profitabilité de n'importe quel projet d'investissement dépend du volume, à la fois, des investissements concurrents et des investissements complémentaires. En effet, pour qu'un investissement donné soit rentable, il faut que les investissements concurrents restent en deçà d'une certaine limite au regard de la demande réelle des produits à venir, il faut, en outre, que des investissements complémentaires soient réalisés pour éviter tout goulot d'étranglement et toute interruption du processus de construction de la capacité productive.

Les investissements constituent des engagements irréversibles qui n'engendrent des revenus qu'au delà d'une certaine période de temps qui peut être très longue (ce que Richardson appelle la période de

gestation et que nous appellerons la période de construction). Si chaque entrepreneur avait connaissance immédiate (dès la réalisation des premiers investissements) de tous les engagements qui peuvent être effectués (ce qui est le cas dans les modèles de jeux), des assurances leur seraient fournies quant au fait qu'il n'y a pas de risque de devoir supporter des excédents d'offre ou de capacité ultérieurement. Autrement dit, la production pourrait se situer au niveau approprié, sans qu'une coordination ex ante soit nécessaire.

Un ajustement de ce type est, comme nous l'avons déjà souligné, peu vraisemblable. Il faut, toujours, un certain temps pour que l'entrepreneur puisse acquérir l'information pertinente sur les investissements concurrents; et, par définition, le fonctionnement des marchés ne fournit pas une telle information. Le problème de coordination ainsi posé est d'autant plus délicat à résoudre que la collusion entre firmes doit être écartée dès lors qu'elle se fait au détriment de l'efficacité économique.

Il reste que des formes plus ou moins explicites de coordination sont nécessaires et possibles. Dans un premier temps, Richardson évoque le fait que dans un contexte de "tranquillité", quand les conditions techniques (à savoir les techniques de production et les préférences des clients) ne changent pas, les entrepreneurs partagent les mêmes routines et les mêmes croyances, de telle sorte qu'un équilibre devrait être maintenu comme conséquence d'une collusion implicite. Ce raisonnement, cependant, n'est guère recevable ici, dans la mesure où ce qui est un jeu ce n'est pas de conserver une situation d'équilibre, mais de s'en approcher à partir d'une rupture impliquant généralement une mobilité d'activités et des mécanismes d'entrées et de sorties d'industries qui rendent difficile la connaissance des investissements concurrents faute de pouvoir connaître les pratiques et les routines des concurrents.

Toutefois, Richardson fait état d'un phénomène d'expérience qui a pour conséquence que le nombre des entreprises susceptibles de s'engager dans une certaine direction est limité, ce qui doit contribuer à établir une barrière à l'expansion des investissements concurrents au point que, généralement, les possibilités d'expansion restent, au moins au début,

très en deçà de l'expansion attendue de la demande. L'idée est bien, ici, que l'affectation de ressources à l'investissement ne procède jamais de la table rase: la capacité productive existante, entendue au sens large, contraint ce qu'il est possible de faire et affecte aussi bien le montant que la composition de toute production nouvelle. Ce fait donne une certaine crédibilité à l'hypothèse d'une collusion implicite par connaissance réciproque des routines. En revanche, il contredit une hypothèse de base de la théorie standard de la concurrence et des marchés, à savoir la mobilité des ressources. Il témoigne de l'existence de contraintes ou restrictions liées à l'irréversibilité et à la spécificité des investissements passés, aussi bien matériels qu'immatériels. Ce sont ces contraintes, constitutives de ce que l'on peut dénommer des imperfections de marché, qui contribuent à rendre viables les processus de changement, en encadrant les investissements concurrents et en apparaissant comme autant d'éléments de stabilité et de continuité.

Cependant, cette forme de coordination ne suffit pas. Il faut aussi considérer ce que Schumpeter appelait des pratiques monopolistiques et Richardson des connexions de marché, conçues par les firmes pour accroître leur information. Elles consistent principalement à différencier les produits pour s'attacher des clients, à mettre en place des stratégies de rigidité des prix dans le but d'obtenir une information adéquate sur l'état réel des marchés et de mieux maîtriser la séquence des dépenses et des recettes, voire à passer des accords avec les concurrents. S'agissant de cette dernière catégorie de pratiques, mention particulière doit être faite des accords de coopération en R&D. Ceux-ci sont conclus certes pour permettre le partage de coûts souvent très élevés, mais sans doute aussi parce qu'ils sont un moyen d'acquérir une information pertinente sur ce que seront les investissements concurrents. De facto, en effet ils permettent à des concurrents d'accéder à une connaissance réciproque de leurs moyens et comportements qui peut permettre de maintenir le montant total de leurs investissements dans des limites compatibles avec la taille des marchés.

Par ailleurs, des investissements particuliers n'ont, souvent, de raison d'être et ne sont rentables qu'à la condition que d'autres investissements soient réalisés simultanément ou à un autre moment du

temps. La complémentarité requise entre certains investissements pose un problème spécifique de coordination dans le temps.

Les investissements peuvent être complémentaires soit parce que les coûts de l'un sont réduits quand un autre est réalisé, ou parce que la demande du produit de l'un augmente quand la disponibilité du produit d'un autre augmente. Des investissements peuvent être concurrents et en même temps complémentaires dans la mesure où leur réalisation conjointe assure une baisse de leurs coûts: c'est le cas lorsqu'un fournisseur de biens d'équipement communs peut exploiter des économies d'échelle et diminue son prix. Le problème ici, comme le cas des investissements concurrents, est de savoir comment une firme particulière peut obtenir une information fiable à propos de ces investissements complémentaires. La coordination exigée peut être spontanée. Ce sera d'autant plus facilement le cas que le système productif est large et diversifié et que le contexte général favorise des anticipations de croissance relativement forte. En revanche, dans un contexte de ralentissement général de l'activité et quand les changements structurels envisagés sont forts, il est vraisemblable que des accords explicites sont nécessaires, qui prennent la forme de pratiques verticales restrictives et qui peuvent aller jusqu'à l'intégration verticale pure et simple.

En bref, sans cette coordination ex ante, explicite ou non, sans les imperfections de marché qu'elle implique, les investissements propres à une stratégie d'innovation ne seront pas engagés. Une telle vision des stratégies d'entreprise diffère de la vision que véhiculent les modèles issus de la théorie des jeux. Ce qui est recherché ici c'est en quoi des imperfections de marché aident à construire l'environnement qui rend les stratégies d'innovation viables. Ce que les modèles de la théorie moderne de l'organisation industrielle mettent en évidence, ce sont les incitations qui rendent attractives les imperfections de marché (cf. F Fisher, 1989, p. 122).

L'exemple des stratégies d'annonce prématurée de la sortie de nouveaux produits, qui nourrit la controverse entre F. Fisher (Ibid.) et C. Shapiro (Ibid.) à propos de la pertinence de l'outil analytique issu de la théorie des jeux, est une bonne illustration des termes du débat.

Schématiquement, F. Fisher considère ces stratégies comme étant pro-concurrentielles, dans la mesure où elles permettent aux clients d'avoir le temps nécessaire pour se préparer à l'installation du nouveau produit. En revanche, C. Shapiro, en se référant au modèle élaboré par J. Farrel et G. Saloner (1986) en termes de théorie des jeux, conclut différemment en soulignant que lorsqu'il existe des externalités de réseau (comme c'est le cas dans l'affaire concrète évoquée, à savoir une stratégie d'IBM) la stratégie mentionnée se révèle être anticoncurrentielle. F. Fisher conteste que ce contre exemple puisse avoir une valeur générale ou même correspondre au cas pratique évoqué. C. Shapiro critique les errements de F. Fisher en soulignant la réalité de l'existence des externalités de réseau.

Suivant notre propre analyse, on voit bien que les deux auteurs ne traitent pas du même problème. En fait, pour F. Fisher, l'annonce prématurée est ce qui rend faisable l'innovation de produit, et c'est à ce titre qu'elle est admissible. C. Shapiro traite de la désirabilité d'une situation (l'annonce prématurée) comparée à celle d'une autre situation (l'absence d'annonce prématurée) sans se préoccuper de la faisabilité de l'une ou de l'autre. F. Fisher pose un problème de création de richesses et de coordination ex ante, C. Shapiro s'intéresse à des situations ex post pleinement coordonnées qu'il compare.

Des considérations analogues peuvent être faites à propos d'une contribution récente concernant plus généralement les relations entre activités de R&D et degré de concurrence (H. Quirmbach 1993). Les résultats obtenus permettent d'avancer la conclusion que, dans le cas où les projets de R&D ont une probabilité de succès élevée et des coûts faibles, "Bertrand and Cournot industries will usually produce much higher expected welfare than will a joint-profit maximising industry. The reason is that perfect collusion will yield such high expected profits that too many firms invest" (Ibid. p 189). Cependant cette conclusion ne vaut que pour autant que les deux stratégies associées aux deux types de structuration de l'industrie sont toutes les deux viables (faisables), ce qui reste à démontrer dès lors que les firmes ne sont plus réputées être à l'équilibre.

Les mécanismes de coordination ex ante correspondent à des comportements très différents de ceux que postule la théorie standard. La complexité même des situations entraîne les firmes, non pas à adopter des comportements sophistiqués, mais bien au contraire à simplifier leurs stratégies et à utiliser des routines simples (cf. R. Heiner 1983, 1986). Ceci peut les entraîner à négliger des informations pertinentes, mais le caractère prévisible des actions entreprises par les uns et les autres rend possible la coordination ex ante en donnant une certaine garantie de faisabilité (A. Leijonhufvud, 1992).

La stratégie de la firme hors de l'équilibre

Dans un contexte où l'incertitude est forte (non probabilisable), aucun calcul économique inter-temporel reposant sur un principe d'anticipations rationnelles (c'est-à-dire sur la connaissance effective des caractéristiques du jeu de marché qui se déroulera ultérieurement) n'est possible. Les choix doivent être effectués étape après étape, donc de manière séquentielle, en se référant à la position (ou à la contrainte) financière, et plus généralement, aux contraintes de ressources (physiques et humaines) qui sont un héritage du passé. Cela ne signifie pas que la firme doive renoncer à poursuivre des objectifs à long terme, mais bien qu'il est nécessaire pour elle de les concilier avec les contraintes de court terme. La stratégie correspondante est une stratégie de mobilité au sens de Caves et Porter (1977), dans la mesure où elle ne consiste pas à mobiliser (sur le marché) des ressources génériques, une fois identifiés une opportunité et un jeu de marché, mais à tenir compte des contraintes qu'exercent les ressources spécifiques qu'elle détient au départ, pour définir une cible telle que les coûts irrécouvrables sont minimisés.

Dans les termes analytiques que nous avons définis plus haut, une telle stratégie de mobilité signifie que la firme cherche à maîtriser les imbrications étroites entre les deux stades du processus de création de richesses: le stade de la construction et celui de l'utilisation de la capacité productive. Cette maîtrise est, naturellement, celle du profil temporel des dépenses d'investissement. C'est, en fait, celle d'une capacité organisationnelle susceptible de garantir la réalisation, aux niveaux requis par l'exigence de viabilité, des investissements concurrents et complémentaires.

Cette capacité organisationnelle s'inscrit, concrètement, dans les modes de coordination et les schémas d'incitation qui caractérisent les différents systèmes de relations entre firmes, entre managers et employés, entre managers et actionnaires ou banquiers.

Une stratégie oligopolistique, dans un tel contexte, est cette stratégie de mise en oeuvre de technologies et de capacités productives structurée, en quelque sorte, par des relations d'interdépendance dont le but est d'assurer la viabilité des processus d'innovation.

Un modèle de ce type de stratégie a été construit par R. Nelson et S. Winter (1982). Il n'y est, certes, pas question de coordination ex ante. Cependant, ce que Nelson et Winter cherchent à faire, c'est décrire la compétition que se livrent entre elles des firmes, dans la production d'un même bien, en mettant en oeuvre des activités de R&D, soit pour innover, soit pour imiter. Aucun choix technologique ne peut être désigné ex ante comme le meilleur, même si, à chaque moment, chaque firme opère avec la meilleure technique qu'elle connaît. La recherche d'une nouvelle technique (dissociée du choix proprement dit) est locale, c'est-à-dire dépendante du chemin déjà emprunté et des contraintes économiques et techniques héritées du passé. La coexistence de deux types de R&D, d'innovation et d'imitation traduit une forme de rationalité limitée, en même temps qu'une forme d'interdépendance stratégique le long des sentiers suivis. Enfin, l'activité de la firme est dictée par son ratio prix-coût et sa part courante de marché, c'est-à-dire qu'elle réagit séquentiellement, étape après étape, aux conditions créées par sa propre action passée et par celles des autres firmes, donc sans référence aucune à un jeu de marché préalablement connu. De cette façon, l'accent est mis sur la dynamique du système économique plutôt que sur l'état régulier de ce système et différents sentiers sont analysés dans la perspective d'identifier les problèmes spécifiques que rencontre une firme hors de l'équilibre. Par exemple, les simulations numériques effectuées révèlent le poids des contraintes de financement. Ce sont elles qui font que, dans un régime de changement technologique dit basé sur la science, l'écart entre la productivité de la meilleure technique et la productivité moyenne de l'industrie est d'autant plus grand que la structure du marché est plus fragmentée.

La diversité, observée et décrite, est moins celle des stratégies que celle des cheminements. Elle est moins celle des opportunités repérables ex post, que celle des contraintes telles qu'elles s'articulent *dans le temps*.

Le point de vue, essentiellement empirique, développé par K. Pavitt (1991) corrobore cette vision des choses. Ce qu'il dénomme les enjeux et les tâches stratégiques procèdent des contraintes de sentier - technologiques, organisationnelles, institutionnelles - Ils s'inscrivent dans des mécanismes d'apprentissage qui ne sont rien d'autre qu'un déplacement progressif de ces contraintes, grâce à des formes particulières de coordination à l'intérieur de chaque firme et entre les firmes.

La référence aux contraintes de sentier et à des mécanismes d'apprentissage signifie que la question centrale est celle de la *viabilité* de la firme au cours du processus d'innovation. Celle-ci dépend, de façon cruciale, du degré de distorsion entre les coûts et les recettes, entre l'activité de construction et l'activité d'utilisation de la capacité productive. En d'autres termes, il s'agit pour la firme de rendre minimum cette distorsion, et c'est là l'enjeu de la stratégie oligopolistique entendue comme une stratégie de mise en oeuvre de relations d'interdépendance et de maîtrise du fonctionnement des marchés.

Le modèle proposé se décompose en trois sous-systèmes distincts: l'entreprise, le marché ou sous-système externe, et le contrôleur. L'interconnexion de ces trois sous-systèmes représente le fonctionnement d'une entreprise "commandée" par ses dirigeants dans un environnement de marché spécifié.

L'entreprise

L'entreprise considérée à la période t est décrite par sa capacité de production X(t), par le montant des ressources financières dont elle dispose au début de la période F(t), et par le montant de stock accumulés O(t) soit le vecteur suivant de R^{n+N+3}:

$$\begin{bmatrix} X(t) \\ O(t) \\ F(t) \end{bmatrix}$$

X(t) désigne plus précisément le vecteur des processus de différents âges à la période t:

$$X(t) = \begin{bmatrix} X_0(t) \\ X_1(t) \\ . \\ . \\ X_{n+N}(t) \end{bmatrix}$$

où $x_o(t)$ est le nombre de processus d'âge 0 à la période t. Les processus sont produits à partir d'une matrice A des inputs de travail nécessaires de différentes qualifications (h):

$$A = \begin{bmatrix} a_{01}, & a_{02}, & L, & a_{0h} \\ a_{11}, & a_{12}, & L, & a_{1h} \\ L & L & L & L \\ a_{n1}, & a_{12}, & L, & a_{nh} \\ L & L & L & L \\ a_{n+N1}, & a_{n+N2}, & L & a_{n+Nh} \end{bmatrix}$$

où a_{O1} désigne la quantité de travail de type 1 incorporée dans les processus d'âge 0. A représente la technologie de l'entreprise.

Chaque processus de production est préalablement construit avant d'être utilisé. Cela se traduit formellement par le fait que les processus de production d'âge 0 à n ne produisent rien -l'output b_i, est nul pour

i=O,.. ,n- bien qu'incorporant des quantités de travail. L'utilisation débute en n+1 et s'étend sur les n+Nième périodes -l'output b_i devient positif pour i=n+1,...,n+N. Les contraintes sur l'état du système sont: $X_i(t) \geq 0$, $F(t) \geq 0$ et $0 \leq O(t) \leq O_b$ (O_b>0 étant une borne sur le stock).

Le mécanisme de décision de la firme est décrit à travers la prise en compte d'un certain nombre de variables. Ces commandes sont les suivantes :

- Le vecteur des déclassements de R^{n+N+1} défini par :

$$\begin{bmatrix} u_0(t) \\ -u_1(t) \\ \cdot \\ \cdot \\ -u_{n+N}(t) \end{bmatrix}$$

où $u_o(t)=x_o(t+1)$ et les $u_i(t)$, i=1,...,n+N représentent le nombre de processus d'âge i que l'entreprise choisit de déclasser en t. Pour tout t on a: $u_0 \geq 0$, $0 \leq u_i \leq x_i$

- Le vecteur des salaires $w(t)=(w_1(t),...,w_h(t))$.

- Les quantités scalaires p(t), f(t), et $\alpha(t)$ soit respectivement le niveau du prix d'offre, un montant de ressources financières externes, et un pourcentage du stock disponible que l'on souhaite écouler $(0 \leq \alpha \leq 1)$

- Les matrices diagonales $D_1(t)$ et $D_2(t)$ qui commandent la mise en "sommeil" de certains processus $x_i(t)$ choisis. Les matrices D_1 et D_2 sont des matrices diagonales n+N+ 1 de pourcentages qui représentent les procédés qui, sans être déclassés, sont mis en sommeil en t. Les coefficients de ces matrices sont tous compris entre 0 et 1. Si tous les processus non déclassés fonctiònnent normalement, tous ces coefficients sont égaux à 1 et $D_1(t)=D_2(t)=1d$. Le kième coefficient de $D_1(t)$ représente les salaires que coûte le procédé k, en tant que fraction

des salaires qu'il coûterait s'il fonctionnait normalement; le kième coefficient de $D_2(t)$ représente l'output du procédé k, en tant que fraction de l'output qu'il produirait s'il fonctionnait normalement. Les deux matrices sont naturellement liées. En effet chaque coefficient de $D_1(t)$ est une fonction décroissante du coefficient correspondant dans $D_2(t)$. Si un coefficient de $D_2(t)$ est égal à 1, le coefficient correspondant dans $D_1(t)$ est aussi égal à 1. Enfin, si un coefficient de $D_2(t)$ est égal à 0, le coefficient correspondant de $D_1(t)$ est égal à une valeur non nulle -un procédé non déclassé mais non productif a un coût. Les équations d'état retenues dans un premier temps sont les suivantes:

(1) $x_0(t+1)=u_0(t)$, $x_i(t+1)=d_i(t)x_{i-1}(t)+(1-d_{i+1}(t))x_i(t)-u_i(t)$, $1\leq i\leq n+N$, tous les processus - de tous âges- qui n'ont pas été déclassés en t "vieillissent" d'une période entre t et t+1.

(2) $F(t+1)=F(t)+f(t)-w^t(t)A^tD_1(t)X(t+1)$
$+p(t)\min(d(t), \alpha O(t)+b^tD2(t)X(t+1))-T(t+1)$.

Cette équation n'est rien d'autre qu'une équation comptable qui établit la contrainte de financement dans chaque période[1]. F(t) est le produit des ventes de la période précédente, f(t) les ressources externes, $w^t(t)A^tD_1(t)X(t+1)$ le fond des salaires dédié, en t, à la construction et à l'utilisation de la capacité productive. Le montant des ventes correspond à l'expression: $p(t)\min(d(t), \alpha O(t)+b^tD_2(t)X(t+1)$, où p(t) désigne le prix d'offre, $\alpha O(t)$ le pourcentage des stocks écoulés, $b^tD_2(t)X(t+1)$ le montant de la production c'est-à-dire les échelles d'activités, les déclassements et les mises en sommeil éventuels[2]; l'entreprise vend le minimum entre la demande de marché, d(t), et $\alpha O(t)+b^tD_2(t)X(t+1)$ son offre sur le marché. F(t+l), le produit des ventes en t+l est donc égal à la différence entre d'une part, la somme du montant des ventes en t, des fonds propres et des fonds externes, et d'autre part les coûts de production en t à savoir ici, $w^t(t)A^tD_1(t)X(t+1)$,

---

1- Pour un vecteur colonne v quelconque v^t désigne son transposé, c'est à dire le vecteur ligne associé.

2- $b^t=(b_0\ b_1, ..\ bn+N)$ est le vecteur ligne associé au vecteur colonne b. b^t représente la quantité de produit par processus d'age O à n+N; rappelons que $b_i=O$ pour $O\leq i\leq n$ -les processus d'âge inférieur à n+1 ne produisent rien.

les coûts salariaux supportés durant la période, auxquels vient s'ajouter un montant -de paiements externes-T.

(3) $O(t+1)=O(t)+b^tD_2(t)X(t+1) -\min(d(t), \alpha O(t)+b^tD_2(t)X(t+1);$

les stocks en t+1 sont certes liés au niveau des stocks de la période précédente, mais sont aussi fonction de l'écart entre la quantité demandée en t+1 et celle qui a été produite. Si la première est supérieure à la seconde on aura: $0 \leq O(t+1) < 0(t)$ et dans le cas inverse $O(t+l)>O(t)>0$ -à condition de supposer bien sûr que $O(t)>0$.

Soit Å la matrice carrée n x n définie par:

$$A = \begin{bmatrix} 0 & 0 & L & 0 & 0 \\ d_1 t & 1-d_2 t & L & 0 & 0 \\ . & & & . & . \\ . & & & . & . \\ . & & & . & . \\ 0 & L & d_{n+N-1(t)} & 1-d_{n+N(t)} & 0 \\ 0 & L & & d_{n+N(t)} & 0 \end{bmatrix}$$

où $d_i(t)$ représente le $i^{ème}$ élément diagonal de $D_2(t)$. Les trois équations précédentes s'écrivent sous la forme:

(1') $X(t+1) = ÅX(t)+U(t),$

(2') $F(t+ 1) = F(t)+f(t)-w^t(t)A^tD_1(t)(ÅX(t)+U(t))$
$+p(t)\min(d(t), \alpha O(t)+b^tD_2(t)(ÅX(t)+U(t)))-T(t)$

(3') $O(t+1) = O(t)+b^tD_2(t)(ÅX(t)+U(t))$
$-\min(d(t), \alpha O(t)+b^tD^2(t)(ÅX(t)+U(t))).$

En résumé, le mécanisme de décision de la firme dans le contexte productif qui est ici décrit est le suivant. La firme arrête au début de chaque période le prix d'offre, p(t) et le montant de l'offre, s(t), avec $s(t)=\alpha O(t)+b^tD_2(t)X(t+1)$, soit compte tenu d'une règle de gestion des

stocks de produits finals, $\alpha O(t)$, le montant de la production, $q(t)=b^tD_2(t)X(t+1)$, c'est-à-dire les échelles d'activités, les déclassements et les mises en sommeil éventuels. Elle fixe également le montant des investissements qui est représenté par l'échelle de l'activité interne de construction de la capacité productive.

Ces décisions sont prises sur la base 1) des contraintes héritées du passé (capacité productive, ressources humaines, ressources financières internes), 2) des ressources externes mobilisables (financières et humaines), 3) des anticipations sur le fonctionnement du marché en fin de période 4) des anticipations de longue période.

Dans le marché
Le marché est décrit par un système externe dont le but est de déterminer d(t), la demande à la firme.

La demande à la firme est calculée à partir d'un système dynamique (μ, ρ_e, ϕ)[1].

$$d(t) = \phi(t)\mu(t)p_e(t)\beta$$

$\mu(t) = e^{\sigma}\mu(t-1)$
désigne la taille du marché en t, avec σ le taux de croissance de la taille du marché. $p_e(t)= \phi(t)p(t)+(1-\phi(t))(p_{e(t-1)^{l+\tau}} / p_e(t-2)^{\tau})$est le prix moyen fonction du prix, p, de la part de marché, ϕ, en t et de $p_p(t)=p_e(tl)^{l+\tau}/p_e(t\text{-}2)^{\tau}$ une extrapolation de la valeur du prix moyen[2].

$\phi(t) = \phi(t-1)(p_e(t-1)/p(t-1))$ représente la part de marché de l'entreprise qui est fonction de sa part de marché dans la période précédente pondérée par un ratio qui décrit l'écart entre le prix de vente moyen et le prix d'offre fixé par l'entreprise.

1- On pose $\mu(t) = \mu \exp(\sigma t)$ β est coefficient -donné- d'élasticité prix de la demande.

2- τest un coefficient -donné- qui traduit le poids du passé dans la détermination du montant du prix moyen en t : ce coefficient est d'autant plus élevé que l'importance accordée à l'évolution passée du prix moyen est forte.

Le contrôleur

Le contrôleur désigne l'ensemble des méthodes qui peuvent être employées par l'entreprise pour ajuster les variables de commande de manière à satisfaire un objectif précis.

Les décideurs doivent disposer, dans un tel contexte, d'un procédé d'estimation de la demande pour la période en cours, d*. On retient ici le mécanisme d'anticipation adaptative suivant:

$$p(t)=p(t-1)[K(d(t-1)-d^*(t-1))/(d^*(t-1))+1]$$
$$d^*(t) = (1/p(t))((m(t-1)^2)/(m(t-2)),$$

avec $m(t)=p(t).d(t)$[1]

On peut de la même manière envisager une méthode de calcul des salaires. On suppose, pour simplifier, qu'il n'existe qu'une catégorie de travail dans l'entreprise -h=l. A est ainsi un vecteur colonne et w(t) un scalaire, w(t) est alors déterminé par la règle suivante[2] :

$$w(t) = w(t-1) + v\,[(A^tX(t-1)-f(t)w(t-1)^{\theta})/f(t-1)^{\theta-1})],$$

où $f(t) = e^x f(t-1)$ désigne la taille de l'offre de travail.

Le salaire est fixé en tenant compte du salaire de la période précédente réajusté sur la base d'une prise en considération d'un ratio qui mesure l'écart -pour ce salaire- entre la demande et l'offre de travail, v **et** θ sont des coefficients de réaction qui sont donnés.

Une fois p(t) et w(t) déterminés par les méthodes proposées ci-dessus, il est possible de contrôler un certain nombre de variables, $u_i(t)$, $D_j(t)$, f(t), T(t) et $\alpha(t)$ de manière à réaliser un objectif de production tel que, l'offre coïncide avec la demande estimée,
soit : $\alpha(t)O(t)+b^tD_2(t)(ÅX(t)+U(t)) = d^*(t)$.

1- On peut également faire dépendre la demande anticipée de la demande enregistrée des périodes précédentes selon une formule d'interpolation : $d^*=2d(t-1)-d(t-2)$.

2- On pose $f(t) = fexp(xt)$.

Tout le problème est ainsi pour l'entreprise de contrôler sa capacité de production de manière à rendre son offre adéquate à d*, même si c'est le marché -et donc d- qui valide en dernier ressort les choix/décisions de l'entreprise (cf. l'équation d'état (1')). Si d s'est révélé différent de d*, l'entreprise a des stocks sont accumulés involontairement ou la demande est rationnée.

En régime régulier, quand l'estimation de la demande se révèle exacte, la prise en considération des valeurs passées suffit pour déterminer le niveau de l'offre de la période courante. L'entreprise se contente de gérer la capacité de production de telle sorte que, $d^*=\alpha$ (t)O(t)+b^t D_2 (t)ÅX(t)+U(t)), et que, tout processus qui meurt est toujours remplacé par un processus qui produit.

Mais, dans le cas général des régimes non réguliers avec défaut de coordination prévalent, dans lesquels l'écart entre d* et d est significatif, les raisons de cette inadéquation sont à rechercher- par exemple- dans un changement des conditions de marché, de telle sorte que la prise en compte des données passées ne suffit plus pour estimer une valeur de la demande. Ainsi une modification des paramètres β (coefficient d'élasticité prix de la demande), σ (le taux de croissance du marché, τ (un coefficient qui détermine le poids du passé dans la détermination du montant du prix moyen en t) est a priori de nature à rendre - provisoirement- inopérant le processus d'estimation de la demande, si bien que les décisions productives fondées sur cette estimation se révèlent fausses.

Quand l'offre est inférieure à la demande anticipée, l'entreprise peut choisir de ne pas réagir, c'est-à-dire de se comporter comme dans le cas précédent. On peut se demander si cette stratégie est viable à long terme.

Si tel n'est pas le cas, la question du contrôle renvoie à un problème de gestion de la croissance : l'objectif du contrôleur étant de combler l'écart entre l'offre et la demande. En supposant que la commande sur les stocks est insuffisante, il s'agit alors de développer l'échelle de la

capacité productive[1]. Cette dernière étant soumise à une contrainte temporelle de construction, une telle règle de décision se traduit momentanément-durant les n premières périodes de la phase de contrainte financière. Au delà d'un certain seuil de baisse de F, il est requis de recourir au financement externe f afin d'alléger provisoirement la contrainte de financement. Une telle politique n'est viable (à long terme comme à court terme) qu'à condition que le marché maintienne un niveau d'activité tel que la capacité de production se traduise, le moment venu, par une augmentation des ventes et partant des revenus de l'entreprise. Si tel n'était pas le cas, i.e. si le marché connaissait un revirement de tendance avant que les nouveaux processus se traduisent par un supplément d'output, il faudrait intégralement reconsidérer la stratégie temporelle de la firme.

Quand l'offre de la firme est supérieure à la demande anticipée, l'entreprise est confrontée à un problème de gestion d'un excédent d'offre qui est susceptible de compromettre sa rentabilité de courte période. Une fois considérée la possibilité d'accroître le montant des stocks, le contrôle de la dynamique de l'entreprise doit s'effectuer principalement par le biais des déclassements et des mises en sommeil des processus de production mais aussi à nouveau par le recours au financement externe[2]. S'il semble a priori possible de contrôler l'ensemble du système entreprise en faisant appel au financement externe, en fait il existe- une borne sur f, par exemple telle que $k=f/F$ $f_{max} = kF$, $O<k<1$.

Lorsque le recours au financement externe n'est plus possible, le contrôleur doit intégrer la possibilité de déclasser un certain nombre de processus d'âges différents. La question du déclassement n'est pas simple. Faut-il répartir le déclassement sur l'ensemble des processus ou bien est-il préférable de déclasser en priorité les processus en phase de construction -qui coûtent mais ne produisent rien-, ou encore n'est il

---

1- Il est envisagé à terme de pouvoir gérer -au moins partiellement- ce supplément d'offre en mobilisant davantage les sous-traitants. Dans l'état actuel du modèle une telle solution passerait par une augmentation du montant T -censé représenter les dépenses externes de l'entreprise.

2- La possibilité de mettre en sommeil un certain nombre de processus sera explorée ultérieurement.

pas plus judicieux de commencer par déclasser les processus en phase d'utilisation afin de réduire l'offre sans compromettre les revenus futurs? Tel est l'enjeu de la stratégie à mettre en oeuvre.

La stratégie

Le système qui vient d'être décrit n'est pas un système clos, dont il conviendrait d'identifier les propriétés en régime régulier. C'est, au contraire, un système ouvert, dont il faut établir les conditions de viabilité, précisément en se référant aux modes d'échange avec le milieu extérieur.

Dans le modèle, ce milieu extérieur est incarné dans les procédures de contrôle. Celles-ci renvoient aux mécanismes (institutionnels et organisationnels) de fixation des prix et des salaires, de constitution des stocks ou de financement. L'existence de ces contrôles multiples témoignent d'une décomposabilité du système (au sens de B. Loasby, 1991) qui lui assure sa cohérence globale, dans un contexte caractérisé par des défauts de coordination. Naturellement, la décomposabilité n'est plus totale: des contraintes existent qui limitent les intervalles de variation des variables de contrôle. De telles contraintes empêchent, certes, que puisse être obtenue une pleine coordination à chaque période (et dans le temps); mais, simultanément, dans la mesure où la réalité décrite est celle d'un contrôle adaptatif, elles introduisent des éléments d'inertie qui doivent empêcher que se déclenchent des processus cumulatifs et qui assurent la viabilité à long terme. Enfin, la décomposabilité est obtenue grâce à l'existence d'une variété adéquate des systèmes (ici des entreprises) qui interagissent: la différenciation des oligopoles apparaît comme une condition de viabilité des stratégies de motivation de chaque firme particulière.

D'une manière générale la stratégie mise en oeuvre vise à jouer de cette décomposabilité.

La spécificité de cette stratégie tient aux choix qui sont réellement effectués par les firmes et à l'importance de l'environnement institutionnel.

S'agissant des choix retenus par les firmes étape après étape, on peut faire la conjecture qu'ils doivent être conçus de manière à écarter des ajustements drastiques et brutaux de capacité productive (au sens large, en y incluant les formes organisationnelles) quelles que soient les opportunités identifiables. En fait, tout dépend de l'horizon temporel et de la fréquence des mutations structurelles. Plus l'horizon temporel est court, plus la fréquence des mutations structurelles est plus élevée et plus il y a de chances que des ajustements partiels correspondent au meilleur sentier possible. Cette conjecture est l'exacte opposée de celle dite du "turnpike" (ou de l'autoroute). La coordination ex ante, dont il a été question plus haut, est précisément destinée, non seulement, à rendre possible un engagement initial, mais aussi, à éviter que deviennent nécessaires des bifurcations en cours de route. Par ailleurs, une variabilité relativement faible des prix et des salaires, qui peut être vue comme l'expression de pratiques monopolistiques, garantit de moindres distorsions de la capacité productive quand se manifestent des déséquilibres de marché malgré l'effort de coordination ex ante.

Les stratégies oligopolistiques ainsi définies s'inscrivent dans un environnement institutionnel qui en influence, nécessairement, les caractéristiques et les résultats. Dès lors que ce qui est déterminant c'est l'articulation dans le temps (la complémentarité) de la firme et du marché, la distinction entre micro-économie et macro-économie perd de son sens et la notion de système d'innovation (telle qu'elle est introduite dans l'approche évolutionniste) devient pertinente. Un système d'innovation c'est un ensemble d'institutions et de règles qui conforte la viabilité des stratégies. Ces institutions et règles concernent le fonctionnement des marchés de travail, le fonctionnement des mécanismes de financement, les modes de concurrence et de coopération entre firmes. Les systèmes correspondants peuvent être très différents les uns des autres mais concourir chacun à minimiser les distorsions de capacité le long des sentiers suivis par l'économie et les entreprises.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ALCHIAN, A., DEMSETZ, H., Production, Information Costs and Economic Organization, *American Economic Review*, G2(5), 1972, p. 777-795.

ARROW, K., Economic Welfare and the Allocating Resources for Innovation, in R. Nelson Ed. *The Rate and Direction of Inventive Activity: Economic and Social Factors*, 1962 Reprinted in K. Arrow *Collected Papers vol 5 Production and Capital*, Blackwell, Oxford 1985.

BRESNAHAN, T., Comment on Franklin Fisher, Organizing Industrial Organization: Reflections on the Handbook of Industrial Organization, *Brooking Papers on Economic Activity*, 1991, p. 226-240.

CAVES, R., PORTER, M., From Entry Barriers to Mobility Barriers: Conjectural decisions and contrived deterrence to new competition, *Quarterly Journal of Economics*, 91, 1977, p. 241-261.

DIXIT, A., The Role of Investment Entry Deterrence, *The Economic Journal*, 90, 1980, p. 95-106.

EATON, B., Entry and Market Structure, in Eatwell J., Milgate M., Newman P., eds, *The New Palgrave : A Dictionary of Economics*, London, MacMillan. 1987.

FARREL, J., SALONER, G., Installed Base and Compatibility: Innovation, Product Preannouncements, and Predation, *American Economic Review*, 76, 1986, p. 940-955.

FISHER, F., Games Economists Play: A Non-Cooperative View, *Rand Journal of Economics*, 20(1), 1989, p. 113-124.

GEORGESCU-ROEGEN, N., *The Entropy Law and the Economic Process*, Cambridge, Harvard University Press. 1971.

HEINER, R. A., The Origin of Predictable Behavior, *American Economic Review*, 83, 1983, p. 560-595.

HEINER, R. A., Uncertainty, Signal-Detection Experiments, and Modelling Behavior, in Langlois R.N. Ed, *Economics as Process: Essays in the New Institutional Economics.*, Cambridge University Press. 1986.

HICKS, J. R., *Capital and Time*, Oxford, Clarendon Press. 1973.

LEIJONHUFVUD, A., *Towards a No-Too-Rational Macroeconomics*, Center for Computable Economics, Department of Economics, University of California, Los Angeles. 1992.

LOASBY B., *Equilibrium and Evolution: An exploration of connections principles in economics*, Manchester University Press. 1991.

NELSON R, WINTER, S., *An Evolutionary Theory of Economic Change*, Belknap Press of Harvard University, Cambridge. 1982.

PAVITT, K., Key Characteristics of the Large Innovating Firm, *British Journal of Management*, 2, 1991, p. 41-50.

QUIRMBACH, H. C., R&D: Competition, Risk, and Performance, *Rand Journal of Economics*, 24 (2), 1993, p. 157-197.

REINGANUM, J., Practical Implications of Game Theoretic Models of R&D, AEA Papers and Proceedings, American Economic Review, May, 1984, p. 61-66.

REINGANUM, J., The Timing of Innovation: Research, Development and Diffusion, in R. Schmalensee, R. Willig, Eds, *Handbook of Industrial Organization*, North Holland, Amsterdam. 1989.

RICHARDSON, G. B., Adam Smith on Competition and Increasing Returns, in A. Skinner, T. Wilson Eds, *Essays on Adam Smith*, Oxford, Clarendon Press. 1975.

RICHARDSON, G.B., *Information and Investment: A Study in the working of the Competitive Economy*, 2nd edition, Oxford, Clarendon Press. 1990.

SHAPIRO, C., The Theory of Business Strategy, *Rand Journal of Economics*, 20(1), 1989, p. 125-137.

Les cahiers scientifiques de l'Acfas sont publiés avec l'aide financière du:

Ministère de l'Industrie, du Commerce, de la Science et de la Technologie (MICST)

Programme Sciences et Culture Canada du gouvernement du Canada

Conseil de recherches en sciences humaines du Canada (CRSH)

Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada (CRSNG)

Conseil de recherches médicales du Canada (CRM)

Données de catalogage avant publication (Canada)

Vedette principale au titre :

La recherche sur l'innovation, une boîte de Pandore? : réflexions de chercheurs en gestion, en économie et en sociologie : actes d'un colloque multidisciplinaire tenu sous l'égide de l'Acfas à Montréal en mai 1994

(Les cahiers scientifiques de l'Acfas ; 83)
Comprend des réf. bibliogr.

ISBN 2-89245-138-8

1. Innovations - Québec (Province) - Congrès. 2. Innovations - Canada - Congrès. 3. Transfert de technologie - Québec (Province) - Congrès. 4. Recherche industrielle - Canada - Congrès. 5. Recherche industrielle - Canada - Congrès. 6. Innovations - Participation des travailleurs - Québec (Province) - Congrès. I. Boucher, Lysette, 1953 - . II. Association canadienne-française pour l'avancement des sciences. III. Collection: Les Cahiers de l'Acfas ; 83.

HC120.T4R42 1995 338'.064'09714 C95-941664-1

Pour l'avancement de la recherche sur le phénomène de l'innovation, il nous fallait aller au delà du modèle classique de l'innovation. Pour ce faire, nous avons emprunté la voie d'une approche multidisciplinaire. À l'aide des réflexions de chercheurs de diverses disciplines telles que : la sociologie, la science politique, l'économie et la gestion, nous sommes entrés dans la boîte de Pandore. En fait, nous explorons l'idée de faire déborder de tous côtés nos cadres traditionnels de recherche dans nos disciplines et d'interroger ce phénomène à même un ensemble de corps de connaissances différents.

Ont collaboré à cet ouvrage :
Michel Audet, Lysette Boucher, Michel Callon, Patrick Cohendet, Robert Dalpé, Charles Davis, Christian DeBresson, Louis-Marc Ducharme, Jean-Luc Gaffard, Dominique Jolly, Dominique Lemieux, Jorge Niosi, Charles Terreault, Jean-Marie Toulouse, Diane-Gabrielle Tremblay.

BNQ
000 199 692

9 782892 451382

ISBN 2-89245-138-8