

Économie et économétrie de l'innovation

Un tour d'horizon

**David ENCAOUA, Bronwyn H. HALL,
François LAISNEY, Jacques MAIRESSE***

Ce numéro spécial des *Annales d'Économie et de Statistique* est issu du 10ème colloque international de l'ADRES, qui a réuni plus de cinquante contributions sur le thème général: ÉCONOMIE ET ÉCONOMÉTRIE DE L'INNOVATION (Strasbourg, Parlement Européen, 3-5 Juin 1996) ¹. L'objectif de cet avant-propos est de décrire brièvement les avancées contenues dans les vingt deux articles qui composent le numéro spécial, en les situant au sein de l'importante littérature qui a émergé dans les années récentes sur ce thème.

Il a paru intéressant de regrouper les contributions de ce numéro sous sept rubriques qui se distinguent davantage par le type de questions envisagées que par les différences de méthode ou de perspective que recouvrent les distinctions traditionnelles entre approches micro-économiques et macro-économiques ou encore entre approches analytiques et économétriques. Une des spécificités du colloque était précisément de favoriser les complémentarités entre les différentes approches de l'innovation et de permettre un large dialogue entre micro et macro-économistes d'une part et entre théoriciens et économètres d'autre part. Ce dialogue s'est effectivement instauré et s'est avéré très fécond. Outre la richesse des contributions présentées, les lecteurs de ce numéro spécial pourront ainsi apprécier l'intérêt d'examiner une même question sous différents angles et parfois avec des méthodes différentes.

* D. ENCAOUA: CEME, Université de Paris-1, Panthéon Sorbonne; B. H. HALL: Nuffold College, Oxford Université, University of California a Berkeley et NBER; F. LAISNEY: BETA, Université Louis Pasteur, Strasbourg et ZEW, Université de Mannheim; J. MAIRESSE: CREST, Ecole des Hautes-Études en Sciences Sociales, Paris et NBER.

1. Le colloque a été organisé en collaboration avec le 9ème Séminaire Franco-Américain CREST-NBER (Centre de Recherche en Economie et Statistique et National Bureau of Economic Research), et dans le cadre du programme TSER « Innovations et Productivité » de la Commission Européenne. Outre les contributions financières des institutions organisatrices (ADRES, CREST, NBER, Commission Européenne), le colloque a bénéficié des aides de l'Association Alsace États-Unis, du CEPR (Centre for Economic Policy Research, Londres), du CNRS (Centre National de la Recherche Scientifique, Paris), de la Communauté Urbaine de Strasbourg, du Conseil Général du Bas-Rhin, du Ministère des Affaires Etrangères (Paris), de l'Université Paris I Panthéon-Sorbonne, et de l'Université Louis Pasteur (Strasbourg). Nous remercions ces institutions qui ont permis la tenue du colloque, et la réalisation de ce numéro spécial.

Les sept rubriques que nous avons distinguées sont les suivantes : 1) les effets macroéconomiques de l'innovation sur la croissance et l'emploi; 2) l'organisation et l'évaluation de la recherche scientifique publique; 3) la protection de l'innovation par les droits de propriété industrielle et les brevets; 4) les problèmes de standardisation dans les réseaux; 5) les déterminants des investissements en Recherche et Développement (R&D) et leurs contributions à la productivité; 6) la variabilité des profits de l'innovation en fonction de l'incertitude et de la concurrence; 7) l'évaluation des externalités de recherche, notamment entre pays, et leur conséquence sur la politique industrielle. Nous considérons tout à tour chacun de ces thèmes, en remplaçant ainsi chacun des vingt deux articles dans leur contexte et en essayant de montrer leur apport.

1 Les effets macroéconomiques de l'innovation

La première rubrique concerne l'analyse des **effets globaux de l'innovation** en matière de croissance, d'emploi et de productivité des facteurs. Ces effets représentent des enjeux considérables et leur étude fait encore l'objet de nombreux travaux. Les théories de la croissance endogène développées ces dernières années ont permis de renouveler l'analyse de la formation du progrès technique et de son impact en matière de performances globales². Trois aspects sont analysés dans ce numéro :

– *le rôle de l'innovation dans les cycles d'activité économique au travers de la notion d'apprentissage collectif,*

– *l'influence du système des droits de propriété de l'innovation sur la diffusion du savoir et sur le taux de croissance de l'économie,*

– *les imperfections des mécanismes d'appariement sur le marché du travail et leur impact sur le niveau de chômage dans les modèles de croissance endogène.*

L'article de Philippe AGHION et Peter HOWITT (*On the Macroeconomic Effects of Major Technological Change*) s'intéresse à la question de savoir pourquoi une forte discontinuité technologique comme l'apparition d'une innovation majeure peut avoir pour effet initial de provoquer une contraction de l'activité économique avant d'exercer un effet bénéfique sur la croissance de long terme. L'analyse du lien entre innovation et

2. Le nombre d'ouvrages récents présentant des exposés complets des diverses théories de la croissance endogène est suffisamment important pour qu'on omette ici une présentation des travaux relevant de cette direction de recherche. On pourra notamment consulter les ouvrages de AGHION et HOWITT [1998], BARRO et SALA-MARTIN [1995], et GROSSMAN et HELPMAN [1991].

cycle d'activité renoue aussi bien avec la tradition schumpéterienne de l'origine technologique des fluctuations qu'avec la littérature plus ancienne consacrée aux cycles longs de Kondratieff. Une explication de ce lien a été donnée récemment par HELPMAN et TRAJTENBERG [1995] et repose sur l'idée que l'apparition d'une innovation technologique majeure, c'est-à-dire une innovation dont les applications potentielles existent dans plusieurs secteurs d'activité, nécessite une longue période d'ajustement avant de conduire à des effets bénéfiques³. Durant cette période, des ressources importantes en capital et en travail sont détournées des technologies traditionnelles pour être réallouées aux activités de développement de la nouvelle technologie, où les rendements sont à la fois plus incertains et les résultats moins rapidement appropriés que dans les activités traditionnelles. De plus, la nouvelle technologie nécessite le développement d'équipements complémentaires dont l'achèvement conditionne le succès de l'innovation. Comment expliquer dans ces conditions que les effets bénéfiques de l'innovation apparaissent seulement avec retard dans la deuxième phase du cycle ? L'originalité du modèle de AGHION et HOWITT est d'ajouter au schéma précédent des externalités fondées sur l'apprentissage collectif des avantages liés à la nouvelle technologie. L'interaction entre ce processus d'apprentissage collectif, formalisé comme un processus de diffusion, et celui de la création des équipements complémentaires, conduit à un effet macro-économique de ralentissement net de l'activité qui se produit après un certain délai suivant l'apparition de l'innovation. On ne peut s'empêcher de penser à l'exemple contemporain des technologies de l'information, et de ce point de vue l'analyse de Aghion et Howitt peut être considérée comme une explication du « paradoxe de Solow » selon lequel on observe partout des ordinateurs sauf dans les statistiques de productivité⁴. Plus généralement, le modèle de AGHION et HOWITT constitue un fondement théorique de l'idée schumpéterienne suivant laquelle les cycles longs de la croissance économique trouvent leur origine dans des discontinuités technologiques induites par l'apparition d'innovations majeures. Les tests empiriques cherchant à établir l'existence de tels cycles longs ne sont pas encore très nombreux ni probants, mais on peut penser que le modèle de Aghion et Howitt sera une incitation à la réalisation de tels travaux. De plus, le modèle présenté permet d'analyser l'effet différentiel de trois facteurs influençant l'importance de la récession et qui pourraient être pris en compte dans les travaux empiriques : la segmentation du marché du travail selon les qualifications, l'existence d'imperfections sur le marché du travail comme celle relative aux difficultés d'appariement dans la recherche d'emploi, et enfin l'idée, à nouveau schumpéterienne, que l'innovation technologique est marquée par une forme spécifique d'obsolescence, une innovation technologique pouvant être chassée par une seconde innovation induite par la première.

3. Ce type d'innovation est souvent désignée par la notion de General Purpose Technology (voir BRESNAHAN et TRAJTENBERG, 1995).

4. Sur ce point, on consultera avec intérêt le travail de OLINER et SICHEL [1992], ainsi que DAVID [1990].

L'article de Philippe MICHEL et Jules NYSSSEN (*On Knowledge Diffusion, Patents Lifetime and Innovation Based Endogenous Growth*) analyse l'impact sur la croissance d'une contrainte institutionnelle du système de protection par le brevet, défini à la fois comme un droit de propriété de l'innovateur et comme un instrument de diffusion du savoir inclus dans l'innovation. Durant la période de protection, un brevet déposé ne décrit pas la totalité du savoir faire technologique, soit parce que le savoir n'est pas parfaitement codifiable, soit parce que l'innovateur désire conserver une partie du secret technologique. L'innovation perd ainsi partiellement sa nature de bien public durant la période de protection par le brevet. La politique des brevets doit donc prendre en compte non seulement l'arbitrage traditionnel entre l'incitation à innover et les distorsions liées au pouvoir de monopole de l'innovateur, mais également une nouvelle dimension de l'arbitrage, de nature dynamique, entre, d'une part, le choix d'un sentier de croissance maximale de l'économie obtenu en favorisant la diffusion du savoir grâce à la réduction de la durée de la protection et, d'autre part, le choix d'une protection prolongée pour favoriser l'innovation au détriment de sa diffusion. L'intérêt de l'article réside dans le fait que les auteurs examinent l'impact des caractéristiques institutionnelles du système de protection juridique par les brevets dans le cadre d'un modèle d'équilibre général de croissance endogène, alors que la majeure partie des travaux relatifs à la détermination de la combinaison optimale des caractéristiques d'un brevet (durée légale de la protection, étendue des revendications protégées, améliorations autorisées, etc.) traite cette question dans un cadre d'analyse d'équilibre partiel⁵. Un des résultats les plus notables de l'article est précisément que la durée de la protection qui maximise le taux de croissance de l'économie ne coïncide pas en général avec la durée de la protection qui maximise le bien être des consommateurs. Une question que l'article ne traite pas mais sur laquelle on revient plus loin, est de savoir pourquoi la durée de vie effective des brevets est en général plus faible que la durée de vie légale.

L'article de Frédérique CERISIER et Fabien POSTEL-VINAY (*Endogenous Growth and the Labor Market*) pose la question générale de savoir si le progrès technique détruit plus d'emplois qu'il n'en crée ou si au contraire les emplois non qualifiés supprimés dans les industries innovantes sont compensés, soit par des emplois qualifiés créés dans les mêmes industries, soit plus généralement par des emplois non qualifiés dans d'autres industries, du fait d'un accroissement de la demande globale. C'est là sans doute une des questions auxquelles la société est le plus sensible. Pour y répondre sur un plan d'analyse conceptuelle, Cerisier et Postel-Vinay développent un modèle multisectoriel de croissance endogène qualitative en y adjoignant un processus d'appariement imparfait des offres et demandes d'emploi sur le marché du travail. La croissance est générée par la production de nouvelles variétés de produits et par l'amélioration de la qualité des produits. Le processus de *destruction créatrice* conduit à ce que les entreprises installées voient leur part de marché décliner, ce qui les conduit à licencier progressivement leur personnel, tandis que les nouvelles

5. Voir par exemple KLEMPERER [1990], NORDHAUS [1969], GREEN et SCOTCHMER [1990], GILBERT et SHAPIRO [1990], CHOU et SHY [1991].

entreprises qui créent de nouveaux produits embauchent des travailleurs. L'embauche comporte des frictions que les auteurs assimilent à un processus d'appariement à la PISSARIDES [1990] : le nombre d'appariements par unité de temps dépendra la fois du nombre de chômeurs et du nombre d'emplois vacants, et les nouvelles entreprises ne peuvent pourvoir la totalité de leurs emplois vacants qu'au bout d'un certain temps. De plus, le coût d'établissement des nouvelles entreprises est positif. A l'état stationnaire, il existe une relation positive entre croissance et chômage dans la mesure où l'effet négatif de la réallocation du travail dû aux frictions d'appariement l'emporte sur l'effet positif dû à la croissance. L'innovation crée ainsi du chômage à travers le processus de *destruction créatrice*. Est-ce une conclusion robuste? Il est difficile de conclure de manière certaine sur ce point. Il est clair que les études empiriques sont ici essentielles. Les résultats de DAVIS et HALTTWANGER [1992] montrent qu'il existe bien un arbitrage de long terme entre croissance et chômage et que les périodes de chômage élevé sont aussi celles où la mobilité du travail est la plus forte. Mais, d'autres travaux empiriques sont sans doute nécessaires, notamment des travaux sur données européennes pour prendre en compte les spécificités des processus de réallocation sur le marché du travail et l'influence du biais technologique sur les qualifications des emplois en Europe ⁶.

2 Recherche scientifique publique

La deuxième rubrique concerne le processus amont de l'innovation, et plus précisément **la recherche scientifique publique**. Dans le contexte actuel de réduction des déficits budgétaires et de libéralisation de certains grands services publics participant de manière active à l'effort national de recherche et développement, les questions de l'organisation de la recherche publique et de ses performances sont d'une grande actualité. Différents aspects sont examinés dans ce numéro :

- *le problème de l'évaluation de la recherche universitaire et l'estimation correspondante d'une fonction de production des connaissances,*
- *les effets de la réputation et de la compétence sur la productivité de la recherche,*
- *l'organisation et la localisation de la recherche publique en Europe.*

L'article de James ADAMS et Zvi GRILICHES (*Research Productivity in a System of Universities*) est l'une des premières analyses empiriques de la productivité de la recherche de base dans les universités, domaine qui, suivant leur propre conclusion, devrait être fertile en investigations pour

6. On pourra consulter pour des études sur données françaises les travaux de DUGUET et GREENAN [1997] et GOUX et MAURIN [1997] et pour des études sur des données d'autres pays de l'OCDE les articles publiés dans *Economics of Innovation and New Technologies*, vol. 6, n° 2, 3, 4 [ALL et KRAMARZ éditeurs].

de nombreuses années à venir. La recherche universitaire représente ainsi de l'ordre de 50% de la recherche de base (fondamentale) aux Etats-Unis et constitue une composante majeure de la recherche nationale, et au delà un facteur essentiel de l'innovation et du développement économique. Les auteurs ont réussi à constituer une base de données originale, qui apparie sur les années 1980 et pour huit grands domaines scientifiques (agriculture, biologie, chimie, informatique, sciences de l'ingénieur, mathématiques et statistiques, médecine, physique) les dépenses de R&D d'un large échantillon d'universités publiques et privées (une centaine pour la première partie plus globale de leur analyse, une trentaine pour la seconde partie plus fouillée) au nombre d'articles publiés dans ces domaines et pour ces universités, pondéré par le nombre de fois où ces articles sont cités. L'analyse tant descriptive qu'économétrique de cette nouvelle base de données conduit à d'intéressantes observations et autant de questions tout aussi intéressantes. ADAMS et GRILICHES soulignent principalement la discordance importante entre les rendements de la recherche en termes d'articles et de citations, estimés au niveau agrégé des grands domaines scientifiques et estimés au niveau individuel des universités (et des domaines scientifiques) : les rendements sont constants au niveau agrégé tandis qu'ils apparaissent décroissants au niveau individuel (de l'ordre de 0,6 à 0,7 en moyenne). Ils proposent deux interprétations de cette discordance. Une première explication résiderait dans les externalités positives de recherche engendrées par la diffusion des connaissances entre universités et domaines scientifiques (à travers notamment la formation des jeunes chercheurs). Mais une explication aussi vraisemblable, sinon plus, serait la présence d'erreurs de mesure résultant du rapprochement individuel, nécessairement difficile et imparfait à ce niveau, entre les recherches (et leurs dépenses) et les articles (et citations) auxquelles elles ont donné lieu, ainsi que du caractère partiel et réducteur d'une mesure de la production scientifique en termes d'articles (même pondérés par les citations). ADAMS et GRILICHES mentionnent également l'absence de résultats significatifs des régressions dans la « dimension temporelle » des données (absence de corrélation entre croissance des dépenses de recherche et celle des articles), et retrouvent là une difficulté majeure de l'économétrie des panels (données individuelles temporelles) ⁷.

L'article de Ashish ARORA, Paul DAVID et Alfonso GAMBARDILLA (*Reputation and Competence in Publicly Funded Science: Estimating the Effects on Research Group Productivity*) s'intéresse à la répartition des fonds publics de recherche entre équipes en fonction de leur réputation et de leur compétence, et à la productivité de ces équipes en fonction de l'allocation des fonds qu'elles obtiennent. Il est, comme l'article précédent, une des premières contributions empiriques à cette nouvelle *économie de la science*, dont il souligne aussi qu'elle émerge à peine et combien il est important qu'elle se développe. Les auteurs fondent leur étude, dans ce cas également, sur une base de données originale, qu'ils ont pu constituer à partir

7. Pour une discussion de cette question dans le contexte plus général de l'identification et de l'estimation des fonctions de production, voir GRILICHES et MAIRESSE [1995].

des archives du programme quinquennal (1989-1993) du Centre National de la Recherche (CNR) italien dans les domaines de la biologie moléculaire, de la manipulation génétique et de la bio-instrumentation. Ils disposent ainsi d'un échantillon de presque 800 équipes de recherche qui ont proposé un projet, parmi lesquelles environ 350 ont été sélectionnées et ont bénéficié, pendant cinq années, de budgets annuels de recherche plus ou moins élevés (et en proportion variable des budgets demandés). Pour chacune de ces équipes, sont également connus (outre leurs budgets) leurs publications (nombre et revues) dans le cadre et à la suite directe du programme, ainsi que les publications des directeurs (PI: principal investigateur) des équipes de recherche (publications au cours des cinq années antérieures à la demande de financement, dans le domaine de recherches concerné). Pour analyser leurs données, Arora, David et Gambardella proposent un modèle précisément adapté à leur propos, néanmoins de portée générale, qu'ils estiment en mettant en œuvre des méthodes économétriques dont la pertinence et la robustesse sont considérées avec soin. L'intérêt de leurs résultats et des interprétations qu'ils apportent, justifient cette précision et ce soin. Ils trouvent notamment, comme les auteurs précédents, que les rendements de la recherche (mesurée par les budgets de recherche) en termes d'articles (pondérés par la notoriété internationale des revues où ils sont publiés), estimés au niveau individuel des équipes, sont décroissants (en moyenne de l'ordre de 0,6). Mais ils font apparaître aussi que les rendements relativement aux articles passés (la performance passée) sont du même ordre, du fait principalement des effets indirects de sélection: la probabilité pour une équipe de voir son projet retenu est d'autant plus élevée que sa performance passée est forte, et étant choisie, les fonds qui lui sont alloués sont aussi d'autant plus grands ⁸.

Dans une première partie de leur article, Maryann FELDMAN et Frank LICHTENBERG (*The Impact and Organization of Publicly-Funded Research and Development in the European Community*) s'intéressent à la question importante, et souvent controversée, de la complémentarité de la recherche publique et de la recherche privée. Dans la seconde partie, ils cherchent à tester l'hypothèse suivant laquelle les activités de recherche sont d'autant plus décentralisées, administrativement et géographiquement, que les connaissances qu'elles produisent sont codifiées, et inversement d'autant plus centralisées que les connaissances produites sont largement tacites (peu codifiées ou difficilement codifiables). Ils tirent parti dans ces deux analyses des riches bases de données CORDIS (Community R&D Information Service) de la Communauté Européenne, dont elles sont d'excellents exemples d'utilisation. FELDMAN and LICHTENBERG observent d'une part

8. Il convient néanmoins de remarquer que, comme pour les principaux résultats d'Adams et Griliches, ces estimations sont établies sur des données en coupe (par opposition à des données de panels considérées dans leur dimension temporelle).

que les recherches privées et publiques dans les pays européens (16 pays, de la Norvège au Royaume-Uni) tendent à être fortement spécialisées dans les mêmes grands domaines scientifiques (au nombre de 26 dans leur étude); ils y voient l'indication claire d'une complémentarité marquée des deux formes de recherche en Europe ⁹. Ils trouvent d'autre part, sur la base de deux indicateurs du *degré de codification des programmes de recherche européens* (nombre d'articles publiés dans des revues relativement au nombre de rapports, et proportion des résultats des recherches de nature tangible (prototypes ou procédés, par opposition à des savoir-faire, des compétences ou des méthodes), que ces programmes sont d'autant plus décentralisés dans un grand nombre de pays et qu'ils comportent un plus grand nombre de projets par programme, que leur degré de codification est élevé.

3 Droits de propriété intellectuelle et brevets

La troisième rubrique concerne les problèmes liés aux **systèmes de protection de l'innovation par les droits de propriété intellectuelle et les brevets**. Défini comme un droit de propriété censé conférer à son titulaire l'assurance d'une protection juridique à l'encontre d'éventuels imitateurs pendant la durée de vie légale en contrepartie d'une codification publique du protocole définissant l'innovation, le brevet pose de nombreux problèmes. On note d'abord que toutes les innovations ne sont pas nécessairement brevetées même lorsqu'elles pourraient l'être ce qui laisse penser, soit que la protection conférée par le brevet n'est pas jugée parfaite, soit que les coûts juridiques pour initier un procès en contrefaçon sont jugés trop élevés. Le brevet est par ailleurs souvent analysé dans les modèles davantage comme un instrument technique que comme un instrument de stratégie économique alors même que les entreprises l'utilisent aussi dans nombre de cas. L'analyse détaillée du fonctionnement des systèmes de brevets et autres moyens de protection intellectuelle est d'un intérêt majeur pour la politique économique. On peut notamment souligner l'importance du rôle documentaire du brevet qui fournit les informations nécessaires à l'amélioration des innovations existantes. Si on prend en compte le fait que l'évolution technologique relève d'un processus cumulatif et que plus le savoir faire accumulé est important et codifié, plus il offre de nouvelles possibilités de développement, on ne peut ainsi que s'inquiéter de l'évolution à la baisse que révèlent les statistiques du nombre de brevets en Europe. La production d'innovations brevetées des pays composant aujourd'hui l'Union Européenne est passée de 110 000 brevets annuels vers 1950 à près de 85 000 en 1995, alors que dans le même temps, les deux autres partenaires

9. Plus précisément, le nombre d'organismes de recherche privés (consultants, industriels et prestataires de services) spécialisés dans un domaine pour un pays est d'autant plus grand que le nombre d'organismes de recherche publics (laboratoires publics, centres de transfert technologique, universités) spécialisés dans le même domaine pour ce pays est lui-même grand.

de la triade, les Etats-Unis et le Japon ont vu le nombre annuel de leurs brevets croître respectivement de 55 000 à 140 000 et de 18 000 à 320 000. Comprendre les raisons de l'affaiblissement de la position technologique de l'Europe dans les industries de pointe, que suggèrent ces chiffres est important pour les différentes instances de la politique intellectuelle .

Plusieurs questions sont traitées dans ce numéro :

- *les problèmes soulevés par l'imparfaite protection du brevet,*
- *le choix entre les différents modes de protection,*
- *la dimension stratégique du brevet,*
- *les effets de la protection par le brevet.*

L'article de Jean LANJOUW et Josh LERNER (*The Enforcement of Intellectual Property Rights: A Survey of the Empirical Literature*) se présente comme une contribution à la littérature émergente de *l'analyse économique du droit*. Cet article devrait favoriser les coopérations entre juristes et économistes dans un domaine riche d'implications¹⁰. Les auteurs proposent à la fois un schéma d'analyse des litiges soulevés en droit de la propriété intellectuelle et un tour d'horizon de la littérature empirique consacrée à l'examen de ces litiges. Ils cherchent ainsi à répondre à plusieurs questions: quels sont les coûts de détection et de condamnation des contrefacteurs?; dans quelle mesure le coût de la défense influence-t-il la valeur privée du brevet?; quel est l'impact des menaces de procès sur le processus d'innovation? Lanjouw et Lerner citent de nombreux chiffres relatifs aux Etats-Unis qui montrent que le coût d'un litige en matière de droit de la propriété intellectuelle est substantiel et que l'ouverture d'un procès conduit à une chute importante de la valeur boursière de l'entreprise attaquée. De plus, ces coûts sont prohibitifs: ils conduisent parfois les entreprises de petite dimension à renoncer à leur droit de propriété et à rechercher un compromis plutôt qu'à poursuivre le procès. Le modèle qu'ils proposent est un jeu à deux étapes et à deux joueurs, où le plaignant est le détenteur du brevet et le défenseur est l'entreprise supposée avoir enfreint le droit de propriété. Le défenseur décide, à la première étape du jeu, d'entrer ou non sur le marché du produit contesté. Si l'entrée a lieu, le plaignant peut soit initier un procès, soit proposer un compromis au défenseur. A l'équilibre du jeu, il apparaît que, toutes choses égales par ailleurs, une augmentation des coûts juridiques ou une diminution de la probabilité de gagner le procès (ou encore une baisse des gains attendus) favorisent la recherche d'un compromis. Sur le plan empirique, les études répertoriées conduisent à des résultats intéressants parmi lesquels on retiendra les suivants: les petites et moyennes entreprises, incapables de supporter le coût d'un procès, évitent d'innover dans des domaines où les grandes entreprises sont déjà présentes; les législations dans lesquelles les coûts juridiques du procès sont supportés par le perdant ont un effet dissuasif sur la décision d'innover.

Michael WATERSON et Norman IRELAND (*An Auction Model of Intellectual Property Rights: Patents versus Copyright*) cherchent à savoir lequel des

10. Parmi les références disponibles, dont on trouvera une liste importante dans la bibliographie de l'article, on peut recommander: LERNER [1994, 1995], et HUGUES et SNYDER [1995]. L'aspect juridique du droit de la propriété intellectuelle est couvert dans KORAH [1994, ch. 9 & 10].

deux modes de protection que sont le brevet et le droit d'auteur est le plus efficace, et plus précisément dans quels types d'activités l'un des deux modes paraît plus approprié que l'autre. La question est d'autant plus pertinente que le brevet ne couvre pas toutes les inventions. Il en est ainsi par exemple des logiciels de programmes où la seule protection est celle du droit d'auteur¹¹. WATERSON et IRELAND parviennent à montrer que, si on privilégie le critère de la somme des rendements privés comme critère de choix collectif, différents systèmes de protection doivent s'appliquer à différentes industries, selon l'importance des dépenses en R&D, le nombre de participants à la course à l'innovation et le nombre d'applications potentielles d'une découverte. Par exemple, dans l'industrie pharmaceutique où, simultanément, les investissements en R&D sont considérables, le nombre d'acteurs impliqués dans la même recherche est faible et où les externalités de diffusion liées aux applications d'une découverte sont plutôt faibles, le brevet paraît la forme la plus appropriée. Par contre, dans l'industrie des logiciels informatiques où l'investissement est faible, le nombre de participants est assez grand et où un très grand nombre d'applications potentielles sont liées au développement d'un programme, le droit d'auteur est préférable. L'analyse présentée dans l'article fournit ainsi une méthode d'un grand intérêt pour l'étude des propriétés des divers instruments de protection, selon les caractéristiques de l'innovation, de son environnement et de ses modalités de diffusion.

Dans leur article, Claude Crampes et Corinne LANGINIER (*Information Disclosure in the Renewal of Patents*) étudient la dimension stratégique du brevet et donc aussi celle liée à l'asymétrie d'information entre l'innovateur et ses concurrents potentiels. Supposons qu'un brevet ait été déposé par l'innovateur et que celui-ci soit confronté à la décision de le renouveler ou non au cours de la durée de vie légale du brevet. Le renouvellement, qui a lieu en principe chaque année, est payant. En information parfaite, le paiement de la redevance a lieu si les bénéfices ultérieurs compensent ce coût. En information imparfaite, un autre élément intervient. Le renouvellement conduit l'innovateur à émettre un signal positif de profitabilité du marché qui peut induire un concurrent potentiel à y entrer à son tour. Une décision de non renouvellement du brevet apparaît ainsi avoir une dimension stratégique de signal négatif, dans la mesure où le non renouvellement conduit à une révision à la baisse des croyances de l'entrant relatives à la profitabilité du marché. Le modèle se présente comme un jeu de signal qui possède plusieurs équilibres. Dans l'un d'eux, si la probabilité a priori que l'entrant potentiel attache à la rentabilité du marché est faible, l'innovateur a intérêt à ne pas payer la redevance de renouvellement pour envoyer un signal négatif à son concurrent. Le modèle de Crampes et Langinier donne ainsi une explication assez plausible au fait d'expérience que la durée de vie effective des brevets est en général bien plus faible que

11. C'est là un domaine où la législation évolue dans plusieurs pays. Il est possible, par exemple aux États-Unis, de protéger certains codes et algorithmes dans des logiciels par la prise d'un brevet plutôt que par droit d'auteur (copyright). Il est également possible de protéger des codes intégrés à des microprocesseurs en faisant déposer le support physique (mask work trademark registration), bien que la prise de brevet soit préférable lorsqu'elle est possible.

leur durée de vie légale. Leur modèle est analogue à celui de CHOI [1985] qui étudie le choix de ne pas annoncer une découverte intermédiaire de manière à décourager les concurrents participant à la course à l'innovation finale. L'analyse des comportements stratégiques en situation d'information imparfaite permet ainsi d'expliquer de nombreux phénomènes en matière d'innovation.

Dans leur article (*Appropriation Strategy and the Motivation to Use the Patent System: An Econometric Analysis at the Firm Level*), Emmanuel DUGUET et Isabelle KABLA s'intéressent aux déterminants spécifiques de la décision de breveter une innovation. Comme on le sait, d'autres mécanismes d'appropriation que le brevet sont disponibles. Le secret, notamment dans le cas des innovations de procédés, et plus simplement l'avance technologique que possède l'entreprise, peuvent suffire à protéger efficacement les innovations. Dans ce dernier cas, le brevet peut même nuire à l'innovateur si la technologie brevetée est perfectible. En utilisant les informations divulguées par le brevet, les concurrents pourraient mettre au point une innovation suffisamment novatrice pour être brevetée, et plus généralement, rattraper leur retard technologique, voire dépasser l'innovateur initial. Le brevet peut toutefois rester nécessaire dans le cadre des transferts de technologie. À ce jour, faute de données spécifiques, la question des déterminants de la décision de breveter n'a pas fait l'objet de beaucoup d'études empiriques allant au delà de l'analyse des brevets en fonction des dépenses de R&D ¹². La disponibilité des informations nouvelles apportées par « l'Enquête Appropriation » faite en 1992 par le SESSI (Service des Statistiques Industrielles), permet à Duguet et Kabla d'entreprendre une telle étude. Grâce à cette enquête, ils connaissent le pourcentage des innovations faites par les entreprises qu'elles décident de breveter, ainsi que leur opinion sur les principales qualités et les principaux défauts du brevet comme mode d'appropriation des bénéfices de leurs innovations. Ils constatent d'abord que les entreprises ne brevettent en moyenne qu'environ un tiers de leurs innovations. Ils vérifient aussi que le facteur principal des différences entre entreprises dans les pourcentages d'innovations brevetées est effectivement leur plus ou moins grande crainte que les informations divulguées par le brevet ne soient utilisées par des concurrents. Ils trouvent en outre que ce facteur joue non seulement sur le pourcentage d'innovations brevetées mais aussi sur leur nombre, au delà de l'influence du niveau des dépenses de R&D. Ils observent également que l'utilisation des brevets à des fins de négociations technologiques est une raison significative et importante

12. Pour un survol des travaux faits aux États-Unis en ce domaine, voir GRILICHES, PAKES et HALL [1987], et pour des études sur données françaises et allemandes, voir respectivement CREPON et DUGUET [1996], et LICHT et ZOZ (ce volume).

pour les entreprises de breveter leurs innovations, mais qu'en revanche les coûts de dépôt puis de renouvellement des brevets ne semblent pas avoir une influence sensible.

L'article de Georg LICHT et Konrad ZOZ (*Patents and R&D: An Econometric Investigation Using Applications for German, European and US Patents by German Companies*) utilise les données de l'enquête européenne sur l'innovation concernant l'Allemagne pour explorer la relation entre dépenses de R&D et brevets suivant le bureau ou office de dépôt allemand, européen ou des États-Unis¹³. L'étude descriptive des données montre que la proportion des entreprises qui investissent en R&D et de celles qui déposent des brevets croissent avec la taille des entreprises. Les grandes entreprises sont également plus susceptibles de déposer des brevets dans plusieurs pays. L'office national des brevets joue apparemment un rôle très important pour les petites et moyennes entreprises. Des modèles économétriques de comptage permettent d'étudier la relation entre R&D et brevets déposés dans les différents offices. Dans chaque cas le modèle préféré permet de séparer la spécification relative à la décision de dépôt de brevet de la décision concernant leur nombre¹⁴. Les principaux résultats sont les suivants. Les dépenses propres de R&D des entreprises ont une influence très significative sur le nombre des brevets déposés, avec des élasticités qui peuvent aller de 0,8 au minimum à 1,1 au plus, suivant le niveau des dépenses de R&D et l'office, des brevets et qui sont nettement plus élevées pour l'office des États-Unis et plus faibles pour l'office allemand. Les externalités (effets de débordement), telles qu'elles peuvent être estimées en incluant dans le modèle les dépenses totales de R&D au niveau des secteurs paraissent peu importantes et non significatives. En revanche, l'effet de la taille de l'entreprise sur la propension à breveter est important. Diverses considérations peuvent être avancées pour expliquer la moindre propension à breveter des petites entreprises: un manque d'information sur le système des brevets, le choix d'autres mécanismes de protection de l'innovation, ou encore le caractère peut-être plus incrémental des innovations effectuées par les petites entreprises.

4 Standardisation dans les réseaux

La quatrième rubrique concerne l'analyse des décisions de **standardisation dans les réseaux**. Les liens entre innovation et réseaux sont nombreux. D'abord, il convient de souligner que la décision de compatibilité de réseaux ou plus simplement de biens complémentaires peut elle-même être considérée comme une innovation de produit puisqu'elle rend disponibles de nouvelles

13. Il s'agit de la première enquête du MIP (Mannheim Innovation Panel).

14. Le modèle économétrique en deux étapes correspondent lui-même à une spécification binomiale négative de type II combinée d'un modèle de haies ("hurdle") (voir CAMERON et TREVEDI, 1998). Celle-ci est elle-même l'extension de la distribution habituelle de Poisson où le paramètre d'intensité λ est supposé suivre une loi gamma choisie de telle sorte que le rapport $[V(\lambda)/E(\lambda)]$ de la variance à l'espérance de $E(\lambda)$.

combinaisons et donc de nouvelles variétés. Deuxièmement, le choix d'un standard technologique dans un grand nombre d'industries est crucial et donne lieu à une rude compétition. Qu'il s'agisse de la norme GSM dans le téléphone mobile, de la norme VHS pour la lecture des cassettes audiovisuelles, des standards pour la télévision haute définition¹⁵, de la configuration des claviers des machines à écrire et ordinateurs¹⁶ ou encore des systèmes d'exploitation des ordinateurs, il semble bien que les choix opérés dépendent davantage des conditions historiques et des stratégies employées par les entreprises que de la supériorité technologique intrinsèque de la norme adoptée. Par ailleurs, les externalités de réseaux qui conduisent à l'adoption d'un standard sont elles-mêmes à rapprocher des externalités de diffusion liées au processus d'appropriation collective du savoir scientifique et technologique auquel on s'est référé dans la première rubrique. Dans ce numéro, deux questions sont traitées :

- *l'origine de la décision d'adhérer à un standard commun,*
- *les effets de la standardisation.*

Dans leur article (*Equilibrium Coalition Structures in Markets for Network Goods*), Nicholas ECONOMIDES et Frederick FLYER cherchent à savoir ce qui incite les entreprises d'une industrie oligopolistique produisant des biens avec externalités de réseaux à adhérer à un standard commun (décision de compatibilité) ou au contraire à maintenir la spécificité de leurs produits (décision d'incompatibilité). D'un côté, la compatibilité accroît l'utilité des consommateurs et de ce fait accroît la demande globale à l'industrie. Mais, d'un autre côté, la compatibilité renforce l'intensité de la concurrence entre les producteurs de biens substitués. La question se pose donc de savoir quel est l'équilibre entre ces forces opposées¹⁷. Pour y répondre, Economides et Flyer considèrent un modèle symétrique où les biens offerts sont identiques à l'exception du standard auquel ils adhèrent. La qualité du produit offert par une entreprise croît avec la taille de l'ensemble des entreprises qui adhèrent au même standard. Des ensembles d'entreprises peuvent se coaliser en adhérant au même standard. La notion d'équilibre s'exprime en termes de coalitions. Une structure de coalitions est un équilibre si aucune entreprise ne désire quitter seule la coalition à laquelle elle appartient et rejoindre une coalition adjacente. Les résultats sont alors les suivants. La compatibilité parfaite, c'est-à-dire l'adhésion de toutes les entreprises à un même standard ne constitue un équilibre que dans les industries où les externalités de réseaux sont faibles. Par contre, dans les industries où les externalités de réseaux sont élevées, divers standards coexistent à l'équilibre. Il se peut même qu'une totale incompatibilité soit un équilibre dans ces industries. Il apparaît en outre que, plus la taille d'une coalition d'entreprises ayant choisi le même standard est élevée, plus les membres de cette coalition sont réfractaires à laisser une autre entreprise adhérer à ce standard, et ceci d'autant plus que les externalités de réseaux sont élevées. Ces résultats nous aident à comprendre

15. Voir FARRELL et SHAPIRO [1992].

16. Voir DAVID [1985].

17. Cette question s'applique à de nombreuses activités en réseaux. Pour le transport aérien, voir ENCAOUA, MOREAUX et PERROT [1996].

pourquoi il peut subsister de très fortes asymétries dans les industries de biens de type réseaux, avec d'un côté une entreprise dominante drainant autour de son standard un assez grand nombre d'entreprises, et de l'autre des entreprises choisissant leur propre standard. L'industrie des systèmes d'exploitation des micro-ordinateurs, dominée par le standard Windows de Microsoft, semblent être une bonne illustration de cette analyse.

Dans l'article (*Does Standardization Really Increase Production ?*), Hubert Stahn revient sur un résultat du modèle de base de KATZ et SHAPIRO [1985] selon lequel, dans une industrie où des *externalités de réseaux* sont présentes, le niveau de production globale est plus élevé lorsque les firmes choisissent des biens *compatibles* plutôt que des biens *incompatibles*. Ce résultat avait été établi sous l'hypothèse d'un coût marginal de production constant. Stahn parvient à montrer que sous l'hypothèse d'une fonction de coût de production plus générale, le résultat n'est plus nécessairement vrai. Cela est important, car la croyance largement répandue que la compatibilité accroît le surplus global se trouve remise en cause. Stahn montre à partir d'un contre-exemple simple comportant trois biens qu'il peut ne pas en être ainsi, en prenant des fonctions de coût quadratiques et convexes. Dans ce cas, le surplus est maximum lorsque les trois biens sont incompatibles. Il convient donc d'être prudent lorsqu'on cherche à apprécier les effets de la compatibilité ou de la standardisation sur le bien-être.

5 Investissements en R&D et productivité

La cinquième rubrique concerne l'analyse empirique des **investissements en R&D et de leur productivité**. Ce n'est certes pas une question nouvelle, mais il est clair que son investigation est loin d'être achevée tant les difficultés de nature conceptuelles, de mesure des variables et de méthodes d'estimation sont grandes. Trois questions sont plus précisément traitées dans ce numéro :

- *la mesure du capital de R&D,*
- *la productivité et le rendement du capital de R&D,*
- *le rôle des contraintes de financement sur les investissements en R&D et sur les investissements physiques.*

Les deux premiers thèmes ont déjà fait l'objet de nombreuses études ¹⁸.

18. Voir par exemple le survol des études économétriques sur données d'entreprises de MAIRESSE et SASSENOU [1991], et celui de GRILICHES [1995].

Le troisième a donné lieu à une littérature particulièrement vaste en ce qui concerne les investissements physiques, mais a été jusqu'ici peu abordé pour ce qui est des investissements en R&D¹⁹. Les deux articles regroupés dans cette rubrique sont l'un et l'autre bien représentatifs des investigations actuelles sur données de panel d'entreprises, tout en fournissant certaines avancées intéressantes²⁰.

L'article de Tor Jacob KLETTE et Frode JOHANSEN (*Accumulation of R&D Capital and Dynamic Firm Performance: a Not-so-Fixed Effect Model*) a pour point de départ des régularités empiriques fréquemment observées en matière d'investissement en R&D et de productivité. Sur la base d'échantillons relativement homogènes d'établissements ou unités de production (« lines of business ») et non de firmes, dans quatre grandes industries norvégiennes, ils vérifient d'abord que les activités de R&D sont très persistantes dans le temps (les différences individuelles dans l'intensité des efforts de R&D sont importantes et fortement autocorrélées); ensuite, que les corrélations dans la dimension individuelle (en coupe) entre différences de niveaux de productivité et d'intensité de capital de R&D sont significativement positives, mais qu'elles sont beaucoup plus faibles, et parfois non significatives, dans la dimension temporelle (en série) entre variations de productivité et d'intensité de capital de R&D. Partant de ces observations et de considérations analytiques inspirées notamment des travaux de PENROSE [1959] et UZAWA [1969], les deux auteurs proposent un autre schéma d'accumulation du capital de R&D (multiplicatif ou encore log-linéaire) au lieu du schéma habituel (linéaire)²¹. Ils montrent que ce schéma conduit à un modèle dynamique simple où le niveau de productivité présent est fonction du seul investissement de R&D de l'année précédente (et non du capital de R&D), ainsi que du niveau de productivité de cette année précédente. Ce modèle a notamment l'avantage de ne pas exiger la construction de la variable de stock de capital de R&D²². Klette et Johansen trouvent en estimant ce modèle que le capital de R&D se déprécie rapidement, avec un taux annuel de dépréciation voisin de 18%, et que les taux de rendement des investissements de R&D sont assez proches de ceux des investissements physiques.

Dans l'article (*Are There Financing Constraints for R&D and Investment in German Manufacturing Firms?*) Dietmar HARHOFF entreprend d'évaluer dans quelle mesure les décisions d'investissement de R&D et

19. Voir HALL, MAIRESSE et MULKAY [1998]. Pour des analyses relatives aux investissements en R&D, voir par exemple HIMMELBERG et PETERSON [1994] et HALL [1993].

20. L'un et l'autre utilisent notamment des méthodes d'estimation de type moments généralisés (GMM) permettant de tenir compte du caractère non strictement exogène (mais seulement prédéterminé) de certaines variables explicatives et de la présence d'effets individuels corrélés.

21. Ce schéma fait l'hypothèse d'une moindre substituabilité entre investissements de R&D présents et passés, et peut expliquer (toutes choses égales par ailleurs) que les entreprises souhaitent « étaler » plus fortement leurs investissements dans le temps.

22. Le modèle estimé fait également l'hypothèse d'un comportement de « marge » des firmes pour tenir compte du fait que la productivité – mesurée au niveau individuel – est en termes de valeur nominale (et non en termes réels) et qu'elle peut donc refléter des différences de niveau et d'évolution des prix individuels. Sur ce point, voir KLETTE et GRILICHES [1996].

d'investissement physique (en équipements) des entreprises industrielles allemandes sont affectées par des contraintes de financement. La raison principale de l'existence de telles contraintes (qui traduisent l'imperfection des marchés de capitaux) est bien étudiée dans la littérature théorique et tient à l'asymétrie d'information entre l'entreprise et ses créanciers potentiels. De nombreuses études empiriques ont mis en évidence l'existence dans divers pays de contraintes de financement pesant sur les décisions d'investissement physique des entreprises. Pour l'Allemagne on peut distinguer deux types d'études. Les études sur données de panel concernant des entreprises de grande taille, cotées en bourse, ont le plus souvent conclu à l'absence de telles contraintes. Par contre, les études en coupe transversale (donc avec des possibilités réduites de contrôle de l'hétérogénéité propre aux entreprises) et concernant des entreprises de taille petite et moyenne, ont régulièrement conclu à l'existence et à l'importance de telles contraintes. Jusqu'ici aucune étude n'avait évalué l'impact des contraintes financières sur les investissements en R&D des entreprises allemandes. Harhoff utilise un nouveau panel d'entreprises allemandes ayant des activités de R&D, et pour beaucoup d'entre elles non cotées en bourse (236 entreprises sur la période 1987-1994). Il estime sur ce panel diverses équations d'investissement en R&D et d'investissement physique, en commençant par des spécifications dynamiques simples suggérées par BOND, ELSTON, MAIRESSE et MULKAY [1997]. Il trouve ainsi un effet significatif du « cash-flow » sur la R&D et l'investissement physique pour les entreprises de faible taille. Cet effet s'estompe, mais sans disparaître, si les spécifications testées incluent un mécanisme de type correction d'erreurs. L'interprétation de la relation entre investissement et cash flow pose cependant problème; elle peut être considérée tout autant comme exprimant le lien entre l'investissement et la profitabilité attendue, que comme résultant de l'existence d'un rationnement financier (sur des marchés de capitaux imparfaits). Un cash-flow élevé signale en effet des profits importants et peut donc être corrélé avec des anticipations de profits futurs. HARHOFF est conduit ainsi, dans la suite de son étude, à tester une spécification de nature plus « structurelle », en termes d'équation d'Euler, inspirée de BOND et MEGHIR [1984]. Il trouve pour ce qui est de l'investissement physique des estimations qui sont à peu près en accord avec l'hypothèse d'absence de contrainte de financement pour les grandes entreprises, mais non en ce qui concerne les petites entreprises²³. Pour la R&D, les équations d'Euler estimées ne sont par contre pas du tout informatives.

6 Profits de l'innovation

La sixième rubrique, assez proche de la précédente, est relative aux **profits de l'innovation**. La recherche et l'innovation ne sont pas une fin en soi

23. Des données complémentaires d'enquête suggèrent qu'effectivement la sensibilité de l'investissement des petites entreprises au cash flow pourrait refléter de véritables contraintes de financement et non pas seulement des problèmes d'ordre économétrique.

pour l'entreprise, et il importe d'évaluer les avantages relatifs, notamment en termes de profits, qu'elle en retire. La mesure des profits de l'innovation, et plus généralement celle des performances liées à l'innovation, est cependant un problème délicat. Ce n'est que depuis peu que l'on dispose en particulier d'enquêtes sur l'innovation qui apportent de nouvelles informations à cet égard²⁴. Les performances liées à l'innovation sont en fait dépendantes de trois types d'incertitudes auxquelles les entreprises innovantes doivent faire face : l'incertitude technologique, l'incertitude stratégique et l'incertitude de marché. L'incertitude technologique est celle à laquelle est confrontée une entreprise qui décide de consacrer un effort de R&D à la mise en application d'une découverte. Elle n'est jamais sûre a priori qu'elle disposera du savoir-faire nécessaire pour transformer la découverte en un projet industriel techniquement viable. L'incertitude stratégique est due au fait qu'une entreprise qui consacre des fonds au développement d'un projet industriel n'est jamais sûre qu'elle sera la première à introduire sur le marché l'innovation correspondante. L'incertitude de marché enfin renvoie aux débouchés potentiels de l'innovation. Leur existence est rarement assurée au moment où l'entreprise choisit un projet de développement industriel. Cette incertitude reste souvent la plus délicate à surmonter pour les entreprises et c'est d'elle que dépend principalement la performance commerciale de l'innovation. Trois questions sont abordées ici :

- *l'impact de différents types d'innovations sur les performances commerciales des entreprises,*
- *la pression de la concurrence internationale sur l'apparition d'innovations de procédés,*
- *l'examen de l'asymétrie de la distribution des profits issus de l'innovation.*

Dans leur article, Corinne BARLET, Emmanuel DUGUET, David ENCAOUA et Jacqueline PRADEL (*The Commercial Success of Innovations: An Econometric Analysis at the Firm Level in French Manufacturing*) mettent l'accent sur l'incertitude de marché liée à l'introduction de l'innovation en recourant à un indicateur qui est la part des ventes totales d'une entreprise en produits innovants récents (de moins de cinq ans d'âge dans leur étude). L'utilisation de cet indicateur de *succès commercial des innovations* se diffuse grâce à la réalisation de plus en plus fréquente des « Enquêtes Innovation » (notamment dans les pays européens), où il est généralement disponible sous forme qualitative (par grands intervalles), non seulement pour les ventes totales des entreprises innovantes, mais également pour leurs ventes à l'exportation. L'article se fonde ainsi sur la première Enquête Innovation 1990, la première à avoir été réalisée à grande échelle dans l'industrie française. Les auteurs cherchent à savoir comment les performances commerciales liées aux innovations varient en fonction de leur nature définie selon plusieurs critères (innovation de procédé versus innovation de produit, imitation ou amélioration d'un produit existant versus création d'un nouveau produit, innovation impulsée par le marché ou par la technologie). Ils cherchent également à contraster ces

24. Voir KLEINKNECHT [1996].

performances pour les ventes totales et celles à l'exportation. Celles-ci étant demandées et déclarées par grands intervalles des parts de ventes de produits innovants (de 0 à 10%, 10 à 30%, 30 à 70%, et au-delà), les auteurs utilisent des méthodes économétriques adaptées (estimation par le maximum de vraisemblance d'un modèle probit polytomique ordonné). Ils trouvent notamment que la part des produits innovants est plus faible dans les exportations que dans les ventes totales, mais que le contenu novateur des produits exportés est plus élevé; que les innovations de produits de type imitation ou amélioration ont des performances commerciales marquées dans les secteurs où le *niveau d'opportunités technologiques* est faible, tandis que les innovations correspondant à des créations de produits ont des performances supérieures dans les secteurs où le *niveau d'opportunités technologiques* est élevé. Avec la diffusion des Enquêtes Innovations, un des intérêts de ce type d'études, dont les fondements théoriques restent encore à préciser, est de pouvoir donner lieu à des comparaisons internationales, devant permettre de progresser dans la mesure des variables de performance des innovation, de mieux interpréter les résultats et de tester leur robustesse.

Celia Costa CABRAL, Praveen KUJAL et Emmanuel PETRAKIS (*Incentives for Cost Reducing Innovations under Quantitative Import Restraints*) se posent la question de savoir si l'existence de quotas d'importation ou de restrictions volontaires à l'exportation conduit à accroître ou plutôt à restreindre les incitations à la R&D ayant pour objet la réduction des coûts. Ils prolongent le travail de REITZES [1991] en étudiant cette question dans le cadre d'un modèle de concurrence en prix et à biens différenciés. Ils montrent ainsi que l'effet des quotas est différent selon d'une part le degré de sévérité des quotas par rapport à la situation de libre-échange et selon d'autre part qu'on évalue cet effet sur l'entreprise du pays qui établit le quota (entreprise domestique) ou sur l'entreprise concurrente du pays qui subit le quota (entreprise étrangère). Des quotas peu restrictifs (en deçà d'un certain seuil) ont pour effet que l'entreprise domestique réduit ses dépenses de R&D tandis que l'entreprise étrangère augmente les siennes. Des quotas très restrictifs (au dessus du seuil) ont des effets opposés. Cette conclusion tempère fortement l'argument de « l'industrie naissante » sur lequel se fonde parfois une politique commerciale protectionniste: la création de quotas à l'importation n'incite l'entreprise protégée à construire un avantage compétitif de long terme que si les quotas sont très importants par rapport à ce que serait une politique de libre échange.

Dans son article (*The Size Distribution of Profits from Innovation*), F. Michael SCHERER cherche à estimer la fonction de distribution des profits résultant des innovations technologiques, et plus précisément à caractériser le degré d'asymétrie de cette distribution. La question est importante à un double titre. Premièrement, sur un plan statistique, de premiers travaux ont suggéré que les moments d'ordre un et d'ordre deux de la loi utilisée pour estimer la distribution ne pouvaient pas être finis, et que donc le théorème central limite ne pouvait pas s'appliquer, et que par conséquent la distribution estimée pouvait ne pas converger vers la « vraie » distribution, quand bien même la taille des échantillons considérés est croissante, c'est la difficulté que l'on rencontre lorsqu'on estime la distribution des profits par une loi de Pareto et que l'on trouve que le coefficient estimé de la pente du logarithme

de la distribution cumulée est inférieur à 1. Deuxièmement, sur un plan économique, il est clair que plus l'asymétrie de la distribution dans la zone des fortes valeurs des profits est élevée, plus il est difficile de constituer un portefeuille varié de projets de recherche et/ou de brevets permettant d'avoir une bonne couverture de risque, ce qui rend beaucoup plus difficile les problèmes d'assurance et de financement des activités d'innovation. Pour estimer la distribution des performances des innovations, SCHERER utilise des données de sources variées : les redevances de portefeuilles de brevets d'universités américaines, les profits des spécialités pharmaceutiques nouvellement approuvées, les rendements boursiers d'entreprises de haute technologie nouvellement créées et des évaluations faites par les entreprises elles-mêmes des profits relatifs à une cohorte de brevets allemands ayant été renouvelés jusqu'à leur expiration. Les résultats montrent qu'il existe un certain nombre de régularités. D'abord, la loi de Pareto n'est pas celle qui donne en général les meilleurs ajustements. La loi log-normal qui est moins asymétrique semble s'ajuster mieux aux données. Ensuite, la concavité de la distribution est plus élevée (i.e. l'asymétrie est moins forte) dans les échantillons relatifs à des entreprises ayant des brevets multiples que dans les échantillons relatifs à des brevets individuels. Néanmoins, la concordance générale des résultats, quelques soient les mesures des rendements et les échantillons laisse à penser que les profits de l'innovation doivent être générés par des processus stochastiques très semblables, mais dont on n'a pas encore une idée bien claire. Une direction de recherche intéressante est ainsi suggérée.

7 Externalités

La dernière rubrique sous laquelle sont regroupés des articles de ce numéro concerne l'**évaluation des externalités** (« **spillovers** ») de diffusion des connaissances, ou externalités de recherche ou d'innovation, dont on sait qu'elles ont un rôle crucial. L'existence des externalités de recherche conduit en effet à une distorsion entre la rentabilité ou le rendement privé de la recherche et le rendement social de la recherche. Ces externalités étant en général positives (contrairement par exemple aux externalités de pollution), le rendement privé est inférieur au rendement social. Ce peut être là une source d'insuffisance au plan collectif des investissements privés en matière de recherche. Et c'est là une justification première des interventions de la puissance publique, à travers l'institution du système des brevets, mais aussi grâce aux programmes publics de recherche, aux aides financières et subventions, aux incitations fiscales, etc. L'intervention publique doit être (en principe) d'autant plus forte que les externalités de recherche sont importantes et que les mécanismes d'appropriation des connaissances et innovations sont insuffisants. C'est notamment le cas lorsque les externalités ne peuvent être internalisées de façon privée, dans le cadre des institutions et du système économique existant. Il en est ainsi pour les recherches fondamentales, qu'elles soient à visée scientifique pure ou orientées par des applications, qu'elles soient originales ou s'inscrivent

dans des programmes déjà établis. Ces recherches poursuivent des intérêts qui ne sont pas marchands (ou qui ne le sont qu'en partie et plutôt à moyen et long terme qu'à court terme) et les conditions de succès sont relativement incertaines. On comprend dès lors les enjeux économiques de la gestion publique des externalités de recherche. On conçoit de même la difficulté de l'évaluation de ces externalités, à l'évidence celle de leur évaluation prospective, mais celle aussi de leur évaluation rétrospective. Les travaux des économètres en la matière sont récents et font preuve d'une belle audace, avec des résultats qui apparaissent encore dans l'ensemble extrêmement fragiles. Parmi l'ensemble des questions qui concernent les externalités, deux questions tout à fait récentes sont plus spécifiquement abordées ici :

– *l'évaluation des externalités inter-nationales de connaissance liée à la recherche et l'innovation, et leur comparaison avec les externalités intra-nationales,*

– *l'analyse des politiques de concurrence, de coordination ou de coopération des entreprises en matière de R&D en présence d'externalités.*

Dans son article, Lee BRANSTETTER (*Looking for International Knowledge Spillovers : A Review of the Literature with Suggestions for New Approaches*) propose une revue critique des travaux empiriques sur l'évaluation des externalités internationales de connaissance. Il rappelle d'abord les contributions théoriques de GROSSMAN et HELPMAN [1991], qui montrent le rôle structurant des externalités dans les échanges internationaux, et la possibilité de plusieurs équilibres de long terme, dont la réalisation dépend des situations initiales des pays, dans la mesure toutefois où les *externalités intra-nationales* l'emportent sur les *externalités inter-nationales*. Il rappelle aussi la distinction importante, développée notamment par GRILICHES [1992], entre les *externalités pécuniaires*, qui sont liées à des échanges de biens marchands et dépendantes du système des prix de ces biens, et les externalités non pécuniaires, liées à des échanges « immatériels » (diffusion des connaissances) et indépendants d'un système de prix marchands ²⁵.

BRANSTETTER présente ensuite les méthodes et modèles mis en œuvre par les économètres pour essayer d'évaluer l'importance effective des externalités. Le principal modèle utilisé est celui d'une fonction de production augmentée, avec un stock de *capital de recherche interne* pour l'entreprise ou pour le secteur suivant la nature des données étudiées, et avec un stock de *capital de recherche externe* à l'entreprise ou au secteur ; le capital de recherche externe pouvant être lui-même décomposé en capital de recherche intrasectoriel ou intranational, et en capital de recherche

25. Les externalités pécuniaires résultent des distorsions de prix entre vendeurs et acheteurs des biens échangés, par exemple au bénéfice de ces derniers lorsque la concurrence entre les premiers les amène à baisser leurs prix en deçà des prix d'équilibre traduisant les coûts des biens pour les vendeurs et la demande des acheteurs. C'est souvent le cas pour des produits qui incorporent des innovations (produits de meilleure qualité ou nouveaux), notamment dans les industries électroniques. Un bon exemple est celui de l'industrie des composants des microordinateurs, tels les disques magnétiques dont les performances en termes de capacité de mémoire et de rapidité d'accès ont augmentées très rapidement, et dont les prix (à qualité donnée) ont diminués fortement.

intersectoriel ou international. Le capital de recherche interne est mesuré par la somme cumulée des investissements de R&D passés de l'entreprise ou du secteur, ces investissements étant en général dépréciés avec un taux annuel de dépréciation constant (souvent de l'ordre de 15%). Les différentes composantes du stock de capital externe sont mesurées comme les sommes pondérées des stocks de capital des autres entreprises du secteur, des autres secteurs, du pays ou des autres pays. Les pondérations sont en principe choisies comme reflétant les *proximités technologiques* entre les domaines de recherche des autres entreprises et ceux de l'entreprise considérée, ou des autres secteurs et ceux du secteur considéré. La diffusion des externalités entre entreprises ou secteurs est supposée être d'autant plus probable que leur proximité technologique est forte. On peut choisir aussi les pondérations sur la base d'autres considérations: on choisit volontiers par exemple comme pondérations pour le calcul du capital de recherche international des poids proportionnels à l'importance des échanges commerciaux pour les secteurs et pays considérés. C'est ce que font notamment COE et HELPMAN [1995] dans un article très cité, où ces deux auteurs trouvent que les externalités internationales de recherche sont importantes. Dans les deux dernières parties de sa contribution, Branstetter présente ce dernier article en détail, ainsi que les critiques qu'il a suscité notamment par KELLER [1996], avant de résumer ses propres résultats concernant les externalités de recherche aux Etats-Unis et au Japon et entre ces deux pays. KELLER montre que les résultats de COE et HELPMAN subsistent et sont même améliorés en choisissant aléatoirement les pondérations utilisées pour mesurer les variables de capital de recherche international, jetant ainsi un doute important sur la signification de ces résultats. Sur la base de deux panels d'entreprises de haute technologie aux Etats-Unis et au Japon dont il connaît notamment les dépenses de R&D et les brevets, et en s'inspirant étroitement de l'article de JAFFE [1986], Branstetter obtient des estimations qui tendent à montrer que les externalités intra-nationales sont plus élevées que les externalités inter-nationales (lesquelles n'apparaissent pas en fait statistiquement significatives). L'auteur conclut son survol en soulignant tout à la fois les difficultés des études économétriques visant à une évaluation des externalités et la nécessité de ces études.

Jeffrey BERNSTEIN (*Factor Intensities, Rates of Return, and International R&D Spillovers: The Case of Canadian and US. Industries*) cherche à estimer les rendements privés et sociaux de la R&D dans onze industries manufacturières au Canada et aux Etats-Unis, ainsi que les externalités de recherche interindustrielles (pour un même pays) et internationales (entre le Canada et les Etats-Unis pour une même industrie)²⁵. Il travaille sur des données annuelles agrégées au niveau des onze industries considérées, sur la période 1962-1989, pour les deux pays, et qu'il estime un système de demandes de facteurs (à quatre équations pour le capital physique et le capital de recherche, le travail et les consommations intermédiaires), et non une fonction de production augmentée. BERNSTEIN trouve ainsi que les rendements sociaux de la R&D dans les deux pays sont nettement supérieurs aux rendements privés, en raison d'externalités positives importantes. Comme on pouvait s'y attendre, les externalités domestiques sont prépondérantes dans le cas des Etats-Unis, tandis que dans le cas du Canada la situation est inverse: les externalités ayant leur origine

chez le grand voisin priment celles d'origine nationale. Une des conclusions de l'étude est donc celle d'un sous investissement notable en R&D dans les deux pays. Une autre est l'importance des relations de recherche, et des réseaux d'information et de diffusion des connaissances entre le Canada et les Etats-Unis, qui vont au delà des seuls échanges et accords commerciaux.

Henri CAPRON et Michele CINCERA (*Exploring the Spillover Impact on Productivity of World-Wide Manufacturing Firms*), ont construit un panel de 625 grandes entreprises industrielles, ayant des activités de recherche souvent importantes, sur la période 1987-1994; ces entreprises, pour la plupart américaines (378), japonaises (133) ou européennes (101), réalisent à elles seules de l'ordre de 30 à 50% des dépenses de R&D de l'ensemble des entreprises dans leurs pays respectifs, Etats-Unis, Japon et en Europe ²⁶. Ils obtiennent des estimations des élasticités de la production par rapport au capital de recherche interne, qui sont très significatives et plus élevées que celles de la plupart des études antérieures (y compris dans la dimension temporelle), ce qu'ils expliquent par le fait que leur échantillon regroupe des entreprises extrêmement actives en matière de recherche pour nombre d'entre elles. Leurs estimations concernant les élasticités des stocks de capital externes vont aussi dans le sens des quelques études comparables, notamment JAFFE [1986] et BRANSTETTER (ce numéro). Les externalités seraient principalement internationales pour les Etats-Unis et internationales pour le Japon; elles seraient beaucoup plus faibles (et non significatives) pour l'Europe. Les deux auteurs concluent cependant en soulignant eux aussi la grande fragilité de leurs estimations et les difficultés auxquelles doivent faire face les essais d'évaluation économétrique des externalités en général.

Dans leur article (*Innovation Spillovers and Technology Policy*) Katsoulacos et Ulph s'attachent à montrer comment les externalités de diffusion du savoir affectent les niveaux de recherche des entreprises. A la différence de la plupart des travaux microéconomiques consacrés à cette question, les auteurs adoptent une approche qui considère que ces externalités de diffusion sont des variables endogènes, c'est-à-dire des variables résultant d'un choix stratégique des entreprises, plutôt que des paramètres exogènes auxquels les entreprises sont confrontées. Partant du modèle de base de d'ASPROMONT et JACQUEMIN [1985], à l'origine de nombreux travaux sur les propriétés de la recherche coopérative et non coopérative en présence d'externalités, les auteurs introduisent deux distinctions importantes. La première met l'accent sur les différences entre

26. La plupart de ces entreprises ont en fait des activités multinationales, et les variables de l'étude (ventes, effectifs, R&D,...) couvrent l'ensemble de ces activités (et ne sont pas limitées aux seules activités domestiques). Les auteurs ont également pu apparier, pour les entreprises de leur échantillon, des données relatives aux nombres de brevets européens déposés par grands domaines technologiques (50). Sur cette base ils ont pu construire des indicateurs de proximité technologique leur permettant d'évaluer des stocks de capital de recherche externe national et international. En fait, à la suite de JAFFE [1986], ils considèrent 18 regroupements technologiques (relativement) homogènes constitués à partir de plusieurs méthodes de classification, et ils construisent quatre stocks de recherche externe, en introduisant une distinction entre stock local (national et international) et stock (proprement) externe (national et international). Le stock local national pour une entreprise est, par exemple, obtenu comme somme pondérée des dépenses passées de R&D des seules entreprises du même pays appartenant au même regroupement technologique, etc.

trois modalités de la recherche coopérative : le *partage de l'information*, la *coordination de la recherche* et la *coopération* proprement dite. Dans le cas du partage de l'information, les entreprises s'engagent d'abord de manière indépendante dans l'activité de recherche en fixant leurs dépenses d'investissement correspondantes, puis, en fonction des résultats qu'elles ont obtenu, décident du montant d'informations qu'elles désirent partager. En situation de recherche coordonnée, la séquentialité des décisions est inversée : c'est d'abord le niveau de l'externalité qui est décidé avant celui des niveaux de R&D. Enfin, la coopération consiste à choisir de manière conjointe l'ensemble des variables. La deuxième distinction porte sur la nature des produits sur lesquels la recherche est effectuée : selon que les produits sont indépendants, substituables ou complémentaires, les incitations pour le choix des modalités de partage, de coordination ou de coopération sont différentes. En adoptant comme critère de choix collectif l'expression du surplus social, les auteurs discutent de la pertinence de la politique technologique de subvention des activités de recherche dans chacun des cas examinés. Ce travail est tout à la fois une clarification utile des modalités multiples de la recherche coopérative en présence d'externalités de diffusion et une aide à la décision en matière d'intervention publique pour favoriser ou non la formation de « joint ventures ».

* *
*

Au seuil de ce tour d'horizon consacré à la présentation des développements récents de l'économie et de l'économétrie de l'innovation, et plus spécifiquement à la manière dont les contributions de ce numéro spécial y participent, le lecteur partagera peut-être avec les éditeurs de ce numéro un double sentiment.

Le premier est que les modalités d'analyse économique de l'innovation sont multiples et difficiles à répertorier tant la notion bouleverse les frontières traditionnelles de l'analyse économique et crée des interdépendances étroites entre ce qui apparaissait il n'y a pas longtemps encore comme des champs clos de la discipline. Les frontières entre la microéconomie et la macroéconomie s'estompent, et des passerelles plus ou moins larges s'établissent entre les théories de la croissance, l'économie du travail, l'économie de la science et de la recherche, l'analyse des modalités de l'apprentissage par l'expérience, l'étude des processus de diffusion, l'analyse de la concurrence, l'étude des incitations et des droits de propriété, la gestion et l'organisation des entreprises, l'environnement financier, le cadre juridique, la structure sociale, l'intervention des pouvoirs publics, le commerce international et bien d'autres domaines encore de la discipline économique.

Le deuxième sentiment, corollaire du premier, est que les méthodes d'investigation ont elles-même profité de cet élargissement des préoccupations. L'économie et l'économétrie de l'innovation ne doivent plus être conçus comme des approches distinctes mais bien plutôt comme des modalités complémentaires d'analyse des mêmes questions. Même si les spécialisations des uns et des autres les inclinent naturellement à privilégier

plutôt l'une ou l'autre, il est clair que les dialogues se développent. De nouvelles bases de données, souvent qualitatives, deviennent disponibles et de nouvelles méthodes d'investigation empirique se perfectionnent. Les enjeux économiques de l'innovation sont tels que les travaux théoriques et empiriques se rejoignent sur de nombreuses questions. Est-on parvenu à une représentation unifiée ? Pas encore, et vraisemblablement on n'y parviendra jamais. Mais, et c'est là le souhait des éditeurs, on peut espérer que ce numéro spécial, tout en montrant la diversité et la richesse d'un domaine foisonnant, aura contribué à ce souci d'unification.

● Références bibliographiques

- AGHION, P., HOWITT, P. (1998). – *Endogenous Growth Theory*, Cambridge, Ma.: The MIT Press.
- BARRO, R.J., SALA-I-MARTIN, X. (1995). – *Economic Growth*, New York: McGraw-Hill.
- BOND, S., ELSTON, J.A., MAIRESSE, J., MULKAY, B. (1997). – “A Comparison of Empirical Investment Equations Using Company Level Data for France, Germany, Belgium and the UK”, *NBER Working Paper n° 5900*.
- BRESNAHANT T., TRAJTEMBERG M. (1995). – “General Purpose Technologies: Engines of growth?”, *Journal of Econometrics*, 65(1), pp. 83-108.
- BOND, S., MEGHIR, C. (1994). – “Dynamic Investment Models and the Firm's Financial Policy”, *Review of Economic Studies*, 61, pp. 197-222.
- CAMERON, C., TRIVERI P. (1998). – “The Analysis of Count Data”, *UC Davis and University of Indiana, manuscript*.
- CHOI, J.P. (1991). – “Dynamic R&D Competition under 'Hazard Rate' Uncertainty”, *Rand Journal of Economics*, 22, pp. 596-610.
- CHOU, C.F., SHY, O. (1991). – “New Product Development and the Optimal Duration of Patents”, *Southern Economic Journal*, 57, pp. 811-821.
- COE, D., HELPMAN, E. (1995). – “International R&D Spillovers”, *European Economic Review*, 39(5).
- CRÉPON B., DUGUET E. (1997a). – “Research and Development, Competition and Innovation: Pseudo Maximum Likelihood and Simulated Maximum Likelihood Methods Applied to Count Data Models with Heterogeneity”, *Journal of Econometrics*, 79, pp. 355-378.
- CRÉPON B., DUGUET E. (1997b). – “Estimating the Innovation Function from Patent Numbers: GMM on Count Panel”, *Journal of Applied Econometrics*, 12, pp. 243-263.
- D'ASPROMONT, C., JACQUEMIN, A. (1985). – “Cooperative and Non-Cooperative R&D in a Duopoly with Spillovers”, *American Economic Review*, 78, pp. 1133-1137.
- DAVID, P. (1990). – “The Computer and the Dynamo: An Historical Perspective on the Productivity Paradox”, *American Economic Review*, 80, pp. 355-361.
- DAVID, P. (1985). – “CLIO and the Economics of QWERTY”, *American Economic Review, Papers and Proceedings*, 75, pp. 332-337.
- DAVIS, S.J., HALTIWANGER, J. (1992). – “Gross Job Creation, Gross Job Destruction and Employment Reallocation”, *Quarterly Journal of Economics*, 107, pp. 819-864.
- DUGUET, E., GREENAN, N. (1997). – “Le biais technologique: une analyse économétrique sur données individuelles”, *Revue Economique*, 48 (5), pp. 1061-1089.

- ENCAOUA, D., MOREAUX, M., PERROT, A. (1996). – “Compatibility and Competition in Airlines”, *International Journal of Industrial Organization*, 14, pp. 701-726.
- FARRELL, J., SHAPIRO, C. (1992). – “Standard Setting in High Definition Television”, *Brookings Papers: Microeconomics*, pp. 1-93.
- GILBERT, R., SHAPIRO, C. (1990). – “Optimal Patent Length and Breadth”, *Rand Journal of Economics*, 21 (1), pp. 106-112.
- GOUX, D., MAURIN, E. (1997). – “Le déclin de la demande de travail non qualifié. Une méthode d’analyse empirique et son application au cas de la France”, *Revue Economique*, 48 (5), pp. 1091-1114.
- GREEN, J., SCOTCHMER, S. (1990). – “Novelty and Disclosure in Patent Law”, *Rand Journal of Economics*, 21 (1), pp. 131-147.
- GRILICHES, Z. (1995). – “R&D and Productivity: Econometric Results and Measurement Issues”, in *Handbook of the Economics of Innovation and Technical Change*, P. Stoneman (ed.). Basil Blackwell: Oxford.
- GRILICHES, Z., MAIRESSE, J. (1995). – “Production Functions: The Search for Identification” *NBER Working Paper n° 5067*, and Document CREST, revised March 1997. To appear in 1999, *Econometrics and Economic Theory in the 20th Century: The Ragnar Frish Centennial Symposium*, S. Ström (ed.), Cambridge: Cambridge University Press.
- GRILICHES Z., PAKES A., HALL B. H. (1987). – “The Value of Patents as Indicators of Economic Activity”, in Dasypata and Stoneman (eds.), *Economic Policy and Technological Performance*, Cambridge: Cambridge University Press.
- GROSSMAN, G.M., HELPMAN, E. (1991). – “Innovation and Growth in the Global Economy”, Cambridge, Ma.: *The MIT Press*.
- HALL, B. H. (1992). – “R&D Investment de Firm Level: Does the Source of financing Matter? Cambridge, Mass: NBER Working Paper n° 4095.
- HALL, B. H. and F. HAYASHI (1989). – “Research and Development as an Investment”, Cambridge, Mass NBER Working paper n° 2973.
- HALL B. H., KRAMARZ F. (eds.) (1998). – *Economics of Innovation and New Technology* vol. 6, Issue 2/3/4.
- HALL, B. H., MAIRESSE J., MULKAY, B. (1998). – “Firm-Level Investment in France and the United States: An Exploration of What we Have Learned in Twenty Years”, *Economics Discussion Paper n° 143*, Nuffield College, Oxford.
- HELPMAN, E., TRAJTENBERG, M. (1994). – “A Time to Sow and a Time to Reap: Growth Based on General Purpose Technologies”, *Centre for Economic Research Policy, Working Paper n° 1080*.
- HIMMELBERG, C. P., PETERSEN, B.C. (1994). – “R&D and Internal Finance: A Panel Study of Small Firms in High-Tech Industries”, *Review of Economics and Statistics*, 76, pp. 38-51.
- HUGUES, J., SNYDER, E. (1995). – “Litigation and Settlement under the English and American Rules: Theory and Evidence”, *The Journal of Law and Economics*, 38, pp. 225-250.
- JAFFE, A. (1986). – “Technological Opportunity and Spillover of R&D: Evidence from Firms’ Patents, Profits, and Market Value”, *American Economic Review*, 4, 76, pp. 984-1001.
- KATZ, M., SHAPIRO, C. (1985). – “Network Externalities, Competition and Compatibility”, *American Economic Review*, 75, pp. 424-440.
- KELLER, W. (1996). – “Are International R&D Spillovers Trade-Related: Analyzing Spillovers among Randomly Matched Trade Partners”, *Working paper UW-Maddison*, Department of Economics.

- KLEINKNECHT, A. (1996) "New Indicators and Determinants of Innovation: An Introduction", in *Determinants of Innovation, the Message from New Indicators*, edited by Alfred Kleinknecht, London, MacMillan Press.
- KLEMPERER, P. (1990). – "How Broad Should the Scope of Patent Protection be?", *The Rand Journal of Economics*, 21 (1), pp. 113-130.
- KLETTE, T. J., GRILICHES, Z. (1996). – "The Inconsistency of Common Scale Estimators when Output Prices are Unobserved and Endogenous", *Journal of Applied Econometrics*, 11, pp. 343-361.
- KORAH, V. (1994). – *An Introductory Guide to EC Competition. Law and Practice*, 5th edition, London: Sweet and Maxwell.
- LERNER, J. (1994). – "The Importance of Patent Scope: An Empirical Analysis", *The Rand Journal of Economics*, 25, pp. 319-333.
- LERNER, J. (1995). – "Patenting in the Shadow of Competitors", *Journal of Law and Economics*, 38, pp. 463-496.
- MAIRESSE, J., SASSENOU, M. (1991). – "Recherche-Développement et Productivité: un panorama des études économétriques sur données d'entreprises", *Revue Science – Technologie – Industrie*, Paris, OCDE, 8, pp. 9-45. [English Version: "R&D and Productivity: a Survey of Econometric Studies at the Firm Level", *Science-Technology Industry Review*, Paris, OECD, 8, pp. 9-43].
- MOHNEN, O. (1996). – "R&D Externalities and Productivity Growth", *Science-Technology Industry Review*, Paris, OECD, 13, pp. 39-66.
- NORDHAUS, W. (1969). – "An Economic Theory of Technical Change", *American Economic Review*, 59, pp. 18-28.
- OLINER, S., SICHEL, D. (1994). – "Computers and Output Growth Revisited: How Big Is the Puzzle?", *Brookings Papers on Economic Activity*, 2, pp. 273-317.
- PENROSE, E.T. (1959). – *The Theory of the Growth of the Firm*. Basil Blackwell: Oxford.
- PISSARIDES, C.A. (1990). – *Equilibrium Unemployment Theory*, Oxford: Basil Blackwell.
- REITZES, J. D. (1991). – "The Impact of Quotas and Tariffs on Strategic R&D Behavior", *International Economic Review*, 32 (4), pp. 985-1008.
- UZAWA, H. (1969). – "Time Preference and the Penrose Effect in a Two-Class Model of Economic Growth", *Journal of Political Economy*, 77, pp. 628-652.