

<p style="text-align: center;">Externalités de connaissances et géographie de l'innovation : les enseignements des études empiriques.</p>
--

C. Autant-Bernard et Nadine Massard
(CREUSET, Université Jean Monnet Saint-Etienne)
massard@univ-st-etienne.fr

Document de travail CREUSET
2001

***Résumé :** La « géographie de l'innovation » s'est constituée sur la volonté d'apporter des fondements empiriques à l'explication de la forte polarisation spatiale des activités d'innovation. Cet ensemble de travaux initiés aux Etats-Unis au tout début des années 1990 se concentre quasi exclusivement sur une tentative de mesure de la dimension spatiale des externalités de connaissances. L'objet de ce papier est de présenter les principaux résultats obtenus par dix années de travail environ sur cette question. Les études, au début exclusivement américaines, se sont progressivement développées dans d'autres pays principalement européens, elles traitent aussi aujourd'hui de périodes plus récentes et se sont méthodologiquement affinées. Je ferai d'abord un retour très rapide sur les principales méthodes utilisées pour traiter de l'existence d'externalités géographiques puis me concentrerai plutôt sur l'ensemble des résultats obtenus. Ceci, d'une part, afin de déceler les régularités qui fondent aujourd'hui un relatif consensus et d'autre part au contraire de relever les éléments qui restent encore largement en débat et qui appellent donc des travaux et réflexions complémentaires.*

Introduction

Durant la dernière décennie, les travaux décrivant la structuration géographique des activités d'innovation au sein des états sont nombreux aux Etats-Unis ou dans le cadre européen, notamment¹. Ils observent tous la forte polarisation spatiale de ces activités et s'interrogent sur les formes de spécialisation qu'elle recouvre. L'économie de l'innovation et les relations innovation-croissance ont déjà fait l'objet de nombreux travaux avec des avancées importantes à la fois théoriques et empiriques. Pourtant on connaît encore mal les

¹ Cf. notamment Puga (1998), Amiti (1998), OST (1998) et Paci et Usai (1999).

sources de ces phénomènes et on ne s'interroge que depuis très peu de temps sur les disparités géographiques qui les caractérisent. Du point de vue théorique, le développement conjoint des modèles de la nouvelle économie géographique et des modèles de croissance endogène localisée durant les années 1990, assorties à un progrès important des réflexions menées dans le domaine de l'"économie de la connaissance" (Foray, 2000), ont permis aux économistes de proposer des approches de plus en plus fines de la problématique "innovation-localisation-croissance". Du point de vue empirique, on sait que les déterminants de la localisation des innovations sont divers. Ils tiennent pour une grande part à la localisation existante des activités de production², mais ils suivent aussi l'inégale répartition géographique de la demande et des activités de services spécialisés et dépendent de la concentration de la main d'œuvre qualifiée dans les grandes agglomérations urbaines. Pourtant ceci suffit difficilement à expliquer les caractéristiques de la localisation des activités innovantes qui apparaissent systématiquement plus concentrées que les activités de production. Pour l'essentiel, les modèles théoriques s'appuient sur l'hypothèse d'une dimension géographique bornée des externalités de connaissances pour expliquer cette spécificité des phénomènes de concentration spatiale de l'innovation et des dynamiques de croissance différenciée qui en découlent. Or, jusqu'au début des années 1990, cette hypothèse ne disposait quasiment d'aucun véritable point d'appui empirique. La "géographie de l'innovation"³ s'est justement constituée sur cette volonté d'apporter des fondements empiriques à l'explication de la forte polarisation spatiale des activités d'innovation. Cet ensemble de travaux initiés aux États-Unis au tout début des années 1990 se concentre quasi exclusivement sur une tentative de mesure de la dimension spatiale des externalités de connaissances. L'objet de ce papier est de présenter les principaux résultats obtenus par dix années de travail environ sur cette question. Les études, au début exclusivement américaines, se sont progressivement développées dans d'autres pays principalement européens, elles traitent aussi aujourd'hui de périodes plus récentes et se sont méthodologiquement affinées. Je ferai d'abord un retour très rapide sur les principales méthodes utilisées pour traiter de l'existence d'externalités géographiques puis me

² Cf. Carrincazeaux et alii (1999).

concentrerai plutôt sur l'ensemble des résultats obtenus. Ceci, d'une part, afin de déceler les régularités qui fondent aujourd'hui un relatif consensus et d'autre part au contraire de relever les éléments qui restent encore largement en débat et qui appellent donc des travaux et réflexions complémentaires.

1/. La mesure de la dimension géographique des externalités de connaissances : des méthodes diverses.

Il ne s'agit pas de faire une présentation méthodologique poussée ni de réaliser une analyse critique de ces méthodes⁴, je voudrai seulement ici rappeler leurs principales orientations et leurs différences afin de servir de référent aux autres parties de cet exposé. En effet, je ferai ensuite abstraction des critiques méthodologiques dans la présentation des résultats et chacun pourra se reporter à ce paragraphe pour bien cerner le type d'approches qui est à la base de tel ou tel résultat.

S'agissant d'apporter des explications à la forte polarisation spatiale des activités d'innovation, ces travaux s'attachent tous en général à neutraliser l'effet lié à la localisation des activités productives. Ceci afin de retracer véritablement des éléments d'une géographie spécifique de l'innovation. Dans l'ensemble de la littérature que nous regroupons sous le vocable de "géographie de l'innovation", quatre grands types d'approches peuvent être distingués en fonction des choix de modélisation opérés pour rendre compte des externalités d'une part, et de leurs caractéristiques géographiques d'autre part.

1.1. Les citations de brevets comme "marqueurs des spillovers".

Cette première méthode a été suggérée initialement par Jaffe, Trajtenberg et Henderson (1993). Elle cherche à mettre en évidence des traces directes de la diffusion de connaissances. Ainsi les citations de brevets sont considérées comme révélatrice de flux de connaissances, elles peuvent permettre, au moins partiellement d'identifier la trajectoire de

³ Terme repris de l'ouvrage de M. Feldman paru en 1994 *Geography of innovation* et qui constitue l'une des principales références dans ce domaine.

⁴ Ceci a été fait par ailleurs in C. Autant-Bernard et N. Massard (1999).

diffusion des connaissances. Jaffe, Trajtenberg et Henderson (1993) suivi par Almeida et Kogut (1997) et plus récemment par Maurseth et Verspagen (1999) et Verspagen et Schoenmakers (2000), utilisent donc les citations de brevets pour tenter de démontrer le caractère géographique des spillovers technologiques. Il s'agit soit de comparer statistiquement les localisations des brevets d'origine avec celle des brevets qui les citent, soit d'évaluer économétriquement l'impact de la proximité géographique au sein de l'ensemble des déterminants de l'intensité des citations entre deux régions par exemple.

1.2. La mesure des spillovers locaux par leurs effets : la concentration géographique de l'innovation.

Plutôt que de rechercher une trace directe des externalités, les auteurs tentent ici de les étudier en observant leurs effets. Dans cette perspective, les travaux de M. Feldman et D. Audretsch (1994, 1996) et de M. Caniëls (1997) s'attachent à expliquer la concentration des activités innovantes en partant de l'idée que si les spillovers sont localisés, alors certaines régions doivent bénéficier d'effets cumulatifs favorisant la production d'innovation. L'étude de la concentration des activités innovantes semble alors un moyen pour tester la dimension géographique des spillovers. Une première étape consiste simplement à mesurer, par des indices de concentration ou de spécialisation sectorielle, le niveau de cette concentration de l'innovation. Mais la conclusion reliant celle-ci à l'existence de spillovers locaux est loin d'être directe il faut aller plus loin pour pouvoir montrer que cette répartition spatiale de l'innovation n'est pas aléatoire et qu'elle est liée aux externalités de connaissance. Par l'analyse des phénomènes d'autocorrélation spatiale, M. Caniël (1997)⁵ montre l'existence d'une influence réciproque positive entre régions voisines sur le niveau d'innovation. Audretsch et Feldman (1994) recherchent, eux, les facteurs à l'origine de la concentration de l'innovation. En effet, si les spillovers technologiques ont une dimension locale alors, d'une part, les industries dans lesquelles ces spillovers sont importants doivent être plus concentrées que les autres et d'autre part, les activités innovantes doivent être plus concentrées que les activités de production. Les tests d'équations de concentration de l'innovation endogénéisant la concentration de la production, qu'ils proposent sont plus

précis sur l'impact des activités intensives en connaissances et permettent donc des conclusions moins intuitives sur le rôle de spillovers locaux.

1.3. La proximité géographique comme input de la production d'innovation

Cette troisième méthode d'évaluation des spillovers locaux passe par la mesure de la coïncidence géographique. L'objectif est ici de tester la relation entre la capacité d'innovation des firmes et la proximité par rapport aux autres firmes ou par rapport aux universités. Pour cela, on intègre dans une fonction de production de connaissances, un indice de coïncidence géographique. Le premier indice a été proposé par A. Jaffe (1989). Il s'agit de mesurer la corrélation entre l'output d'innovation d'une zone géographique et la proximité des firmes et des universités à l'intérieur de cette zone. Cette démarche a été reprise et approfondie notamment par Acs, Audretsch et Feldman (1991), Feldman (1994), Acs, Anselin et Varga (1997). Le principe commun est de mesurer la relation entre les localisations des firmes et des universités, si on s'intéresse aux retombées issues de la recherche publique, ou entre les localisations des différentes firmes si on veut étudier les spillovers interfirmes. L'interprétation donnée est alors la suivante : si l'innovation croît lorsque la coïncidence géographique est élevée, alors on peut penser que les efforts de R&D des uns rejaillissent localement sur l'innovation des autres.

1.4. Modélisation des externalités et interactions locales

On revient ici à une véritable modélisation des externalités technologique en tant que stock externe de recherche disponible. Partant de là quelques travaux tentent d'évaluer le caractère géographique des externalités c'est-à-dire l'influence de la proximité géographique dans la capacité d'une firme à bénéficier des recherches externes disponibles. Pour cela on mesure l'élasticité de l'innovation de chaque firme (ou groupe de firmes) par rapport aux dépenses de R&D des autres firmes ou des universités situées dans une même zone géographique de référence (ou dans une zone voisine). Cette démarche a été appliquée au cas américain par Acs, Anselin et Varga (1997), ainsi qu'à l'Italie par Antonelli (1994).

⁵ Méthode reprise aussi par Baumont et Legallo (2000) pour la France et Paci et Usai (2000) pour l'Italie

Autant-Bernard (2000) pour le cas français reprend cette méthode tout en y apportant des modifications permettant de comparer différents niveaux géographiques de diffusion des externalités afin d'éviter que le niveau local de référence soit simplement postulé. A l'instar de Zucker, Darby et Armstrong (1994), on peut aussi introduire dans la fonction de production d'innovation les moyens de rendre compte de façon plus précise des interactions locales c'est-à-dire du fait que souvent la proximité géographique n'est pas suffisante en soi pour bénéficier des externalités de connaissances si elles ne s'accompagnent pas de véritables relations entre les acteurs.

Les problématiques et les méthodes mises en œuvre dans ces études sont très variables et n'autorisent pas toujours la comparaison ou l'accumulation des résultats. Toutefois, il est possible de dégager de l'ensemble des travaux existant des régularités qui finissent par constituer des acquis relativement stabilisés. Je n'occulterai pas pourtant le fait que, sur certaines questions, divers points de vue s'affrontent encore sans qu'un consensus ait pu émerger.

2. Les externalités technologiques sont fortement localisées mais cette caractéristique n'est ni générale ni universelle.

Les premières études menées en géographie de l'innovation concernaient essentiellement les Etats-Unis et portaient sur des données des années 1980. Dans ce cadre les travaux concluaient tous au caractère localisé des externalités technologiques ou, de manière plus générale, à la forte sensibilité à la proximité géographique des relations science-industrie au sein des Etats et des aires métropolitaines américaines⁶. On ne peut alors s'empêcher de remarquer que l'extension de ces travaux à des périodes plus récentes et à d'autres pays⁷ a largement contribué à nuancer ce résultat premier. Certaines études

⁶ cf. E. Mansfield, 1995a ; E. Mansfield et J. Lee, 1996 ; Z. Acs, D. Audretsch et M. Feldman, 1991 ; M. Feldman, 1994 ; Rosenberg et R. Nelson, 1994 ; L. Zucker, M. Darby et J. Armstrong, 1994 ; Z. Acs, L. Anselin et A. Varga, 1997 et dans une moindre mesure, A. Jaffe, 1989.

⁷ cf. notamment C. Antonelli (1994) et Paci et Usai (2000) sur l'Italie ; M. Kenney et R. Florida (1994) sur le Japon ; K. Blind et H. Grupp (1999) et M. Beise et H. Stahl (1999) sur l'Allemagne ou encore C. Autant-Bernard (2000) sur la France.

remettant d'ailleurs en cause l'hypothèse d'un impact de la distance géographique sur les relations science-industrie (M. Beise et H. Stahl, 1999).

Trois types d'explication à l'ambiguïté plutôt croissante de ce résultat général peuvent être avancés :

- Dans les premiers travaux on se cantonne généralement à l'étude d'un seul niveau géographique prédéfini (état américain ou aire métropolitaine). La multiplication des études et surtout le développement d'approches autorisant la comparaison des résultats obtenus sur plusieurs niveaux géographiques montrent finalement que si la dimension locale existe, elle est loin d'être exclusive. Les entreprises d'un même lieu sont en effet simultanément influencées par des flux de connaissances à la fois locaux et beaucoup plus globaux. Il ne s'agit plus alors de repérer l'existence ou non d'externalités locales mais plutôt de comprendre plus précisément les déterminants d'une diffusion géographique différenciée des flux de connaissances.

- Dans les premiers travaux aussi, on observe principalement un seul pays, les Etats-Unis. Les études menées ensuite sur d'autres pays amènent parfois des résultats différents. Apparaît ici sans doute l'influence des contextes institutionnels qui sous-tendent dans chaque nation des modes de production et de diffusion de la connaissance différents ; d'où la nécessité là encore d'affiner l'analyse des externalités en en précisant mieux les sources, les voies et les conditions de transmission.

- Enfin, les études récentes les plus nuancées sur l'existence d'externalités localisées portent sur les années 1990. On peut peut-être voir ici l'effet du développement des TIC qui expliquerait les différences de résultats obtenus sur les périodes années 80 et années 1990. Là encore des investigations plus poussées sont nécessaires afin de pouvoir apporter des conclusions sur ce point.

Dans les paragraphes suivant on traitera d'abord du type de connaissance transmise (3) ; des sources intra ou intersectorielle et de la diversité sectorielle (4) ; des voies et

conditions de transmission des externalités de connaissance (5) ; on reviendra sur le débat concernant le rôle de TIC ensuite (6).

3. La dimension géographique des externalités de connaissances est-elle dépendante du type de connaissances transmises ?

3.1. Externalités de recherche publique vs externalités de recherche privée

Une première approche, dans ce domaine, a consisté à distinguer les externalités issues d'institutions publiques et les externalités issues d'organisations privées afin d'évaluer une éventuelle différence de comportement.

Du point de vue quantitatif d'abord, on a considéré que seule la recherche publique (assimilée à la recherche fondamentale) était libre de diffusion et donc source d'externalités. A Jaffe (1989) par exemple mesure simplement la dimension géographique des externalités issues de la recherche universitaire. Très vite pourtant d'autres travaux ont montré l'existence d'externalités en provenance de la recherche privée elle-même. En effet, compte tenu du caractère seulement partiellement appropriable des connaissances, la recherche réalisée au sein des entreprises est utilisable par d'autres. Ces connaissances peuvent se transmettre par les dépôts de brevets, qui tout en assurant une protection de l'invention, conduisent à une diffusion des connaissances nouvelles. En prenant en compte l'infrastructure technologique (constituée de la recherche universitaire, de la R&D industrielle, de la présence de firmes d'industries reliées et les réseaux de firmes de services), M. Feldman (1994) parvient à étendre l'analyse de Jaffe (1989). Aux retombées technologiques issues de la recherche publique sont associées des retombées issues des activités privées de recherche mais aussi de production (de service notamment). A cela s'ajoutent les études fondées sur les citations de brevets qui se fondent sur ces transferts de connaissance pour mesurer les externalités interfirmes.

Du point de vue de la dimension géographique de diffusion ensuite, les travaux concernant les externalités issues de la recherche privée font largement ressortir le rôle significatif de la proximité géographique sur la capacité des firmes à bénéficier des activités

de R&D réalisées par d'autres. Ces études mettent, en effet, en évidence un degré de concentration de l'innovation supérieur à celui des activités de production, une tendance à l'autocorrélation spatiale ou la co-localisation des citations de brevets. Pour la recherche publique par contre, Jaffe montre bien que les spillovers ont un caractère localisé dans la mesure où ils sont favorisés par la coïncidence géographique entre université et recherche privée au sein d'une même aire métropolitaine. Mais ce résultat est beaucoup moins net pour le cas français. Il semble donc que le système d'innovation français, réputé pour faire une large place à la recherche publique, présente des spécificités par rapport au cas américain. L'étude du cas français (C. Autant-Bernard 2000b) fait en effet apparaître des résultats plus nuancés que ceux obtenus dans d'autres contextes. Globalement, il ressort qu'il y a bien présence d'externalités technologiques de la recherche publique vers l'innovation et la recherche privée. Cependant, la dimension locale de ces externalités de la recherche publique n'est pas très prononcée. Des effets de débordement se produisent à plus grande distance⁸. On ne retrouve donc pas les résultats des études réalisées sur données américaines. Celles-ci indiquent en effet une dimension géographique forte des effets de débordement de la recherche publique. Ce résultat semble donc relever davantage d'une spécificité du système américain que d'une caractéristique « universelle » des activités publiques de recherche. Les relations entre les universités et les entreprises implantées localement sont en effet particulièrement fortes aux Etats-Unis (E. Mansfield, 1995a). Le système français repose sur une logique très différente, où la recherche publique se situe souvent très en amont et où la structure Paris-province est prédominante (M. Grossetti, 1999). Dans une première conclusion on pourrait dire que peut-être la recherche publique américaine est plus "appliquée" que la recherche publique française expliquant ainsi l'influence plus forte de la proximité géographique sur les retombées issues de cette recherche. On reporterait alors la distinction pertinente au niveau du type de connaissance fondamentale ou appliquée afin de différencier l'influence de la proximité géographique.

⁸ Il est à noter cependant que ce résultat peut aussi provenir de la modélisation adoptée. Les études sur le cas américain bornent généralement a priori l'espace géographique dans lequel les externalités sont supposées se produire. Ce n'est pas le cas de la méthode choisie pour traiter les données françaises qui, elle, compare différents niveaux géographiques de diffusion possible (toujours intra-national). Cette analyse à différents niveaux permet d'ailleurs aussi de relever certains effets d'ombre de la recherche publique française sur les zones voisines.

3.2. Externalités de recherche fondamentale vs externalités de recherche appliquée. Connaissances tacites vs connaissances codifiées.

Afin de distinguer la recherche fondamentale de la recherche appliquée sans passer par la distinction publique/privée, la méthode choisie consiste à utiliser la dimension temporelle des processus d'innovation. On étudie les différences observables entre ce qui se passe dans les phases amont des processus d'innovation (phase de recherche) et dans les phases plus en aval (innovation, dépôt de brevet). Ainsi, l'impact du temps sur la dimension géographique du processus de diffusion des connaissances peut être repéré en observant d'une part, les retombées au niveau des activités de R&D et, d'autre part, les retombées au niveau de l'innovation proprement dites. Feldman (1994) constate alors que la R&D est plus influencée par la présence à proximité d'une université que la phase d'innovation elle-même. Cela confirme, dans le contexte américain, le rôle primordial de la proximité dans les premières étapes de la production des connaissances. De même, dans le cas français, la dimension géographique des retombées technologiques varie selon que l'on considère leur effet sur la R&D ou sur les brevets (C. Autant-Bernard, 2000). Le rôle positif de la proximité n'apparaît qu'au niveau des répercussions sur la phase amont de l'innovation, c'est à dire sur les activités de R&D. Les répercussions de la recherche publique sur l'innovation proprement dite sont au contraire diffuses dans l'espace géographique. Il semble ainsi que, suivant l'étape dans le processus d'innovation, le rôle de la dimension géographique ne soit pas le même. Les externalités paraissent en effet davantage localisées durant la phase de recherche. Au contraire, au moment de l'innovation, elles seraient captées même à distance. Cela tend à confirmer l'idée d'une plus forte localisation au moment où les connaissances, encore mal codifiées, nécessitent une proximité physique entre les individus pour se transmettre. En revanche, lors de leur concrétisation sous forme de brevet, elles deviennent moins tacites et peuvent se transmettre à distance. Avec une autre méthode Feldman et Audretsch (1996) renforcent cette conclusion. Ils introduisent la notion de cycle de vie. Les auteurs distinguent quatre phases. Pour les repérer, ils observent en fait le niveau d'innovation des firmes et la taille des firmes. A partir de là, Audretsch et Feldman calculent les coefficients de régression de leurs fonctions de concentration de

l'industrie et de l'innovation en distinguant les quatre phases, c'est à dire les quatre types de firmes. Les résultats indiquent qu'il y aurait, au début du cycle de vie, plutôt un intérêt à la concentration de l'innovation mais qui déboucherait ensuite sur un « effet de congestion » (p.271) qui pousse à la dispersion des activités innovantes. L'influence du temps sur la dimension géographique des externalités de connaissance a aussi particulièrement été étudiée dans le cadre des travaux sur les citations de brevets aux Etats-Unis. Ainsi, Jaffe, Trajtenberg et Henderson (1992 et 1993) constatent un déclin de la localisation des citations de brevets au cours du temps. Un brevet *i* qui fait référence à un brevet *j* a une probabilité plus grande d'être localisé au même endroit que ce brevet *j* lorsque la citation est faite dans les premières années qui suivent le dépôt du brevet *j*. Plus il s'écoule de temps entre le brevet d'origine (*j*) et le brevet qui le cite (*i*), moins la probabilité que les deux brevets (*i* et *j*) soit localisé dans la même aire géographique est forte. Le même constat est dressé par Maurseth et Verspagen (1999) dans le cas européen. Pour tous ces auteurs l'interprétation de ces phénomènes est liée aux caractéristiques de la connaissance transmise, plus tacites en amont et plus codifiées en aval.

Cette interprétation entre toutefois en contradiction avec les résultats obtenus par E. Mansfield (1995a). Il constate en effet que la proximité géographique est plus importante pour la recherche appliquée que pour la recherche fondamentale. Les personnels de la firme et de l'université interagiraient davantage pour la recherche appliquée, d'où la nécessité d'être localisé à proximité. Cette divergence de résultat pose le problème de la connexion entre recherche appliquée et recherche fondamentale d'une part, et connaissances tacites et connaissances codifiées d'autre part. E. Mansfield (1995a) assimile les connaissances tacites à la phase de recherche appliquée, tandis que la recherche fondamentale mettrait au contraire davantage en jeu des connaissances codifiées. Ce clivage est d'ailleurs aussi implicitement à la base de l'idée que les externalités de connaissance seraient d'autant plus importantes lors de la recherche fondamentale (K. Arrow, 1962). Les résultats empiriques suggèrent que cette relation n'est pas si simple, et que la phase amont de recherche comporte tout de même des connaissances tacites.

Au total la représentation très dichotomique associant d'une part recherche publique/recherche fondamentale/connaissances codifiées/faible influence de la proximité géographique, et d'autre part, recherche privée/recherche appliquée/connaissances tacites/forte influence de la proximité est largement mise à mal par les études empiriques. Mais l'explication de la "désarticulation" de ces liaisons n'est pas simple et peut relever de problèmes de nature très diverse : - influence des contextes institutionnels pour les relations public/privé, fondamentale/appliquée, par exemple ; - caractère relatif des définitions de la nature fondamentale ou appliquée de la recherche fondée sur la distinction entre phase amont et aval des processus d'innovation. Ainsi le brevet peut être considéré comme un indicateur de recherche fondamentale par rapport à une innovation commerciale mais au contraire comme un indicateur de recherche appliquée lorsqu'on le confronte à l'activité de recherche elle-même. Ceci expliquerait les divergences relatées plus haut sur la caractérisation des types de connaissances observées à ces différents stades (plutôt tacite ou plutôt codifiées). En sortant de ces problèmes définitionnels, on remarque de façon générale que les effets locaux se font plus sentir au niveau des activités de recherches elle-mêmes avec des effets d'auto-renforcement très localisés et de manière moins nette et moins généralisée au niveau de l'innovation.

4. Origine sectorielle des externalités et dimension géographique.

Des travaux cités ci-dessus ressort l'idée que les activités innovantes bénéficient d'effets d'agglomération non négligeables et qu'au moins en partie ces effets d'agglomération sont dus à l'existence d'externalités de connaissances localisées⁹. Toutefois, la nature de l'agglomération fait l'objet de débat. En particulier, dans la littérature sur les déterminants de la croissance localisée ou de la localisation des

⁹ Contrairement à ce qu'affirment par exemple Podolny et Shepard (1998) en montrant que les spillovers de connaissances, tout en ayant une dimension géographique, ne génèrent pas d'économies d'agglomération. Ce résultat ne remet pas en cause l'existence d'une concentration des activités innovantes, mais infirme l'idée d'une origine liée aux spillovers. La concentration des innovations aurait d'autres déterminants, tenant notamment à la spécificité de cette activité. En particulier, la localisation de la R&D peut ne résulter que d'une localisation à proximité des facteurs de production : un réservoir important de main d'oeuvre qualifiée par exemple. Dans ces zones, l'activité de R&D est alors plus intense qu'ailleurs, sans que cela traduise des spillovers.

entreprises, il ne semble pas se dégager de consensus clair quant à l'intérêt de la diversité ou au contraire de la spécialisation de la zone géographique. Les travaux plus directement dans la lignée de la géographie de l'innovation s'interrogent plus spécifiquement sur l'origine intra ou intersectorielle des externalités locales de recherche afin de fournir de nouveaux éléments au débat.

4.1. Spécialisation vs diversité : les éléments du débat.

Dans les analyses en termes de croissance, s'opposent les défenseurs de la diversité aux défenseurs de la spécialisation. Pour les uns, les externalités résultent d'un regroupement d'activités différentes. La croissance est alors positivement affectée par le regroupement en un même lieu de firmes d'industries variées. C'est le point de vue de J. Jacobs (1969). En revanche, pour d'autres auteurs, les externalités ne peuvent se transmettre qu'en présence d'une certaine proximité technologique. C'est alors le regroupement d'activités de la même industrie ou d'industries reliées qui génère de la croissance. Ces externalités sont appelées MAR, en référence aux différents auteurs qui ont contribué à l'élaboration de cette conception: A. Marshall (1890), K. Arrow (1962) et P. Romer (1986). Cette opposition se retrouve aussi dans les analyses en termes de localisation. Lorsqu'elles sont internes à une industrie les externalités permettent des économies de localisation et incitent donc les activités économiques de même nature à se regrouper en un même lieu. A l'inverse, les externalités interindustrielles résultent de la présence d'infrastructures communes, elles sont sources d'économies d'urbanisation et conduisent à l'agglomération d'activités économiques diverses (R. Henderson, 1986).

Les études empiriques menées sur ces bases (c'est-à-dire en termes de croissance régionale) concluent de manière contradictoire. Glaeser et al. (1992) confirment, en observant des industries matures, l'effet bénéfique des externalités de type Jacobs sur la croissance des villes. Au contraire, Henderson, Kuncoro et Turner (1995) concluent au rôle positif de la spécialisation en général tout en remarquant que la diversité a un rôle important dans les secteurs de haute technologie.

En l'état actuel, ces travaux ne permettent pas véritablement de conclure sur l'intérêt de la spécialisation ou de la diversité sans doute parce qu'ils ne modélisent pas les effets sur la recherche et innovation. Les travaux de géographie de l'innovation s'intéressent eux à la caractérisation des structures locales les plus favorables à l'innovation et à l'émergence d'externalités. Ils semblent donc plus à même de répondre à la question de l'intérêt comparé des structures spécialisées ou diversifiées et de l'origine intra ou intersectorielle des externalités technologiques. Qu'en est-il ?

4.2. La question de l'origine intra ou intersectorielle des externalités de connaissances.

Les travaux de H. Capron et M. Cincera (1995), A. Jaffe, M. Trajtenberg et R. Henderson (1993), tendent à démontrer qu'une part significative des spillovers provient de firmes qui ne sont pas dans le voisinage technologique immédiat de la firme considérée. *« Les firmes proches technologiquement ne bénéficient pas davantage des externalités de leurs voisins que celles qui sont plus éloignées »* (H. Capron et M. Cincera, 1995, p. 16). Au contraire, chez A. Jaffe (1989), l'influence de la recherche universitaire est plus nette au niveau des secteurs qu'au niveau local, ce qui indiquerait que les spillovers sont spécifiques (propre à un secteur) et qu'il ne s'agit pas d'un effet diffus, transsectoriel de la recherche universitaire. De même, selon Jaffe, Trajtenberg et Henderson (1992) et Verspagen et Schoenmakers (2000), la probabilité de citer un brevet est positivement influencée par la proximité technologique entre le nouveau brevet et le brevet cité.

En sortant d'une pure analyse du rôle de la proximité technologique et en tentant d'isoler les effets respectifs de la spécialisation et de la diversité sur l'innovation à l'échelle locale les travaux de Audretsch et Feldman (1999) ou Paci et Usai (1999) apportent des éléments supplémentaires. Audretsch et Feldman concluent de manière générale au rôle entraînant de la diversité sur l'innovation locale tandis que Paci et Usai trouvent aussi un effet bénéfique de la spécialisation, la diversité jouant un rôle positif surtout dans les industries de haute technologie. Précisons ici que la conception de la diversité mise en œuvre est celle qui rassemble une grande partie des travaux dans ce domaine et qui consiste à restreindre les effets d'externalités générés par la diversité à des secteurs proches

technologiquement. L'idée étant que les effets positifs d'un environnement diversifié ne seraient repérables que par des secteurs liés par une même base scientifique (Silicon Valley ou Route 128).

Les études menées dans le cas français (C. Autant-Bernard et N. Massard, 1999 et C. Autant-Bernard, 2000) modélisent plus directement les externalités et s'interrogent sur leur origine intra ou intersectorielle sans restreindre la zone des interactions possibles entre industries. Les externalités semblent alors, pour partie au moins, provenir de secteurs d'activité différents. On observe en fait une combinaison d'externalités positives de connaissance issues d'activité d'un même secteur, mais également des effets de débordement plus diffus dans l'espace technologique, associés à une diversité des connaissances et des compétences locales. Ces résultats semblent appuyer l'idée que la diversité sectorielle est favorable au développement d'externalités au sein d'une zone géographique concentrée (D. Audretsch et M. Feldman, 1999) tandis que la proximité sectorielle fonde la capacité à bénéficier de sources plus distantes d'externalités. Cette capacité à tirer profit des externalités intra et intersectorielle semble toutefois très variable selon le secteur considéré. De la même manière, la capacité de diffusion des connaissances dépend fortement du secteur considéré (C. Autant-Bernard, 2000).

On peut donc dire encore une fois que les externalités de connaissances ne sont pas des phénomènes purement locaux et unidimensionnels. Elles sont à la fois locales et globales et émanent de sources diverses. Il convient donc de préciser encore les raisons de telles combinaisons. Pour cela il est apparu nécessaire de mieux comprendre les voies et les conditions de transmissions de ces externalités.

5. L'influence des voies et des conditions de transmission des externalités de connaissances

5.1. L'importance de la capacité d'absorption.

Les externalités de connaissance consistent en la transmission, volontaire ou non, d'informations gratuites ou dont le prix est inférieur au coût marginal. En ce sens, elles reposent sur un ensemble de conditions, communes à tout processus de transmission d'informations. Il est ainsi nécessaire qu'une source émettrice produise l'information, mais cela n'est pas suffisant, encore faut-il que ces connaissances puissent être exploitées.

Une première condition pour capter les externalités de connaissance résiderait donc dans la constitution d'une capacité d'absorption. Pour G. Dosi (1988) et W. Cohen et D. Levinthal (1989), l'assimilation des connaissances technologiques développées ailleurs est une activité coûteuse. L'accès à la connaissance, contrairement à ce que présuppose l'analyse traditionnelle (K. Arrow, 1962), ne serait pas gratuit. Il serait nécessaire, pour capter les externalités technologiques, de disposer, en interne, de savoirs et de compétences adéquats.

Si cette idée d'une nécessaire capacité d'absorption est assez largement admise d'un point de vue théorique, les travaux empiriques restent peu nombreux. En particulier, l'influence de cette capacité d'absorption sur la dimension géographique des externalités est mal connue. Les études empiriques sur le rôle de la capacité d'absorption ne prennent pas en compte l'éventuelle dimension géographique (W. Cohen et D. Levinthal, 1989 ; I. Cockburn et R. Henderson, 1998) et inversement, les études de la géographie de l'innovation ne considèrent pas la capacité d'absorption.

W. Cohen et D. Levinthal (1989) représentent le premier type de travaux. Ils cherchent à expliquer l'intensité de la R&D des firmes et montrent que la capacité à capter les externalités est fonction du niveau interne de R&D. W. Cohen et D. Levinthal expliquent ainsi pourquoi les firmes, malgré la présence de spillovers, sont incitées à investir dans la R&D. L'intérêt de la constitution d'une capacité d'absorption est également mis en évidence pour capter les externalités issues de la recherche publique. I. Cockburn et R. Henderson (1998) étudient les liens entre recherche privée et recherche publique dans le cas de l'industrie pharmaceutique américaine. Quatre facteurs apparaissent nécessaires pour se constituer une capacité d'absorption : effectuer de la R&D à l'intérieur de la firme ;

employer des personnes compétentes ; les rémunérer sur la base de leur position dans la hiérarchie publique ; les encourager à établir des liens avec leurs homologues du secteur public. Ces facteurs doivent permettre à la fois d'assurer la qualité de la recherche menée à l'intérieur de la firme et d'assurer l'accès à la recherche du secteur public. L'accroissement de la qualité du capital humain favoriserait la productivité de la recherche interne. Toutefois, l'embauche de chercheurs de haut niveau ne suffit pas pour capter les retombées de la recherche publique. Il faut des collaborations avec le secteur public.

Ces travaux empiriques mettent donc en exergue le rôle de la capacité d'absorption. Toutefois, ils restent partiels. En particulier, l'analyse de I. Cockburn et R. Henderson (1998) ne dit rien sur le rôle de la diversité des compétences disponibles par exemple, et aucune des deux études n'établit de lien entre capacité d'absorption et dimension géographique des externalités. Or il est probable que le niveau de recherche et son degré de diversité n'influence pas seulement le niveau des externalités captées, mais aussi leur origine géographique. C'est en tout cas ce qui ressort de l'analyse du cas français (C. Autant-Bernard, 2000). Le fait de disposer d'un niveau élevé et varié de compétences internes paraît déterminant dans la capacité à tirer profit de sources distantes de connaissances. Inversement, les zones peu actives sur le plan de la recherche ou très spécialisées semblent plus à même de tirer profit de sources voisines d'externalités. La capacité d'absorption jouerait donc plus sur la capacité à bénéficier de sources distantes d'externalités que sur le niveau d'externalités captées.

5.2. L'importance des relations directes ou connexions actives avec les sources externes de connaissances

Une zone géographique ou une firme qui souhaite tirer profit de la recherche menée à l'extérieur peut donc avoir intérêt à développer une capacité d'absorption, c'est à dire à se constituer un potentiel de recherche, en accumulant elle-même des savoirs et des compétences dans des domaines variés. Il semble toutefois nécessaire d'aller au-delà de cette idée. S'il est sans doute indispensable d'investir en recherche fondamentale et

appliquée à l'intérieur de la zone ou de la firme, il est probablement aussi important pour la zone ou la firme d'être activement connectée aux sources externes de connaissance.

A cet égard, l'étude de I. Cockburn et R. Henderson (1998) sur les liens entre recherche privée et recherche publique est édifiante. Certes, elle met en évidence la nécessité d'un certain niveau de recherche privée pour tirer parti des découvertes issues de la recherche publique et en cela elle confirme les résultats de W. Cohen et D. Levinthal (1989 et 1990) ; mais I. Cockburn et R. Henderson (1998) montrent que cette capacité d'absorption n'est pas une condition suffisante. Il faut également qu'il y ait des liens étroits entre les deux secteurs. « *Reading the journals, attending conferences, even being an active player on the informal network of information transfer within the industry are insufficient. (...) a firm's researchers need to be active participants in the construction of publicly available research results, despite the issues of appropriability that such collaboration raises.* » (I. Cockburn et R. Henderson, 1998, p. 163).

Ce résultat est conforté par plusieurs travaux, mobilisant des méthodes variées. Zucker Darby et Armstrong (1994), sur la base d'une étude des relations entre chercheurs dans le secteur des biotechnologies, mettent en évidence la nécessité d'une connexion active avec les chercheurs universitaires pour bénéficier de retombées de recherche publique. Almeida et Kogut (1997), à l'aide des données de citations de brevets, constatent également que les relations interpersonnelles sont des vecteurs importants de diffusion des connaissances. La mobilité professionnelle des inventeurs est un facteur important de localisation des citations de brevets. Dans le cas français, le rôle des collaborations scientifiques apparaît également comme un vecteur de diffusion des connaissances (C. Autant-Bernard et N. Massard, 2000). Ces études analysent les liens entre dimension géographique, interactions interindividuelles et externalités de connaissances. L'hypothèse testée est la suivante : les externalités sont médiatisées par les interactions entre individus et ces interactions sont de leur côté facilitées par la proximité géographique. Ainsi, cette incidence assez nette des relations interindividuelles sur les flux de connaissance est sans doute l'une des raisons majeures des effets de proximité. La mobilité des personnes étant circonscrite géographiquement et les possibilités de rencontre facilitées par la proximité, la

diffusion se fait surtout à l'intérieur des agglomérations. On peut aussi interpréter conjointement les résultats obtenus sur les capacités d'absorptions et sur les relations interindividuelles (de co-publications) dans le cas français, ce qui en outre fait ressortir la présence d'externalités à la fois locales et à distance. On voit en effet se dégager deux types distincts de profils départementaux. Les départements actifs sur le plan de la recherche génèrent localement des externalités. Ils sont en général relativement diversifiés et disposent d'une université qui exerce des effets d'entraînement intradépartementaux sur l'innovation. L'importante capacité d'absorption de ces zones leur permet de bénéficier d'externalités diffuses géographiquement et technologiquement. Les retombées qu'elles captent sont favorisées par les relations de collaboration que ces départements entretiennent avec des zones souvent distantes. A l'opposé, les départements dans lesquels les activités de recherche sont peu développées, génèrent peu d'externalités intradépartementales. Malgré une capacité d'absorption plus restreinte, ils bénéficient d'externalités de connaissance. Ces retombées sont issues des activités de recherche des zones voisines avec lesquelles ils sont connectés, dans le cadre de collaborations scientifiques. Ils n'entretiennent au contraire que peu de relations directes avec des zones distantes géographiquement.

Cependant, les connaissances empiriques dans ce domaine restent encore partielles. Les données utilisées sont, en général, peu représentatives de la complexité et de la diversité des relations de coopérations, formelles et informelles, pouvant conduire à la diffusion des connaissances. De plus, cet accent mis sur les relations interindividuelles, associé à l'idée que ces relations seraient facilitées par la proximité géographique est une idée régulièrement remise en cause depuis le milieu des années 1990. On s'interroge notamment sur l'impact du développement sans précédent des TIC sur la structuration géographique des échanges scientifiques et technologiques.

6/. Diffusion géographique des connaissances et rôle des NTIC ?

L'hypothèse première s'appuie sur le considérable écrasement des distances qui semble a priori caractériser le développement des NTIC pour prédire une diffusion de plus en plus globalisée de tous les flux d'informations et de connaissances. Les externalités technologiques seraient donc amenées progressivement à perdre leur contenu géographique ; la localisation des acteurs ne constituant plus un élément discriminant dans la capacité de chacun à bénéficier des externalités produites. Dans ce sens, le développement des infrastructures de télécommunications serait susceptible d'impulser des forces de dispersion aux niveaux des activités d'innovation.

Bien qu'encore très peu nombreux les premiers éléments d'analyse empirique tentant d'évaluer le rôle des TIC sur l'évolution du travail de recherche et la diffusion des connaissances relativisent très fortement cette hypothèse première. Ces travaux, souvent d'ordre sociologique, s'appuient sur des enquêtes, des approches monographiques et rendent compte de nouvelles manières de faire de la recherche, de développer des collaborations avec d'autres chercheurs, de constituer des réseaux fondés sur l'utilisation des infrastructures de télécommunication (GRICC, 1996). Ils mettent plutôt en avant soit la faible modification des comportements de recherche depuis l'introduction des TIC, soit, au contraire le renforcement des liens locaux. Sans aucun doute l'intensité des interactions et des flux de connaissances associées s'est fortement accrue mais la distribution spatiale ne seraient pas fondamentalement modifiée.

Ainsi pour Glaeser (1998), qui s'interroge sur le devenir des villes, "*even if new substitutes for face-to-face contact are being developed, the rising demand for contact and information may still increase demand for cities*" (p.150). En fait, certains types de contacts sont trop subtils pour être réalisés de façon électronique. Pour cette raison, les contacts électroniques et fac à face sont des compléments et non des substituts. Cela est confirmé par les travaux empiriques qui montrent que les gens de la ville sont plus enclins à utiliser les télécommunications. Le téléphone est ainsi avant tout utilisé par des gens proches géographiquement (Imagawa, 1996, cité par Glaeser, 1998). De même Internet est souvent fortement utilisé en intranet au sein des organisations et renforce ainsi les contacts locaux.

Les conclusions sont bien sûr encore très hasardeuses sur ce terrain car outre le manque de recul, nous manquons encore considérablement de données permettant de mesurer vraiment les flux de connaissances transitant par ces TIC. De plus, des études susceptibles de fournir des points de discussions en comparant par exemple systématiquement les résultats obtenus sur la période des années 80 et celle des années 90 n'ont pas été menées.

7. Conclusion

Pour conclure rapidement, les travaux menés en géographie de l'innovation ont permis dans l'ensemble de démontrer l'existence de spillovers de connaissances localisés. Cette dimension locale n'apparaît cependant pas comme la dimension exclusive d'influence des externalités. Elle se combine avec d'autres dimensions géographiques (plus globales) et avec des dimensions technologiques ou sectorielles selon des voies complexes.

La question centrale est donc de moins en moins celle de la dimension géographique des externalités de connaissances dans leur ensemble, elle s'oriente de plus en plus nettement vers une meilleure spécification des voies de diffusion de ces externalités et des capacités d'absorption nécessaires à leur valorisation. Mieux cerner les modalités complexes de la diffusion des connaissances dans l'espace, tel est l'enjeu majeur d'une meilleure compréhension de la polarisation géographique des activités d'innovations et surtout d'une évaluation des tendances nouvelles observables dans ce domaine. De plus, si la dimension géographique des externalités a des implications en termes d'agglomération et de croissance géographique différenciée, des moyens d'agir sur les capacités de diffusion dans l'espace des connaissances doivent être recherchés. Dans ce sens, bien que les travaux présentés ci-dessus nous laissent entrevoir quelques résultats partiels, les analyses nous paraissent encore très insuffisantes sur les points suivants notamment :

- le rôle particulier des hommes eux-mêmes et des contacts directs entre eux posant la question de la mobilité des chercheurs ou du travail qualifié d'une part et celle des collaborations scientifiques, d'autre part ;

- l'impact des infrastructures de transport et d'information et communication. Celles-ci sont en effet encore très peu étudiées sous l'angle de leur impact en termes de diffusion des connaissances dans l'espace (par les biens et les personnes dans le cas des transports et plus directement dans le cas des TIC).

Si le recensement et l'exploitation des données de R&D et d'innovation localisées sont déjà bien effectués en France et en Europe, un travail important reste encore à faire sur les données pouvant servir de proxy à des variables de flux de connaissances.

Bibliographie

- ACS Zoltan J., AUDRETSCH David B. et FELDMAN Maryann P. (1991), " Real effects of academic research : comment ", *The American Economic Review*, vol. 82, n° 1, Mars, p. 363-367.
- ALMEIDA Paul et KOGUT Bruce (1997 a), " The exploration of technological diversity and the geographic localization of innovation ", *Small Business Economics*, n° 9, p. 21-31.
- ALMEIDA Paul et KOGUT Bruce (1997 b), " The localization of ideas and the mobility of engineers in regional networks ", *Working Paper*, juin, p. 45.
- AMITI M. (1998), "New trade theory and industrial location in the EU : a survey of evidence", *Oxford Review Economic Policy*, vol.14, n°2.
- ANSELIN Luc, VARGA Attila et ACS Zoltan (1997), " Local geographic spillovers between university research and high technology innovations ", *Journal of Urban Economics*, n° 42, p. 422-448.
- ANTONELLI Cristiano (1994), " Technological districts localized spillovers and productivity growth. The italian evidence on technological externalities in the core regions ", *International Review of Applied Economics*, p. 18-30.
- AUDRETSCH David B. et FELDMAN Maryann P. (1994), " R&D spillovers and the geography of innovation and production ", *Discussion Paper*, FS IV, n° 2, Berlin, p. 31.
- AUDRETSCH David B. et FELDMAN Maryann P. (1996 a), " Innovative clusters and the industry life cycle ", *Review of Industrial Organization*, n° 11, p. 253-273.
- AUDRETSCH David B. et FELDMAN Maryann P. (1996 b), " R&D spillovers and the geography of innovation and production ", *The American Economic Review*, vol 86, n° 3, juin, p. 630-640.
- AUDRETSCH David B. et FELDMAN Maryann P. (1999), "Innovation in cities : science-based diversity, specialization and localized competition", *European Economic Review*, n°43, p.409-429.
- AUTANT-BERNARD C. (2000), *Geographie de l'innovation et externalités locales de connaissances. Une étude sur données françaises*, Thèse pour le doctorat en sciences économiques, Université Jean Monnet St-Etienne.
- AUTANT-BERNARD C. et MASSARD N. (1999), "Econométrie des externalités technologiques locales et géographie de l'innovation: une analyse critique", *Economie Appliquée*, n°4.
- AUTANT-BERNARD C. et MASSARD N. (1999), "Origine des externalités technologiques locales. Une étude sur le cas français", *Congrès AFSE*, Paris, 23-24 septembre.
- AUTANT-BERNARD C. et MASSARD N. (2000), "Scientific interactions, geographic spillovers and innovation. An empirical study on the French case", *40th European Regional Science Association Congress*, Barcelone, 29 août-1er sept.
- BAUMONT C. et LE GALLO J. (2000), "Geographic spillovers and growth. A spatial econometric analysis for european regions", *Xème journée du SESAME*, Dijon, septembre.
- BEISE M. et STAHL H. (1999), "Public research and industrial innovations in Germany", *Research Policy*, n°28, p. 397-422.

- BLIND K. et GRUPP H. (1999), "Interdependencies between the science and technology infrastructure and innovation activities in German regions : empirical findings and policy consequences", *Research Policy*, n°28, p.451-468.
- CANIELS M.C.J. (1997), "The geographic distribution of patents and value added accross european regions", *Working paper, MERIT*, Août, p.10.
- CAPRON Henri et CINCERA Michèle (1995), " Opportunités et externalités technologiques et croissance de la productivité des grandes firmes mondiales ", in B. Haudeville, J.-A. Héraud et M. Humbert, ed., *Technologie et performances économiques*, Paris, Economica, p. 279-309.
- CARRINCAZEUX Christophe, LUNG Yannick et RALLET Alain (1997), " De la localisation à l'organisation spatiale des activités de recherche-développement des entreprises. Hypothèses théoriques et résultats empiriques dans le cas de la France ", *Communication présentée au XLVIème congrès de l'AFSE*, Septembre, Paris, p. 16.
- COCKBURN Ian et HENDERSON Rebecca (1998), "Absorptive capacity, co-authoring behavior, and the organization of research in drug discovery", *The Journal of Industrial Economics*, vol.XLVI, n°2, juin, p. 157-181.
- COHEN W.M. et LEVINTHAL D.A. (1989), "Innovation and learning : the two faces of R&D", *The Economic Journal*, n°99, septembre, p.569-596.
- DOSI Giovanni (1988), " Sources, procedures, and microeconomic effects of innovation ", *Journal of Economic Literature*, vol. XXVI, septembre, p. 1120-1171.
- FELDMAN Maryann P. (1994), *The geography of innovation*, Economics of Science, Technology and Innovation, vol 2, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Boston, London, p.155.
- FELDMAN Maryann P. (1994), " Knowledge complementarity and innovation ", *Small Business Economics*, n° 6, p. 363-372.
- FELDMAN Maryann P. (1998), " The new economics of innovation, spillovers and agglomeration : a review of empirical studies ", Working Paper, mars, p. 34.
- FELDMAN Maryann P. et FLORIDA Richard (1994), " The geographic sources of innovation : technological infrastructure and product innovation in the United States " *Annals of the Association of American Geographers*, vol. 84, n° 2, p. 210-229.
- FORAY D. (2000), *L'économie de la connaissance*, Repères, La Découverte.
- GLAESER Edward L., KALLAL Hedi D., SCHEINKMAN José A. et SHLEIFER Andrei (1992), " Growth in cities ", *Journal of Political Economy*, vol. 100, n° 6, p. 1126-1152.
- GLAESER E.L. (1998), "Are cities dying ?", *Journal of Economic Perspectives*, vol.12, n°2, p.679-696.
- GRICC (1996), "L'usage d'internet par les chercheurs toulousains", *Collection Etudes et travaux du GRICC, Télécommunications, relations sociales et constructions territoriales*, n°2.
- HENDERSON R. (1986),
- HENDERSON R., KUNCORO A. et TURNER M. (1995), "Industrial development in cities", *Journal of Political Economy*, vol.103, n°5, p.1067-1090.
- JACOBS J. (1969), *The economies of cities*, Random House.
- JAFFE Adam B. (1989), " Real effects of academic research ", *The American Economic Review*, vol. 79, n° 5, décembre, p. 957-970.
- JAFFE Adam B., TRAJTENBERG Manuel et HENDERSON Rebecca (1993), " Geographic localization of knowledge spillovers as evidenced by patent citations ", *The Quaterly Journal of Economics*, août, p. 577-598.
- KENNEY M. et FLORIDA R. (1994), "The organisation and geography of japanese R&D : results from a survey of japanese electronics and biotechnology firms", *Research Policy*, n°23, p.305-323.
- MANSFIELD Edwin (1995a), " Academic research underlying industrial innovations : sources, characteristics, and financing ", *The Review of Economics and Statistics*, vol. LXXVII, n°1, Février, p. 55-65.
- MANSFIELD Edwin (1995b), *Innovation, technology and the economy. The selected essays of E. Mansfield*, Edward Elgar, vol I, p.327 et Vol.II, p.323.
- MANSFIELD Edwin (1998), " Academic research and industrial innovation : an update of empirical findings ", *Research Policy*, vol. 26, n° 7-8, avril, p. 773-776.
- MANSFIELD Edwin et LEE J. Y. (1996), "The modern University : contributor to industrial innovation and recipient of industrial R&D support", *Research Policy*, n°25, pp.1047-1058.

- MARSHALL Alfred (1906), *Principes d'économie politique*, Gordon & Breach, Paris, Londres, New York, réédition 1971, tome 2, p. 576.
- MAURSETH Botolf et VERSPAGEN Bart (1998), "Knowledge spillovers in Europe and its consequences for systems of innovation", *ECIS Working Paper*, n°98-001, octobre, p.21.
- OST (1998), *The dynamics of S&T activities in the EU regions*, TSER project 1093.
- PACI Raffaele et USAI Stephano (1999), "The role of specialisation and diversity externalities in the agglomeration of innovative activities", *CRENOS Working Paper*, 41 p.
- PACI Raffaele et USAI Stephano (2000), "Externalities, knowledge spillovers and the spatial distribution of innovation", *CRENOS Working Paper*, Mars, p. 28.
- PODOLNY Joel M. et SHEPARD Andrea (1998), "Firm agglomeration and technological spillovers : citation patterns in the U.S. semiconductor industry ", *Working Paper*, juillet, p. 44.
- PUGA D. (1998), "European regional policy in light of recent location theories", *working paper*, 44p.
- ROMER Paul (1991), "Progrès technique endogène", *Annales d'Economie et de Statistiques*, n° 22, p. 32.
- VERSPAGEN Bart et SCHOENMAKERS Wilfred (2000), "The spatial dimension of knowledge spillovers in Europe : evidence from firm patenting data", *Working paper*, avril, p.18.
- ZUCKER Lynne G., DARBY Michael R. et ARMSTRONG Jeff (1994), "Intellectual capital and the firm : the technology of geographically localized knowledge spillovers ", *NBER Working Paper Series*, Working Paper n°4946, NBER, Cambridge, p. 59.