

Maftai, Anamaria

Article

Les Externalites de Connaissances Localisees – Aspets Theoriques et Empiriques

CES Working Papers

Provided in Cooperation with:

Centre for European Studies, Alexandru Ioan Cuza University

Suggested Citation: Maftai, Anamaria (2010) : Les Externalites de Connaissances Localisees – Aspets Theoriques et Empiriques, CES Working Papers, ISSN 2067-7693, Alexandru Ioan Cuza University of Iasi, Centre for European Studies, Iasi, Vol. 2, Iss. 1, pp. 42-59

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/198067>

Standard-Nutzungsbedingungen:

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Terms of use:

Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.

You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.

If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.



<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

LES EXTERNALITES DE CONNAISSANCES LOCALISEES – ASPETS THEORIQUES ET EMPIRIQUES

Anamaria Maftai

Université “Alexandru Ioan Cuza”, Iași

Résumé : *A partir du concept des externalités de connaissances, l'article revoit la littérature qui explore le phénomène à la fois dans son contexte théorique et dans sa dimension empirique. La partie théorique met en avant des hypothèses selon lesquelles les retombées entraînent des effets d'agglomération, accroissent la productivité régionale et encouragent les comportements innovateurs. Les hypothèses dérivées théoriquement sont étayées par des arguments empiriques, en exposant les limites que celles-ci présentent.*

Mots-clés: externalités de connaissances, proximité géographique, croissance économique régionale

Classification JEL: O31, O33, R11.

Dépourvues de contenu matériel, les idées sont, théoriquement, les actifs le moins limités dans l'espace, qui peuvent être restreints, dans leur transmission, uniquement par l'indisponibilité des moyens de communication. Cette qualité découle du fait que les informations et les connaissances ne peuvent pas être appropriées entièrement, puisque leur utilisation même dans le processus de production les révèle au moins partiellement (Arrow, 1962).

Les externalités se produisent lorsqu'une entreprise s'approprie des connaissances provenant d'une autre firme, université ou organisme gouvernemental, sans payer pour cet avantage. Les retombées révèlent l'impact des idées à suite d'efforts de recherche menés par d'autres agents (Griliches, 1990). Bien que la théorie traditionnelle de la croissance économique ait toujours mis l'accent sur les opérations produites dans le temps, le concept d'externalités de connaissances a accru l'intérêt pour les processus déroulés tant dans le temps, que dans l'espace, puisque les externalités sont perçues comme un phénomène local qui fournit aux entreprises environnantes des intrants clés pour la production d'innovations.

En révisant la littérature sur les externalités de connaissances, ce papier est organisé de la manière suivante : la première partie donne un aperçu sur les contributions théoriques de l'économie du savoir et les canaux de distribution des retombées, la seconde examine la littérature empirique, tandis que la dernière section présente quelques remarques finales, signalant, en même temps, les limites des études examinées.

1. LE CADRE THEORIQUE

De nombreuses études ont montré que les externalités de connaissances ont une importance économique considérable notamment grâce à leur impact sur la croissance des revenus régionaux. Il faut cependant regarder de plus près les conditions de transfert des connaissances au niveau microéconomique.

L'un des principaux mécanismes de transmission des externalités de R&D est la mobilité de la main d'œuvre. Ce raisonnement suppose que les travailleurs possèdent des connaissances spécialisées qui peuvent être transférées vers d'autres sociétés au moment du changement d'emploi⁵. Une limite des études qui soutiennent cet argument émane du fait qu'elles ne testent pas l'amélioration de la productivité ou des performances innovatrices des firmes qui embauchent ces personnes. Autrement dit, tel que Breschi et Lissoni (2001) soulignent, la mobilité des travailleurs peut aisément contribuer au transfert de connaissances d'une entreprise à l'autre, mais pas à leur absorption effective. Cette dissémination peut générer, en outre, des externalités pécuniaires⁶ par le biais de l'accord contractuel entre l'entreprise et le scientifique, accord qui récompense partiellement l'expérience obtenue auparavant.

Les réseaux d'innovation localisés sont d'une importance particulière pour la diffusion des connaissances. Selon Camagni (1991), les réseaux d'innovation (ou les « milieux innovateurs ») peuvent être définis comme « l'ensemble ou le réseau complexe de relations sociales, essentiellement informelles, développées dans une zone géographique délimitée, qui créent souvent une « image » externe distincte, une « représentation » interne précise et un sentiment d'appartenance qui augmentent la capacité locale d'innovation à travers des synergies et des processus d'apprentissage collectif » (Camagni, 1991, p. 2). Les réseaux locaux sont considérés comme générateurs de comportements novateurs. Deux éléments définissent, en théorie, leur rôle: 1) les processus d'apprentissage collectif qui améliorent la créativité et les synergies locales et 2) les procédés de suppression des éléments d'incertitude dynamique dans les contextes locaux. Schrader (1991) argumente que les employés transfèrent les informations techniques aux collègues dans d'autres établissements (ou même aux concurrents directs) selon l'intérêt économique de leur propre entreprise. En outre, il constate une relation positive entre la participation des salariés aux réseaux informels de transfert de connaissances et les performances innovatrices des firmes. La stabilité perçue et la fiabilité des réseaux sociaux sont essentielles car elles garantissent la diffusion rapide des connaissances.

⁵ Pour plus d'études qui examinent ce mécanisme, voir Feldman (1999).

⁶ Les externalités pécuniaires sont définies dans la section suivante.

Les interactions locales entre les entrepreneurs, les universités et les organismes gouvernementaux entraînent, simultanément, la création d'institutions informelles qui favorisent les activités d'innovation. Lamoreaux et Sokoloff (1999) montrent que les entreprises peuvent s'installer dans une certaine région ou pays sans délocaliser leur R&D tant que les institutions informelles (tel que la confiance, les normes et les codes de communication) peuvent être remplacées par des institutions formelles (les droits de propriété intellectuelle, les marchés financiers) qui les aident à renforcer les mécanismes de marché indispensables aux relations avec les investisseurs, les fournisseurs de capitaux et les entrepreneurs. Par conséquent, le cadre institutionnel exerce une influence directe sur la capacité d'absorption des connaissances. Alors que certaines régions innovatrices exploitent intensivement les externalités de connaissances, d'autres les ignorent ou sont incapables de les convertir en technologies efficaces à cause des politiques inadéquates.

Un autre aspect des externalités de connaissances, qui ne devrait pas être négligé, concerne la capacité d'absorption du récepteur : le bénéficiaire des retombées doit posséder des compétences spécifiques afin d'utiliser les connaissances reçues. L'aptitude d'une entreprise de repérer la valeur d'une information externe nouvelle, de l'assimiler et de l'appliquer à des fins commerciales est primordiale pour sa capacité d'innovation.

Cohen et Levinthal (1989) démontrent que ces compétences sont souvent identiques à celles requises pour la création du savoir. En autres termes, la réception et l'affectation des retombées, d'une part, et la production de connaissances, de l'autre, sont deux processus qui peuvent être difficilement dissociés. La capacité d'absorption de l'entreprise découle notamment des connaissances connexes préalablement acquises, et son évolution (et, subséquemment, celle des compétences innovatrices) se caractérise par la dépendance de chemin, puisque l'insuffisance initiale des investissements dans un secteur d'expertise peut bloquer le développement d'autres capacités techniques dans le même domaine.

L'importance de la proximité dans la propagation des externalités est attribuée habituellement à la nature tacite des connaissances. Von Hippel (1994) démontre que lorsque les connaissances sont informelles, non-codifiées et tacites, elles sont transmises le mieux par le biais des interactions personnelles et des contacts répétés, c'est-à-dire elles se diffusent surtout grâce à la proximité géographique⁷. Bien que la révolution communicationnelle ait considérablement réduit le coût marginal de la dissémination d'informations et ait accéléré leur transfert, la propagation de connaissances tacites reste difficile et coûteuse, particulièrement sur de longues distances. Tel que

⁷ « Les découvertes intellectuelle traversent les couloirs et les rues plus facilement que les océans et les continents. » (Glaeser et al., 1992, p. 1126).

Morgan (2004) soutient : « la proximité virtuelle peut être un substitut de la proximité physique dans le cas des transactions standards, mais pas pour les transactions de grande complexité et ambiguïté » (Morgan, 2004, p. 5).

Cowan et al. (2000) désavouent la tendance générale des économistes de négliger les origines psychologiques et épistémologiques de la notion de savoir « tacite ». À leur avis, un concept issu de la psychologie des compétences individuelles a été converti, premièrement, d'une catégorie épistémologique dans un phénomène des relations inter-organisationnelles inarticulables, et puis dans un des concepts clés de l'avantage compétitif, et même comparatif. Selon les auteurs, une telle confusion sémantique et taxonomique n'est justifiée ni analytiquement, ni empiriquement, du fait qu'elle se traduit dans une terminologie amorphe qui déconcentre plus qu'elle n'élucide.

Nelson et Winter (1982) révèlent que le silence n'est pas inné au savoir. En fonction de la capacité d'absorption du récepteur, une connaissance peut être codifiée pour une personne, tacite pour une autre et un mystère impénétrable pour une troisième⁸ (Cowan et al., 2000). En outre, « si une certaine connaissance peut être, *en principe*, articulée ou si elle est forcément tacite n'est pas révélateur pour la plupart des situations comportementales. Plutôt, la question qui se pose est de savoir si les coûts sont assez élevés pour que le savoir reste, *en fait*, tacite » (Nelson et Winter, 1982, p. 78-80, italiques des auteurs). Il s'ensuit que la demande de connaissances tacites ou codifiées n'est pas prédéterminée par des considérations non-économiques, mais par les coûts et les avantages des procédés de stockage, de récupération et de transmission des informations. Ces coûts et bénéfices dépendent, à leur tour, de l'existence préalable des langues, modèles et techniques qui réduisent les coûts fixes de la codification.

1.1. Les externalités MAR, Porter et Jacobs

Au fil du temps, il y a eu des discussions approfondies sur la catégorie d'externalités qui suscite la localisation de certaines industries. La polémique se nuance en 1890 quand, dans une approche originale, Alfred Marshall décrit le concept d' « économies externes » en prenant l'exemple de la localisation industrielle. La plupart des études qui analysent le phénomène adoptent la classification de Marshall qui identifie trois raisons de concentration géographique des

⁸ D'où l'importance du contexte – temporel, spatial, culturel et social - dans la création du savoir.

industries. Dans la reformulation de Breschi et Lissoni (2001), les trois raisons de la localisation sont⁹ :

a. Les économies qui découlent de la spécialisation industrielle : une activité localisée peut soutenir la production de biens intermédiaires spécialisés, en réduisant leurs coûts de fabrication.

b. Les économies réalisées sur le marché du travail : la concentration spatiale de plusieurs entreprises crée une offre abondante de travailleurs ayant des compétences similaires, ce que réduit le taux de chômage ou le risque de main d'œuvre déficitaire.

c. Les externalités de connaissances : grâce aux interactions fréquentes qui stimulent la confiance mutuelle, les clusters géographiques offrent des possibilités d'innovation supplémentaires, et donc une meilleure fonction de production que celle des producteurs isolés.

Les deux premières catégories sont des externalités « pécuniaires », tandis que la troisième classe comprend les externalités « technologiques ». Les externalités pécuniaires permettent aux entreprises d'accéder à des intrants moins chers que les concurrents situés ailleurs. Elles émanent donc des transactions. Par contre, les externalités technologiques ne sont pas conditionnées par des interactions sur le marché et sont accessibles, a priori, à tous les membres de la communauté locale.

En conclusion, les externalités marshalliennes s'inscrivent dans la logique des économies de localisation intra-industrielles. Le modèle est complété par les contributions de Kenneth Arrow (1962) et Paul Romer (1986), raison pour laquelle les retombées intra-industrielles sont aussi appelées des externalités MAR (Glaeser et al., 1992). Un raisonnement similaire est présenté plus tard par Porter (en 1990), sauf si l'on considère le rôle de la concurrence locale sur la diffusion et l'assimilation des connaissances.

En 1969, la théoricienne urbaniste Jane Jacobs conteste l'hypothèse de Marshall selon laquelle les externalités de connaissances sont diffusées seulement au niveau des entreprises d'un même secteur. Elle développe un nouveau modèle qui soutient que la source la plus importante des externalités technologiques n'est pas liée à l'industrie de l'entreprise.

Les trois théories de la croissance urbaine (Marshall-Arrow-Romer, Porter et Jacobs) constituent le fondement de la littérature sur les externalités intra- et interindustrielles. Une analyse comparative est menée par Glaeser et al. (1992) et résumée dans la section suivante.

i) Les externalités MAR

Le modèle Marshall-Arrow-Romer formalise le raisonnement selon lequel la concentration des industries dans une ville favorise les externalités de connaissances entre les firmes et, par

⁹ Henderson (1986) ajoute à cette liste une quatrième source d'externalités localisées, reconnues, dans la littérature de l'économie urbaine, sous la forme de l'infrastructure publique que les autorités locales assurent au cas où les industries qui s'y localisent sont décisives au bien-être de la communauté locale.

conséquent, facilite l'innovation dans la « ville-industrie ». L'hypothèse de base est que les externalités de connaissances entre les entreprises existent, mais elles sont limitées à leur secteur. Leur diffusion vers d'autres industries est supposée inexistante ou, du moins, insignifiante (Feldman et Audretsch, 1999).

En réitérant les assertions de Schumpeter (1942), la théorie MAR affirme également que le monopole local, plus que la concurrence locale, stimule la croissance économique car le monopole empêche la circulation des idées vers les concurrents et permet à l'innovateur d'internaliser les externalités. Celui-ci se rend compte qu'une fraction de ses idées est imitée ou améliorée par les autres entreprises locales, sans que ce transfert de connaissances ne s'accompagne d'une compensation. L'absence des droits de propriété intellectuelle l'amène à réduire les investissements dans les activités génératrices d'externalités, tel que la recherche-développement. Si l'innovateur avait eu le monopole sur ses idées novatrices, les innovations auraient multipliées et les taux de croissance auraient augmentés.

ii) Les externalités Porter

Comme MAR, Porter (1990) observe que les retombées de savoir entre les industries connexes concentrées dans la même zone géographique relancent la croissance économique. Toutefois, il insiste que la concurrence locale, et pas le monopole, stimule la recherche et l'adoption rapide d'innovations. Grâce à la concurrence, les idées sont reprises et améliorées. Même si les revenus de l'innovateur se diminuent, l'incitation à innover augmente car les entreprises qui ne progressent pas technologiquement sont éliminées du marché par les concurrents innovateurs. À la longue, un second effet se révèle plus marquant. La concurrence locale intense stimule continûment les innovations et pousse au développement des industries, tandis que le monopole affaibli la motivation d'innover.

Les externalités décrites par Porter sont donc maximisées dans les villes où les industries sont compétitives et appartiennent au même secteur.

iii) Les externalités Jacobs

Contrairement aux modèles précédents, Jacobs (1969) estime que les transferts de connaissances les plus fréquents sont interindustriels. La diversité des industries concentrées géographiquement, et pas leur spécialisation, stimule l'innovation. Il devrait y avoir, forcément, une logique dans l'interaction entre les différents secteurs. De ce point de vue, une base scientifique commune facilite la génération et l'échange des idées existantes entre les industries distinctes, mais complémentaires (Feldman et Audretsch, 1999).

Dans le débat sur les effets de la concurrence, Jacobs, comme Porter, défend la concurrence locale puisqu'elle facilite l'adoption des technologies : « les monopoles desservissent les villes et

anéantissent ce que leurs économies sont en mesure de réaliser. [...] Les prix exorbitants, peu importe leur nocuité, sont l'inconvénient le plus anodin des monopoles, car ils [les monopoles] suppriment les modes, les produits et les services alternatifs » (Jacobs, 1984, p. 227). Un grand nombre d'entreprises assure non seulement une forte concurrence d'idées, mais facilite aussi l'entrée des entreprises spécialisées sur certaines niches.

La polémique « diversification versus spécialisation » reflète les difficultés dérivées de la généralisation des effets des deux types d'externalités. Il existe plusieurs critères qui peuvent indiquer l'importance relative de celles-ci. Le premier est l'hypothèse que les entreprises qui s'engagent dans la R&D incrémentale inclinent à s'appuyer davantage sur les externalités intra-industrielles, tandis que les entreprises intéressées à la réalisation de découvertes révolutionnaires dépendent hautement des retombées interindustrielles. De même, on peut s'attendre que l'intensité de la concurrence dans un secteur et le degré d'intégration verticale de la production aient des effets négatifs sur les externalités MAR.

Conséquemment, les théories de la croissance urbaine diffèrent sur deux paliers. Tout d'abord, elles se contredisent sur l'origine intra ou interindustrielle des externalités et, deuxièmement, elles tirent des prédictions antinomiques au regard de la façon dont la concurrence influence l'impact des retombées de savoir sur la croissance économique locale.

1.1.2. Les externalités de connaissances et les externalités pécuniaires

Il y a également une autre distinction à laquelle on a fait brièvement allusion dans les paragraphes précédents et qui est essentielle dans notre étude.

Dans son article de référence, Griliches (1979) remarque qu'« il y a deux notions distinctes d'externalités de R&D, souvent confondues dans la littérature ». Il s'agit des externalités pécuniaires et des externalités de connaissances. Les externalités pécuniaires apparaissent lorsque les prix d'intrants ne tiennent pas compte des améliorations de qualité réalisées via l'innovation, à cause soit de l'imperfection des prix, soit de l'asymétrie informationnelle ou des coûts de transaction. Puisque ces externalités se produisent lorsque les produits sont commercialisés, elles ne peuvent pas être considérées comme des externalités « réelles » parce qu'elles sont engendrées par les erreurs de mesure au cours des transactions économiques. Plus précisément, les externalités pécuniaires comprennent les variations dans la structure des prix et du marché et découlent de l'échange de biens intermédiaires ou lorsque les entreprises multinationales entrent sur les marchés des pays d'accueil (Criscuolo, 2004).

Si les externalités pécuniaires émanent des transactions, les externalités de connaissances proviennent de l'appropriation imparfaite des connaissances, i.e. de la qualité de bien public du savoir : « L'aspect le plus difficile à quantifier, et peut-être le plus intéressant et plus prépondérant des retombées de R&D, est l'impact des idées sur la productivité des efforts de recherche des autres. Il s'agit d'une externalité non-pécuniaire qui n'est pas contenue dans un service ou un produit particulier, bien qu'elle puisse être transmise à travers un article imprimé ou un communiqué de presse. Elle ressemble à un bien non-rival et c'est très difficile d'approprier plus d'une fraction infime de ses avantages sociaux. Même s'il était possible d'introduire des droits de propriété sur une idée (par exemple par le biais des brevets), les prix dérivés seraient non-linéaires et ils ne nous fourniraient pas une mesure adéquate des bénéfices sociaux marginaux ou totaux » (Griliches, 1992, p. 252).

Par conséquent, les externalités de connaissances sont des transferts non-intentionnés que le propriétaire de connaissances ne peut pas empêcher. Elles comprennent: la mobilité des chercheurs ou des ingénieurs réputés ; les « réseaux » informels d'échange de savoir-faire (Von Hippel, 1987) ; les fuites involontaires d'informations lors des conférences ou des foires commerciales ; l'imitation des produits ou des secrets technologiques par reverse engineering ou en examinant les biens des concurrents ; les informations procédant des brevets ; l'espionnage industriel ; la littérature scientifique ; l'octroi de licences pour des technologies brevetées ; les projets de recherche conjoints.

Bien que, du point de vue théorique, la distinction entre les deux types d'externalités est évidente, en pratique, elles peuvent se produire simultanément et, par conséquent, dans les analyses empiriques, la ligne de démarcation entre les deux dimensions est floue.

La section suivante résume les plus importantes études empiriques sur l'amplitude géographique des transferts de connaissances, soulignant leurs résultats et les méthodes utilisées pour quantifier les retombées.

2. LES ETUDES EMPIRIQUES SUR LES EXTERNALITES DE CONNAISSANCES

Dans la littérature théorique examinée dans la première partie, on peut identifier seulement quelques situations où les approches sont profondément contradictoires. Dans la plupart des cas, les prédictions théoriques des modèles diffèrent partiellement ou reposent sur des hypothèses dont la pertinence empirique n'est pas, a priori, clairement définie. Ainsi, il est nécessaire de compléter la vision à travers une analyse des études empiriques effectuées sur ce sujet jusqu'à présent.

La littérature décrit deux types d'approches empiriques. Une première catégorie, et peut-être la plus significative, groupe les études économétriques qui utilisent la « fonction de production » des innovations, saisissant l'impact des activités externes de R&D (notamment publiques et / ou universitaires) sur la capacité d'innovation des entreprises privées.

La deuxième catégorie inclut un ensemble mixte, bien plus restreint, d'études récentes qui tentent de quantifier directement l'existence et l'importance des externalités localisées. Ces œuvres proviennent d'un groupe hétérogène d'économistes (concernés par les questions de développement urbain et régional) et s'avèrent innovatrices du point de vue méthodologique. Feldman (1999) énumère les suivantes techniques de collecte et d'analyse des données:

1. *les interdépendances des citations de brevets*, considérées preuves écrites des externalités de connaissances;
2. *la mobilité de la main-d'œuvre qualifiée*, à partir de l'hypothèse que les externalités sont transmises à travers l'interaction personnelle;
3. *les connaissances incorporées dans les biens échangés*.

Utilisant ces méthodologies, on peut spéculer sur l'ampleur et l'intensité des externalités de connaissances.

2.1. La méthode de la fonction de production

L'approche de la fonction de production peut être synthétisée en trois axes de recherche (Breschi et Lissoni, 2001): (i) l'ensemble d'études qui examinent les rendements sociaux des activités de recherche et développement¹⁰; (ii) les papiers qui évaluent l'efficacité des projets publics de R&D¹¹; (iii) les articles moins nombreux, mais plus ciblés, qui traitent directement le problème des externalités de connaissances localisées. Le premier groupe estime que la recherche et le développement sont des intrants et les utilisent comme variables explicatives de la croissance de la productivité totale. A la différence, les deux derniers groupes d'études utilisent des versions modifiées de la fonction de production formulée par Griliches (1979), reliant la R&D à la production d'innovations (i.e. le nombre de brevets ou d'innovations).

La première découverte en la matière (sauf la contribution originale de Thompson, 1962) est due à Jaffe (1989). Afin d'évaluer les effets réels de la recherche universitaire, Jaffe reclasse les brevets en quelques secteurs technologiques et démontre ensuite que le nombre de brevets de chaque état américain, pour chaque domaine technologique, est une fonction positive de la R&D

¹⁰ Ces études économétriques ont été examinées en détail par Mohnen (1996) et David, Hall et Toole (1999).

¹¹ Certains articles sont décrits par Klett, Moen et Griliches (1999).

menée par les universités locales. La relation entre les brevets et la R&D académique est alors interprétée comme un signe de l'existence des « externalités technologiques » localisées provenant des établissements d'enseignement et absorbées par les entreprises locales. Cependant, cette méthode ne tient pas compte de la dimension géographique des retombées, puisqu'elle mesure l'effet de la concentration spatiale de la recherche sur la production d'innovations à l'intérieur d'un même état. En outre, tel que l'auteur même le reconnaît, peu importe la corrélation entre la R&D locale et la production d'innovations, aucune de ces estimations n'explique les raisons de ces connexions: « *les mécanismes* des retombées n'ont pas été modélisés. Malgré la tentative de contrôler la "qualité" inaperçue des universités, nous ne pouvons pas interpréter ces résultats structurellement, c'est-à-dire anticiper les changements du nombre de brevets si les dépenses de la recherche augmentent d'une manière exogène » (Jaffe, 1989, p. 968, italiques de l'auteur).

Acs, Audretsch et Feldman (1992) reprennent l'exercice de Jaffe (1989), en remplaçant les brevets par le nombre d'innovations enregistrées dans la base de données Small Business Innovation Data Base (SBDIB). L'objectif est de démontrer que le nombre d'innovations (considéré comme un indicateur plus précis de la capacité d'innovation) peut saisir l'effet de la "coïncidence géographique" qui avait échappé aux brevets. Toutefois, leur analyse ne concerne que deux domaines technologiques (les secteurs électronique et mécanique), tous les deux définis encore plus vaguement que par Jaffe (1989). En outre, la taille des états n'est pas contrôlée.

Acs, Audretsch et Feldman (1994) poursuivent l'analyse des retombées, en divisant l'échantillon d'entreprises en fonction de la taille des firmes et en proposant, ainsi, deux fonctions différentes de la production d'innovations. Ils constatent que l'indice de « coïncidence géographique » est significatif uniquement pour les petites sociétés, ce que suggère que celles-ci remplacent la R&D interne avec la R&D universitaire lorsqu'elles ne peuvent pas réaliser des investissements substantiels dans leurs propres activités de recherche. L'effet du cycle de vie explique partiellement ce raisonnement, puisque les secteurs relativement petits, avec peu d'activités de routine, manifestent une demande supérieure de connaissances nouvelles et une forte propension à les utiliser, par rapport aux secteurs matures où la plupart des activités est menée selon des habitudes bien ancrées, difficiles à remplacer à cause des coûts élevés. En outre, en début du cycle de vie, les entreprises n'ont pas la capacité de développer des départements de R&D et s'appuient sur des sources externes de connaissances plus souvent que les sociétés qui ont atteint la maturité et qui développent leurs propres activités de R&D, en poursuivant une stratégie d'intégration verticale. Toutefois, selon Breschi et Lissoni (2001), les résultats ne prouvent pas l'existence des externalités directes. Ils indiquent seulement que les petites entreprises innovatrices sont plus disposées à externaliser leurs projets de recherche aux établissements universitaires. En

outre, elles peuvent être forcées à s'appuyer sur les institutions locales en raison des difficultés de contacter ou solliciter les services des universités éloignées (même si celles-ci sont peut-être plus efficaces). Enfin, les auteurs ne mentionnent pas que de nombreuses petites entreprises non-innovatrices, situées dans la même zone géographique, ne bénéficient pas de la recherche des universités locales et, subséquemment, ne sont pas touchées par les externalités.

En essayant d'illustrer le caractère spatial des externalités, Audretsch et Mahmood (1994) utilisent comme variables indépendantes, outre les dépenses académiques et privées de R&D, le nombre d'établissements de recherche au niveau de la ville et de l'état. Alors que le nombre d'institutions des villes influe significativement l'innovation locale, les institutions au niveau étatique n'exerce pas le même effet. Selon les auteurs, cela montre que les externalités de connaissances sont un phénomène local.

Feldman et Florida (1994) proposent un modèle basé sur l'hypothèse que l'innovation est une fonction de l'infrastructure technologique régionale qui intègre: la recherche universitaire, la R&D industrielle, l'agglomération d'industries connexes et les services spécialisés. Les résultats révèlent d'importantes synergies et le renforcement mutuel des éléments constitutifs de l'infrastructure technologique. Cependant, Breschi et Lissoni (2001) observent la tendance de forcer l'interprétation des données et la confusion faite entre les différents types d'externalités : la base de connaissances techniques créée par la concentration des industries pourrait, en fait, constituer un bassin de main-d'œuvre qualifiée (voire une externalité marshallienne de deuxième type) et les effets de réseau peuvent être définis soit à partir des relations non-commerciales entre les entreprises, soit comme une externalité médiée par les fournisseurs spécialisés (c'est-à-dire une externalité marshallienne de premier type). En outre, selon les deux chercheurs, il est difficile de croire que, dans sa forme tacite, le savoir (qui exige la compréhension mutuelle des pratiques de travail) peut se déplacer entre divers secteurs à travers les contacts informels.

Audretsch et Feldman (1996) affinent leur étude antérieure, en essayant de tester plus directement le rôle de la R&D universitaire dans la production d'innovations localisées, en utilisant des domaines technologiques moins agrégés. Plus précisément, leur analyse démontre que la polarisation géographique de la production d'innovations est positivement corrélée à l'intensité de la R&D industrielle (après avoir contrôlé la concentration spatiale de la production). Selon les auteurs, les activités d'innovation des industries intensives en savoir sont menées dans les mêmes zones géographiques afin de bénéficier des externalités de connaissances générées par la R&D industrielle et universitaire ou par la mobilité des travailleurs hautement qualifiés. Toutefois, l'existence de ces externalités est, de nouveau, plutôt supposée que démontrée (Breschi et Lissoni, 2001).

Dans un modèle développé pour démontrer l'émergence des externalités locales entre la recherche universitaire et les innovations des entreprises high-tech de petite taille, Anselin et al. (1997) insèrent, de façon explicite, une variable spatiale décalée: les coûts de la recherche académique conduite à différentes distances de la société bénéficiaire. Les auteurs se sont servis également des unités géographiques d'observation plus petites que les états, à savoir les zones métropolitaines. Contrairement à la conclusion de Jaffe (1989), leurs résultats montrent que les retombées de la recherche universitaire ont un impact positif significatif sur les taux d'innovation régionale (par le biais de la R&D du secteur privé) et que celles-ci s'étendent sur un rayon de 75 miles de la région innovatrice. Les auteurs se sont concentrés, cependant, sur la corrélation entre la recherche et l'innovation dans des endroits où les deux activités sont observées. On ignore, en conséquence, les raisons pour lesquelles certaines régions se sont engagées dans la R&D, tandis que d'autres n'en sont pas concernées.

Dans l'ensemble de la littérature, les preuves qui confirment l'importance relative des différents types d'externalités de connaissances sont ambiguës. Il y a des études empiriques qui soutiennent l'hypothèse que les externalités Jacobs sont les plus productives (Feldman et Audretsch, 1999, Partridge et Rickman, 1999, Kelly et Hageman, 1996) et des travaux qui font valoir l'importance des externalités MAR (Bernstein et Nadiri, 1988). Par conséquent, même si les effets de ces deux catégories restent équivoques, l'idée que les deux types de retombées sont significatifs du point de vue empirique ne laisse aucune incertitude (Forni et Paba, 2001; Henderson, 1997).

Feldman et Audretsch (1999) utilisent à nouveau la fonction de production des innovations (au niveau des villes et des industries) afin de tester l'impact de la spécialisation et de la diversité sur les performances novatrices, autrement dit, ils effectuent une analyse antagoniste des externalités marshalliennes versus les externalités de type Jacobs. Ils concluent que la diversité est plus importante que la spécialisation et interprètent leurs résultats comme des preuves de l'apparition des retombées de savoir au niveau intersectoriel, plutôt qu'intra-sectoriel. Les limites de l'étude sont ponctuées par les auteurs mêmes: « Nous insistons sur le caractère descriptif de ces résultats, car il peut y avoir des explications alternatives. Plus précisément, les relations peuvent être endogènes d'une manière qu'on avait ignorée. Les entreprises innovatrices peuvent être plus rentables et donc peuvent montrer une probabilité supérieure de s'engager dans diverses activités. De même, les régions connues pour le caractère innovateur d'une industrie peuvent attirer d'autres secteurs. La nature mixte des données utilisées ne nous permet pas d'examiner ces questions » (Feldman et Audretsch, 1999, p. 427).

Réitérant les constatations de Glaeser et al. (1992), Partridge et Rickman (1999) remarquent qu'à long terme les externalités dynamiques de Jacobs sont plus importantes que celles de type

MAR. Kelly et Hageman (1996) infèrent la même conclusion dans une tentative de démontrer qu'au niveau des états américains il y a un impact direct des retombées inter- et intra-industrielles sur le nombre de demandes de brevets. Ils constatent que les externalités Jacobs sont positives dans 11 des 12 secteurs industriels observés, tandis que les externalités intra-industrielles affectent seulement deux des 12 secteurs. Ce résultat soulève du scepticisme quant à l'importance relative des externalités MAR.

En revanche, les hésitations sur l'efficacité des externalités Jacobs sont révélées par Bernstein et Nadiri (1988) qui examinent les retombées de savoir entre les entreprises manufacturières américaines appartenant à différents secteurs de production, pendant la période 1961-1981. Les résultats sur les rendements sociaux attirent l'attention de manière particulière. Ils montrent que les entreprises appartenant à quatre sur cinq secteurs sont sources d'externalités de R&D, mais seulement dans deux industries les firmes exploitent *de facto* ces flux de connaissances.

2.2. Méthodes alternatives de quantification des externalités de connaissances

Bien qu'elles soient relativement importantes, les approches de la fonction de production d'innovations ne représentent pas la seule méthode pour tester l'existence d'externalités de connaissances localisées et pour analyser leur caractère. Récemment, plusieurs alternatives ont été proposées.

L'une des plus notables contributions appartient à Jaffe, Trajtenberg et Henderson (1993). En contredisant Krugman et en déclarant que, malgré leur forme invisible, les externalités de connaissances laissent une trace documentaire sous la forme des citations de brevets, les auteurs parviennent à détecter des flux de connaissances directs entre la recherche universitaire et la R&D corporative. Ils constatent que les entreprises innovatrices sont les plus susceptibles à citer les brevets des universités proches engagées dans des recherches profitables à leur industrie. Le problème le plus compliqué rencontré dans le test de la localisation des externalités découle de la difficulté de séparer les retombées des autres causes qui pourraient expliquer la concentration géographique des activités technologiques. Pour cette raison, Jaffe et al. (1993) construisent un échantillon de brevets de «contrôle» qui ont la même distribution temporelle et technologique que les citations. Puisqu'ils excluent les autocitations et estiment que, dans l'échantillon de contrôle, aucun effet sur la localisation n'est pas dû aux retombées, les auteurs considèrent ce test « conservateur ». En même temps, leurs résultats semblent montrer que l'effet de la localisation géographique disparaît au fil du temps, i.e. au fur et à mesure que l'innovation perd sa nouveauté, la proximité des sources de savoir devient moins importante. Il y a aussi des preuves que l'impact de la

localisation est susceptible à disparaître pour les brevets universitaires au niveau de la métropole et de l'état.

D'autres études ont appliqué ensuite une méthodologie similaire afin d'analyser la dimension géographique des externalités de connaissances. Leurs résultats confirment la nature localisée des retombées dans le contexte européen. Cependant, l'analyse des citations de brevet porte la même limite que la méthode de la fonction de production, i.e. elle n'identifie pas les moyens par lesquels les externalités sont transmises (Criscuolo, 2004). Telles approches sont proposées par Maurseth et Verspagen (1999) et Verspagen et Schoenmakers (2000). Maurseth et Verspagen (2002) présentent une version modifiée de la méthode de Jaffe et al. (1993) qui sert à analyser l'effet de la proximité géographique dans les régions européennes, en utilisant les brevets déposés à l'OEB (Office Européen des Brevets). Les résultats de cette étude montrent que le nombre de citations diminue considérablement avec l'augmentation de la distance. Verspagen et Schoenmakers (2000) tirent la même conclusion, en confirmant l'effet de la proximité géographique sur les externalités de savoir¹² et que l'innovation est un processus fermement ancré dans l'espace.

Bode (2004) prouve que les externalités de connaissances interrégionales représentent l'un des déterminants des activités d'innovation dans l'Allemagne de l'ouest après 1990. Il remarque que les externalités ne dépendent pas seulement des conditions dans la région d'origine, mais aussi dans les zones bénéficiaires. Les résultats empiriques montrent que seule une petite fraction des flux de connaissances se déverse vers les régions voisines et strictement les zones à faible niveau de R&D tirent les avantages des externalités interrégionales. Pour les régions à forte intensité en recherche, les retombées semblent négligeables car la plupart des activités innovatrices ainsi que des brevets issus est produite via l'exploitation de leurs propres ressources.

D'autres travaux analysent la localisation des retombées de R&D en mettant l'accent sur l'un des mécanismes par lesquels elles se produisent, à savoir la mobilité de la main d'œuvre. L'hypothèse sous-jacente est que les travailleurs ont des connaissances spécialisées qui peuvent être transférées vers d'autres sociétés lorsqu'ils changent d'emploi.

Zellner (2003) présente des preuves du transfert de connaissances par le biais des émigrations des scientifiques. En utilisant des données sur les anciens employés de la société Max Planck (l'une des principales organisations du système d'innovation allemand), il teste l'hypothèse selon laquelle une grande partie des avantages économiques apportés à la société est associée à la migration des scientifiques de la recherche fondamentale publique vers le secteur commercial du système d'innovation. En analysant 21 pays de l'OCDE pendant 20 ans, Park (2004) apporte de nouvelles

¹² Le coefficient de la distance géographique est négatif et statistiquement significatif.

preuves du transfert des connaissances incorporées aux individus ; il considère les flux d'étudiants comme canal des externalités de R&D.

Un autre volet de la littérature empirique se réfère aux problèmes spécifiques à l'économie urbaine, mais, une fois de plus, les preuves des externalités sont indirectes et ne peuvent pas être considérées irrécusables (Breschi et Lissoni, 2001). À cet égard, Glaeser et al. (1992) concluent leur étude en reconnaissant que « nos preuves sur les externalités sont indirectes, et beaucoup de nos résultats peuvent être expliqués par le modèle néo-classique dans lequel les industries se développent en conditions de main-d'œuvre bon marché et demande élevée (Glaeser et al., 1992, p. 1151).

3. CONCLUSIONS

Malgré la diversité de ces approches et résultats, il y a un consensus général que les externalités de connaissances localisées sont un important phénomène économique, ayant un impact significatif sur les performances économiques.

En analysant la littérature, tant sous ses aspects théoriques, qu'empiriques, on peut toujours remarquer quelques questions qui restent sans réponse (Döring et Schnellenbach, 2006). Ainsi, aucune des contributions théoriques ou empiriques ne parviennent à fournir une explication claire de l'impact de la proximité géographique sur les externalités de connaissances. Simultanément, le couple dichotomique « savoir codifié - savoir tacite » continue à semer une confusion taxonomique à cause de la mauvaise interprétation des concepts. La faible distinction entre les externalités de connaissances et les externalités pécuniaires et l'existence d'autres forces économiques « de nature différente, mais d'effets équivalents, dans le modèle de la fonction de production des connaissances » (Bode, 2004, p. 45) nécessitent l'investigation des mécanismes commerciaux et non-commerciaux à travers lesquels le savoir est diffusé. Enfin, les implications normatives de ce phénomène sont soit réticentes, soit indisponibles.

RÉFÉRENCES

- Acs, Z.J., Audretsch, D.B, Feldman, M.P. (1992), *Real effects of academic research: Comment*, American Economic Review, vol. 82, no. 1, pp. 363-367.
- Acs, Z.J., Audretsch, D.B, Feldman, M.P. (1994), *R&D spillovers and recipient firm size*, Review of Economics and Statistics, vol. 76, no. 2, pp. 336-340.
- Anselin, L., Varga, A., Acs, Z.J. (1997), *Local Geographic Spillovers between University Research and High Technology Innovations*, Journal of Urban Economics, vol. 24, pp. 422-448.

- Arrow, K.J. (1962), *Economic Welfare and the Allocation of Resources for Inventions*, in Nelson, R. (Ed.), *The Rate and Direction of Inventive Activity*, Princeton University Press, Princeton, NJ.
- Audretsch, D.B., Feldman, M.P. (1996), *R&D spillovers and the geography of innovation and production*, *American Economic Review*, vol. 86, no. 3, pp. 630-640.
- Audretsch, D.B., Mahmood, T. (1994), *The Knowledge Production Function and R&D Spillovers*, Wissenschaftszentrum Berlin für Sozialforschung, Discussion Paper, Berlin.
- Bairoch, P. (1988), *Cities and Economic Development: From the Dawn of History to the Present*, University of Chicago Press, Chicago.
- Bernstein, J.I., Nadiri, M.I. (1988), *Interindustry R&D Spillovers, Rates of Return, and Production in High-Tech Industries*, *American Economic Review*, vol. 78, pp. 429-434.
- Bode, E. (2004), *The Spatial Pattern of Localized R&D Spillovers: An Empirical Investigation for Germany*, *Journal of Economic Geography*, vol. 4, pp. 43-64.
- Bottazzi, L., Peri, G. (2003), *Innovation and Spillovers in Regions: Evidence from European Patent Data*, *European Economic Review*, vol. 47, pp. 687-710.
- Breschi, S., Lissoni, F. (2001), *Knowledge spillovers and local innovation systems: a critical survey*, *Industrial and Corporate Change*, vol. 10, no. 4, pp. 975-1005.
- Camagni, R. (1991), *Local milieu, uncertainty and innovation networks: towards a new dynamic theory of economic space*, in R. Camagni (Ed.), *Innovation Networks: Spatial Perspectives*, Belhaven Press, London-New York.
- Cohen, W.M., Levinthal, D.A. (1990), *Absorptive Capacity: A New Perspective on Learning and Innovation*, *Administrative Science Quarterly*, vol. 35, pp. 128-152.
- Cowan, R., David, P.A., Foray, D. (2000), *The Explicit Economics of Knowledge Codification and Tacitness*, *Industrial and Corporate Change*, vol. 9, pp. 211-254.
- Criscuolo, P. (2004), *R&D Internationalisation and Knowledge Transfer*, PhD thesis, MERIT.
- David, P.A., Hall, B.H., Toole, A.A. (2000), *Is public R&D a complement or substitute for private R&D? A review of the econometric evidence*, *Research Policy* vol. 29, no. 4-5, pp. 497-529.
- Döring, T., Schnellbach, J. (2006), *What do we Know about Geographical Knowledge Spillovers and Regional Growth?: A Survey of the Literature*, *Regional Studies*, vol. 40, no. 3, pp. 375—395.
- Eichenberger, R. (2003), *Economic Innovations Depend on Political Innovations: On Deregulating the Political Process*, in Bröcker, J., Dohse, D., Soltwedel, R. (Eds.), *Innovation Clusters and Interregional Competition*, pp. 314-328, Heidelberg.
- Feldman, M.P. (1999), *The New Economics of Innovation, Spillovers and Agglomeration: A Review of Empirical Studies*, *Economics of Innovation and New Technology*, vol. 8, pp. 5-25.
- Feldman, M.P., Audretsch, D.B. (1999), *Innovation in cities: Science-based diversity, specialisation and localised competition*, *European Economic Review*, no. 43, pp. 409-429.
- Feldman, M.P., Florida, R. (1994), *The geographic sources of innovation: technological infrastructure and product innovation in the United States*, *Annals of the Association of American Geographers*, vol. 84, no. 2, pp. 210-229.
- Forni, M., Paba, S. (2001), *Knowledge Spillovers and the Growth of Local Industries*, CEPR Discussion Papers No. 58, London.

- Glaeser, E.L., Kallal, H.D., Scheinkman, J.A., Shleifer, A. (1992), *Growth in Cities*, *Journal of Political Economy*, vol. 100, pp. 1126-1152.
- Griliches, Z. (1979), *Issues in Assessing the Contribution of Research and Development to Productivity Growth*, *Bell Journal of Economics*, vol. 10, pp. 92-116.
- Griliches, Z. (1990), *Patent Statistic as Economic indicators*, *Journal of Economic Literature*, no. 28, pp. 1661-1707.
- Griliches, Z. (1992), *The Search for R&D Spillovers*, *Scandinavian Journal of Economics*, vol. 94, pp. 29-47.
- Henderson, J.V. (1986), *The Efficiency of Resource Usage and City Size*, *Journal of Urban Economics*, no. 19, pp. 47-70.
- Henderson, V. (1997), *Externalities and Industrial Development*, *Journal of Urban Economics*, vol. 24, pp. 449-470.
- Henderson, V. (1999), *Marshall's Scale Economies*, NBER Working Paper 7358.
- Jacobs, J. (1969), *The Economy of Cities*, Random House, New York.
- Jacobs, J. (1984), *Cities and the Wealth of Nations*, Harmondsworth.
- Jaffe, A.B. (1989), *Real Effects of Academic Research*, *American Economic Review*, vol. 79, pp. 984-1001.
- Jaffe, A.B., Trajtenberg, M., Henderson, R. (1993), *Geographic localisation of knowledge spillovers as evidenced by patent citations*, *Quarterly Journal of Economics*, no. 108, pp. 577-598.
- Kelly, M., Hageman, A. (1996), *Marshallian Externalities in Innovation and Growth*, *Centre for Economic Research*, Department of Economics, University College Dublin, Working Paper 96/8, Dublin.
- Klette, T.J., Møen, J., Griliches, Z. (1999), *Do subsidies to commercial R&D reduce market failures? Microeconomic evaluation studies*, *Research Policy*, vol. 29, no. 4-5, pp. 471-495.
- Krugman, P. (1991), *Increasing Returns and Economic Geography*, *Journal of Political Economy*, vol. 99, pp. 483-499.
- Lamoreaux N.R., Sokoloff K.L. (1999), *Inventors, firms, and the market for technology in the late nineteenth and early twentieth centuries*, N.R. Lamoreaux, D.M. Raff, P. Temin (Eds.) *Learning by doing in markets, firms, and countries*, The University of Chicago Press, Chicago.
- Link, A.N., Rees, J. (1990), *Firm Size, University Based Research, and the Returns of R&D*, *Small Business Economics*, vol. 2, pp. 25-31.
- Marshall, A. (1890), *The Principles of Economics*, History of Economic Thought Books, McMaster University Archive.
- Maskell, P. (1992), *Learning in the Village Economy of Denmark: The Role of Institutions and Policy in Sustaining Competitiveness*, in Braczyk, H.-J., Cooke, P., Heidenreich, M. (Eds.), *Regional Innovation Systems: The Role of Governance in a Globalized World*, pp. 190-213, London.
- Maurseth, P.B., Verspagen, B. (1999), *Knowledge spillovers in Europe. A patent citation analysis*, paper presented at the CRENOS Conference on Technological Externalities and Spatial Location, University of Cagliari, 24th-25th September.

- Mohnen, P. (1996), *R&D externalities and productivity growth*, OECD STI Review, no. 18, pp. 39-66.
- Morgan, K. (2004), *The exaggerated death of geography: learning, proximity and territorial innovation systems*, Journal of Economic Geography, vol. 4, no. 1, pp. 3-21.
- Nelson, R., Winter, S. (1982), *An Evolutionary Theory of Economic Change*, Harvard University Press, Cambridge, MA.
- Park, J. (2004), *International Student Flows and R&D Spillovers*, Economic Letters, vol. 82, pp. 315-320.
- Partridge, M.D., Rickman, D.S. (1999), *Static and Dynamic Externalities, Industry Composition, and State Labour Productivity: A Panel Study of States*, Southern Economic Journal, vol. 65, pp. 319-335.
- Peri, G. (2003), *Knowledge Flows, R&D Spillovers and Innovation*, ZEW Discussion Papers 03-40, ZEW - Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung / Center for European Economic Research.
- Porter, M.E. (1990), *The Competitive Advantage of Nations*, The Free Press, New York.
- Porter, M.E. (1998), *On Competition*, Harvard Business School, Boston, MA.
- Romer, P.M. (1986), „Increasing Returns and Long-Run Growth”, in: *Journal of Political Economy*, vol. 94, pp. 1002-1037.
- Rosenberg, N. (1963), *Technological Change in the Machine Tool Industry*, The Journal of Economic History, vol. 23, pp. 414-443.
- Scherer, F.M. (1982), *Inter-Industry Technology Flows and Productivity Growth*, Review of Economics and Statistics.
- Schrader, S. (1991), *Informal Technology Transfers between Firms: Cooperation through Information Trading*”, Research Policy, vol. 20, pp. 153-170.
- Schumpeter, J.A. (1942), *Capitalism, Socialism and Democracy*, Harper & Row, New York.
- Scitovsky, T. (1954), *Two concepts of external economies*, Journal of Political Economy, vol. 62, pp. 143:151.
- Thompson, W.T. (1962), *Locational differences in inventive efforts and their determinants*, in Nelson, R.R. (Ed.), *The rate and direction of inventive activity: Economic and social factors*, Princeton University Press.
- Varga, A. (1998), *Local Academic Knowledge Spillovers and the Concentration of Economic Activity*, Regional Research Institute, West Virginia University, Research Paper No. 9803, Morgantown.
- Verspagen, B., Schoenmakers W. (2000), *The spatial dimension of knowledge spillovers in Europe: Evidence from patenting data*, Paper presented at the AEA Conference on Intellectual Property Econometrics, Alicante, 19-20 April.
- Von Hippel, E. (1987), *Cooperation between rivals: informal know-how trading*, Research Policy, vol. 16, no. 6, pp. 291-302.
- Von Hippel, E. (1994), *'Sticky information' and the locus of problem solving: implications for innovation*, Management Science, vol. 40, no. 4, pp. 429-439.
- Zellner, Ch. (2003), *The Economic Effects of Basis Research: Evidence for Embodied Knowledge transfer via Scientists' Migration*, Research Policy, vol. 32, p. 1881-1895.