

XLème Colloque de l'Association de Science Régionale de Langue Française.

Convergence et disparité régionales au sein de l'espace européen : les politiques régionales à l'épreuve des faits.

Bruxelles les 1, 2 et 3 septembre 2004

Individus, organisation, réseaux : triptyque central d'une politique de création de connaissances technologiques ?

Claudine GAY

ISH Centre Walras, 14 avenue Berthelot, 69007 LYON, cgay@univ-lyon2.fr

Fabienne PICARD (correspondant)

UTBM, Laboratoire RECITS, 90010 BELFORT Cedex, fabienne.picard@utbm.fr

Introduction

L'Union Européenne s'est fixée pour objectif de devenir à l'horizon 2010, «*l'économie de la connaissance la plus compétitive et la plus dynamique du monde, capable d'une croissance économique durable, accompagnée d'une amélioration quantitative et qualitative de l'emploi et d'une plus grande cohésion sociale*» (Conseil européen de Lisbonne, 2000). Rompant avec une tradition de faible intervention publique (pour l'essentiel ciblée sur la convergence, la stabilité des prix et l'équilibre budgétaire), la mise en place d'une économie de la connaissance européenne associe de manière inédite des objectifs économiques de compétitivité et de croissance et des objectifs économiques et sociaux d'emploi et d'intégration sociale. Cette déclaration d'intention se traduit d'ores et déjà par des actions d'encouragement à la recherche, de protection de la propriété industrielle et d'amélioration des qualifications et de la formation professionnelle (Baslé, 2004). Elle requiert, néanmoins, de multiplier les réflexions sur les dispositifs de politique économique à mettre en place. Une telle démarche s'impose d'autant plus que l'insertion dans l'économie de la connaissance se caractérise d'ores et déjà par des disparités importantes entre les membres de l'Union Européenne (Dumont et Poutineau, 2004) et ne semble pouvoir aboutir qu'au travers d'efforts conséquents (le Japon et les Etats Unis constituant pour le moment de meilleurs prétendants).

Historiquement, les objectifs de compétitivité et de croissance économique sont plutôt poursuivis en Europe par le biais de la politique de concurrence¹ dans le cadre du marché unique. Quant à la conception européenne de la politique industrielle, dont la doctrine est consignée en dans la communication du commissaire Bangeman² (1990) elle reste assez restrictive et largement subordonnée à la politique de concurrence (Broussolle, 2004) au point que Cohen et Lorenzi (2000) parlent de l'« *abandon des politiques industrielles consacré au moment du traité de Maastricht* » (p.62). Ces derniers ont montré l'importance de développer une politique industrielle européenne forte dont les champs d'action sont à redéfinir singulièrement. En effet, partant du constat d'un décrochage de l'Europe par rapport aux Etats Unis en matière de spécialisation industrielle, de R&D, d'innovation, de dépôt de brevets etc., les auteurs ont défini trois scénarios : un scénario de convergence canalisée, un scénario de politiques horizontales de compétitivité et un scénario d'action volontariste. Leur analyse a conduit à souligner les limites des deux premiers et les enjeux du troisième. Ils ont montré notamment que l'aspect concurrentiel de la politique industrielle ne devait être qu'une étape pour se muer en une pratique volontariste. Ces réflexions se sont développées depuis, en raison de la stratégie de Lisbonne et les risques de désindustrialisation ("*Accompagner les mutations structurelles: Une politique industrielle pour l'Europe élargie*", 2004).

Outre la concurrence et le commerce international, il serait nécessaire que cette politique industrielle volontariste concerne la stimulation et le soutien à l'innovation et la recherche³, en raison, notamment, de la persistance du paradoxe technologique européen⁴. Ceci impose une réflexion sur la mise en place d'une véritable politique technologique⁵, dont les espoirs ont été maintes fois déçus par les échecs des programmes européens comme, par exemple, le programme Euratom. Dans le cadre de la construction d'une économie européenne de la connaissance, édifier

¹ La politique de concurrence vise en général l'ouverture des marchés, la lutte contre les positions dominantes et la discrimination par les prix. En Europe, elle repose sur un cadre législatif fort établi par le traité de la CE (articles 81 à 90) et par le règlement du Conseil sur le contrôle des concentrations. La politique européenne de la concurrence agit sur les structures de marché et les comportements des acteurs économiques en veillant à : (1) La répression des accords restrictifs de concurrence et des abus de position dominante, (2) Le contrôle des concentrations d'entreprises, (3) La libéralisation des secteurs économiques sous monopole et (4) Le contrôle des aides d'État.

² « La responsabilité principale pour la compétitivité doit reposer sur les entreprises elles-mêmes, mais elles doivent pouvoir attendre des autorités publiques un environnement et une perspective clairs et prévisibles pour leurs activités » (citation de la communication du commissaire Bangeman intitulée « la politique industrielle dans un environnement ouvert et concurrentiel, lignes directrices pour une approche communautaire », cité par Broussolle, 2004, p. 207).

³ Conformément au modèle en chaîne liée (Kline et Rosenberg, 1986), par la suite, nous considérons l'innovation comme un processus de conception, interactif, englobant les activités de recherche.

⁴ Qui désigne la contradiction forte qui existerait en Europe entre une production scientifique de qualité et une moindre performance en matière technologique.

⁵ Nous considérons ici la politique technologique au sens large de « *technology policy* » comme l'ensemble des actions conduites par les autorités publiques en vue d'optimiser l'impact du changement technologique sur la croissance économique.

une véritable politique technologique requiert au préalable de définir clairement ses objectifs et de répondre à trois grandes questions.

La première question concerne **les instruments** qu'il faut développer. Parmi les explications de la faiblesse relative de la technologie européenne, on trouve la faiblesse des efforts de recherche privée et publique (mesurée par les dépenses de R&D, le nombre de chercheurs etc.), l'insuffisance de la performance technologique (mesurée par le nombre de brevets déposés, les citations de brevets, la balance des paiements technologique etc.), une spécialisation sectorielle insuffisamment axée sur les activités de haute technologie etc. On peut chercher une explication de ce retard technologique relatif de l'Europe, d'une part, dans la faiblesse des ressources allouées à la recherche et à l'innovation et, d'autre part, dans les faiblesses organisationnelles de la recherche et de l'innovation. Dans la première optique, il est légitime de mettre en place, à la fois des instruments d'incitation à l'investissement (aide, crédit d'impôt recherche etc.), et une action sur l'environnement réglementaire, juridique et financier (protection de la propriété, facilités de financement etc.). Dans la seconde optique, les instruments à développer touchent plutôt l'environnement économique et institutionnel des acteurs de la recherche et de l'innovation et sont plutôt de l'ordre de l'accompagnement et du développement des synergies entre les acteurs de l'innovation.

La deuxième question concerne le **champ d'application** des politiques technologiques. En particulier, il s'agit de définir le public qui est ciblé par la politique technologique. Traditionnellement, les politiques de soutien à l'innovation concernent les grandes entreprises dotées d'un service de R&D, les laboratoires de recherche et, depuis quelques années, les PME. Or, dans le contexte d'une économie basée sur la connaissance, les acteurs engagés dans le processus de création de connaissances apparaissent nombreux et variés, en deçà et au-delà des frontières des entreprises. Les Universités, les inventeurs individuels, les centres de recherche privés, les utilisateurs ou encore les intégrateurs sont autant d'acteurs de la création de connaissances technologiques. Depuis peu, on reparle du rôle fondamental des individus au travers de la notion de « *stars scientists* » mais aussi du rôle de différentes formes de collectifs, des communautés d'individus (communautés épistémique et de pratique) ou réseaux d'entreprises. Il est donc nécessaire de faire non seulement un repérage fin des acteurs stratégiques de la création de connaissance, mais aussi une analyse de leurs caractéristiques, afin d'apporter une réponse adaptée en matière de politique technologique.

La troisième question concerne les **modalités d'application** des politiques technologiques. Alors que, traditionnellement, les politiques technologiques sont pensées dans un cadre national, la légitimité nouvelle d'une gouvernance supra nationale européenne coïncide avec la redécouverte

du rôle de la proximité spatiale dans le processus de développement technologique rendant légitime les actions des régions, des départements ou même des agglomérations. Une des difficultés réside alors dans la définition du champ d'action de chacun des niveaux de compétence, dans leur coordination tout en donnant une cohérence globale à l'ensemble du dispositif.

L'objectif de cet article est précisément de tenter de répondre à ces trois questions. Il s'organise en deux parties. Dans la **première partie**, on définit les grands objectifs que doit se donner une politique technologique dans un contexte d'économie basée sur les connaissances. Partant des caractéristiques de ce nouveau contexte et de l'évolution des théories de l'innovation, on montre la nécessité d'opérer un glissement de problématique de l'« économie de l'innovation » vers l'« économie de la connaissance ». Sur la base de cette proposition, la **deuxième partie** est dédiée à l'élaboration d'une grille d'analyse de la création de connaissances technologiques permettant de définir plus précisément les instruments, le champ et les modalités d'application de la politique technologique.

1. Qu'est ce qu'une politique technologique dans une économie fondée sur les connaissances ?

Partant des caractéristiques du contexte actuel d'économie basée sur les connaissances (1.1.) et des grandes évolutions des théories de l'innovation technologique (1.2.), on montre la nécessité d'opérer un glissement de problématique en matière de politique technologique que l'on propose de concevoir *in fine* comme un dispositif de soutien et de stimulation de l'utilisation et de la création de connaissances scientifiques et technologiques (1.3.).

1.1. Le contexte d'économie basée sur les connaissances : définition et enjeux

L'économie basée sur les connaissances (désormais EBC) s'épanouit, pour l'essentiel dans les pays développés, depuis le milieu des années quatre-vingt dix (Lundvall et Johnson, 1994, Foray et Lundvall, 1996, David et Foray, 2001). L'expression d'EBC exprime globalement l'idée que la **principale source de croissance est devenue la capacité à acquérir, créer et utiliser la connaissance** (OCDE, 1996). L'inflation terminologique⁶ qui entoure cette expression témoigne de la difficulté à cerner réellement le phénomène, toutefois un consensus s'établit, parmi les économistes, autour de trois idées force :

⁶ Les expressions suivantes sont également utilisées : "Economie fondée sur la connaissance", "économie (ou société) basée sur le savoir", "nouvelle économie", "économie de l'information", "économie du numérique", "capitalisme intelligent", "capitalisme intellectuel", "capitalisme cognitif" etc.

(1) en EBC, non seulement on produit de plus en plus de connaissances⁷, mais on en utilise aussi de plus en plus, la proportion de travail impliquant des biens tangibles devenant plus faible que celle engagée dans la production, la distribution et le traitement de biens intangibles ;

(2) en EBC, se développe un régime d'innovation permanent qui se traduit par une complexification toujours plus grande des produits et des technologies ;

(3) alors que l'innovation était, jadis, considérée comme l'unique apanage des services de R&D des grandes firmes, on assiste à une multiplication des lieux et des acteurs de l'innovation (Soete, Weel, 1999). Parmi ceux-ci, les Universités sont amenées à jouer un rôle de plus en plus important, directement comme source d'alimentation de la connaissance, notamment au travers des *spillovers* académiques, mais aussi indirectement par son rôle traditionnel d'enseignement et de formation (Commission Européenne, 2003).

L'EBC est donc avant tout caractérisée par le rôle plus intense de la connaissance dans les phénomènes économiques et notamment dans le processus d'innovation technologique (la source primordiale de la richesse n'est plus le capital mais la connaissance), le niveau d'utilisation et de production de connaissances ayant atteint une telle ampleur que certains parlent d'un nouveau régime de croissance (Delapierre *et al.*, 2000). Elle est également caractérisée par de nombreux changements dans la manière d'utiliser et de produire les connaissances. Les interactions entre les différents aspects de la création de connaissance sont de plus en plus importantes et de plus en plus complexes (entre la recherche fondamentale, la recherche appliquée, la R&D, l'innovation mais aussi l'éducation, la formation etc.). Les acteurs et les lieux de la création de connaissance sont également de plus en plus nombreux et leurs relations de plus en plus importantes.

L'EBC se traduit par différents changements organisationnels et institutionnels. Lundvall et Johnson (1994) montrent que, outre le développement des NTIC, l'EBC est caractérisée par le développement de la spécialisation flexible impliquant une large coopération et une forte communication entre les différents acteurs de l'économie. Selon Moati et Mouhoud (1994) cette rupture avec le mode de production fordiste s'accompagne du passage d'une logique de « *division technique* » à une logique de « *division cognitive du travail* ». Dans la grille de lecture de Gibbons *et al.* (1994), au mode traditionnel de production de connaissance (mode 1) s'oppose un nouveau mode de production de connaissances (mode 2). Si le premier repose sur des disciplines uniques, compris dans des paradigmes scientifiques homogènes et larges, le second prend place dans des

⁷ La production de connaissances représenterait 50% du PIB à la fin des années 90 et dans la zone OCDE contre 45% en 1985 (OCDE, 1999). D'après Machlup (1962) elle représentait 29% du PIB aux Etats-Unis en 1958.

contextes économiques et sociaux transdisciplinaires, hétérogènes et plus appliqués. Si le premier est assez fortement hiérarchique et persistant, le second est plus éphémère et moins hiérarchique.

L'existence de liens de plus en plus ténus entre la dynamique d'innovation technologique, l'utilisation et la production de connaissances et la croissance économique se traduit, de manière sous jacente et assez inédite, par une convergence des préoccupations de création technologique et les questions d'emploi et de gestion des ressources humaines. Ceci se manifeste par un intérêt plus grand accordé, à la fois à la notion de *capital humain*⁸, donnant plus d'importance aux connaissances et compétences des individus, et à la notion de *capital social* et aux valeurs collectives qui lui sont associées.

Les points sur lesquels divergent les analyses concernent essentiellement le degré de nouveauté et l'ampleur du phénomène, ses liens avec la nouvelle économie et les NTIC, mais aussi son impact sur l'environnement économique et social général. Au delà des débats sur l'entrée, ou non, dans un nouveau mode de régulation capitalisme (comme le suggèrent Paulré, 2000 et Vercellone, 2003), l'épanouissement de ce nouveau contexte nécessite d'explorer plus finement les liens entre innovation et connaissance et d'analyser leur impact sur la politique technologique.

1.2. Théories du changement technologique et politique technologique : évolutions et perspectives

On considère ici la politique technologique comme l'ensemble des actions, stratégies, instruments mis en place par les pouvoirs publics visant à stimuler le changement technologique, et ce faisant la compétitivité des firmes et au niveau macro-économique à stimuler la croissance. Ce pan de la politique économique a longtemps tenu une place restreinte, en grande partie du fait d'une représentation étroite de l'innovation et de la technologie. L'évolution récente des théories du changement technologique, notamment l'enrichissement de la notion de connaissance, permet toutefois de faire évoluer considérablement la portée de la politique technologique (au niveau de ses enjeux, objectifs et moyens d'action). Nous proposons de procéder ici à une synthèse rapide de cette évolution et de percevoir les perspectives qu'elle offre.

1.2.1. La technologie comme bien informationnel : la politique technologique conçue en termes de défaillance de marché

Ce n'est qu'à partir des années soixante, avec les travaux de J. K. Arrow (1962), que l'intervention publique en matière de technologie trouve une certaine légitimité. En rupture avec les théories néoclassiques de la croissance, qui considèrent la technologie de manière étroite

⁸ Le capital humain désigne le stock de connaissances économiquement viable incorporé aux individus

comme un bien d'accès libre et gratuit, J.K. Arrow est le premier à attribuer à la technologie le statut de bien économique à part entière. Assimilée à de l'information, elle est définie comme le résultat des activités, essentiellement de R&D, des firmes. Il en découle que c'est un bien économique, de fort aspect public, qui est par essence difficile à contrôler et à approprier, de caractère partiellement exclusif, cumulatif et non rival. Echappant en grande partie au marché, c'est un bien qui produit des externalités. L'écart qui en découle entre rendement privé et rendement social de la recherche présente un risque de désincitation des agents privés et aboutit à une situation de sous investissement en recherche au niveau macro économique.

Dès lors, l'un des principaux objectifs de l'intervention publique en matière de technologie est d'atténuer ces externalités de recherche, perçues comme une défaillance de marché, d'une part en stimulant l'initiative privée et, d'autre part, en apportant un soutien public à la recherche. Cette conception de la politique technologique s'est manifestée dans les années soixante par un accent fort porté, d'une part au développement des actions d'incitation et de protection des activités de recherche privée, et, d'autre part au développement des grands programmes publics et à la création d'organismes spécialisés dans la recherche (unités associées du CNRS). Mais elle s'est traduite par une tendance au clivage des politiques de recherche appliquée (privée et protégée), d'un côté, et des politiques de recherche fondamentale (publique et ouverte), de l'autre côté. Il en est résulté un accès difficile des entreprises privées aux résultats de la recherche fondamentale.

Cette limite des politiques technologiques des années soixante a conduit, dans les années soixante-dix, à des efforts de transferts et de valorisation des résultats de la recherche publique (évolution de la mission de l'Anvar dans une optique de transferts de connaissance). Cette difficulté de circulation des résultats de la recherche publique vers la recherche privée, de la recherche fondamentale vers la recherche appliquée, a contribué à remettre en cause la vision strictement linéaire de l'innovation et la conception de la nature strictement informationnelle de la technologie.

1.2.2. La connaissance comme moteur du changement technologique : la politique technologique comme gestion des externalités technologiques de connaissance

L'assimilation de la technologie à de l'information de Arrow appelle une critique majeure : elle réduit en effet les problèmes de technologie à ceux de l'accès et de l'échange d'informations, contraints par nature par des défaillances de marché, alors que l'existence de phénomènes d'apprentissage technologique (dont l'un d'eux a été étudié par Arrow lui-même) montre que,

pour résoudre des problèmes technologiques majeurs, l'innovation requiert, outre de l'information, des connaissances⁹ et des compétences spécifiques, et même souvent non codifiées.

Outre les théories de la croissance endogène¹⁰, ce sont les approches néo schumpeteriennes, notamment évolutionnistes (Nelson et Winter, 1982, Dosi, 1984, 1988, Dosi et al, 1988), qui marquent réellement le pas dans la reconnaissance du rôle primordial de la connaissance dans le processus d'innovation technologique. Elles placent le changement technologique au cœur de leur analyse en faisant évoluer notablement la conception de la technologie et de l'innovation.

En premier lieu, la technologie est véritablement endogène à l'économie. Elle résulte de l'action des agents, de leurs décisions d'investir en fonction des contraintes institutionnelles et du marché. Contrairement aux approches où les firmes innovent en piochant dans le stock d'informations disponibles, les firmes créent et améliorent elles-mêmes leur technologie en utilisant leur "base de connaissance" définie comme l'ensemble des inputs informationnels, connaissances scientifiques et technologiques, savoir-faire, capacités constituées par les firmes, pour résoudre les problèmes techniques qui se posent à elles. A partir des travaux évolutionnistes, la connaissance est donc à la fois l'input et l'output de l'innovation technologique.

En second lieu, la technologie est composée d'un ensemble de connaissances spécifiques de dimension codifiée et tacite. L'assimilation de la technologie à un bien public est relativisée. L'innovation est considérée comme un processus particulier de résolution de problèmes (Dosi, 1982) qui reçoit d'emblée une réponse spécifique de la part de ceux qui l'ont en charge. Ce faisant, la nature de la connaissance donne au processus d'innovation l'image d'un processus d'apprentissage particulier, par nature cumulatif, spécifique et irréversible (Dosi, 1988).

En troisième lieu, là où le modèle linéaire de l'innovation faisait de la recherche appliquée l'aboutissement de la recherche fondamentale, l'innovation technologique apparaît comme un processus systémique qui peut répondre aussi à des problèmes posés lors de la recherche appliquée ou des besoins exprimés par des utilisateurs. L'innovation est le processus à partir duquel les opportunités technologiques sont transformées, en fonction des contraintes économiques. Elle est alors considérée comme un processus complexe et interactif, à la fois poussé par la technologie et tiré par le marché. C'est une création de connaissances à partir de

⁹ Par information on entend alors « flux de messages » tandis que la notion de connaissance incorpore une activité cognitive de la part des agents qui consiste à sélectionner, traiter et interpréter les flux de messages pour en produire de nouveaux.

¹⁰ Les théories de la croissance endogène (Romer, 1990, Grossman et Helpman, 1991, Aghion et Howitt, 1992) ont largement contribué à la reconnaissance du rôle moteur de la connaissance dans l'innovation et la croissance. Elles ouvrent la voie en développant des modèles associant l'existence des phénomènes d'apprentissage et d'externalités et les rendements d'échelle croissants, mais la dynamique de création de connaissances reste encore largement mystérieuse.

connaissances caractérisée par de nombreuses rétroactions entre ses différentes séquences, interactive au sein des firmes, mais aussi entre les firmes et les autres acteurs de l'innovation. C'est ainsi un processus largement soumis aux conditions sociales et environnementales.

Enfin, contrairement aux approches en termes de défaillance de marché, ces travaux focalisent sur la question de l'absorption de la connaissance. Ils permettent notamment d'infléchir la perception négative des externalités produites par les connaissances : elles ne sont plus considérées seulement comme des défaillances de marché à combattre, mais aussi, et surtout, comme des éléments à capter. De la question de la fuite des connaissances, on passe à celle, plus positive, de l'absorption de ces connaissances (Cohen et Levinthal, 1990).

L'impact politique de cette évolution du concept de technologie est considérable. L'innovation technologique, et donc la croissance économique, dépendent en grande partie des capacités à exploiter les connaissances. Dans cette perspective, la politique technologique doit se concevoir non plus comme une résolution des défaillances de marché mais au contraire comme une façon de tirer profit des externalités technologiques de connaissances. Elle conduit à considérer que les firmes, grandes et petites, sont des acteurs essentiels du processus d'innovation qui doivent se nourrir en permanence de flux de connaissances issus de la recherche publique, mais aussi d'une pluralité d'acteurs, notamment par le biais de formes hybrides de coopération.

Cela se traduit dès la fin des années quatre-vingt par des politiques technologiques moins centrées sur les grands programmes publics et plus axées sur la stimulation d'acteurs diversifiés de l'innovation, par le biais notamment d'aides financières directes et indirectes (crédit d'impôt recherche, aides fiscales, aides à l'embauche, aides de l'Anvar en direction des PME...). Cela se traduit également par des actions de mise en relation et de fertilisations croisées des acteurs innovants, notamment de la recherche publique et privée. La politique technologique devient progressivement alors une « gestion publique des externalités technologiques de connaissance » (Bellis et Carrincazeaux, 2002).

C'est le début des politiques de mise en réseau des acteurs de l'innovation : il s'agit de favoriser l'épanouissement d'un contexte propice aux échanges formels et informels. Cette conception se déploie dans les notions de système d'innovation et de réseau d'innovation qui fournissent un nouveau cadre d'action de l'intervention publique et qui sont adossées au concept de Système National d'Innovation (Freeman, 1987, Lundvall, 1992). L'objectif de ces travaux est d'expliquer les différences de performances de croissance des nations et de définir les arrangements institutionnels favorables à l'innovation. Ils développent l'idée forte que l'innovation, comme apprentissage collectif, est le fruit d'interactions entre des acteurs composites qui se structurent à

l'intérieur du territoire national (sur des fondements politiques, institutionnels et culturels particuliers). Outre la reconnaissance du rôle de l'innovation dans le développement économique, la portée de ces travaux réside dans la reconnaissance du rôle clef des arrangements institutionnels dans la dynamique innovante, premier pas vers l'affirmation du rôle des territoires.

1.2.3. La connaissance technologique localisée : la politique technologique comme mode d'action de proximité

L'enrichissement de la notion connaissance, a permis de percevoir l'aspect contextuel et localisé de l'innovation, caractérisé par des externalités dont la portée est réduite. En effet, concevoir la dimension tacite de la connaissance affaiblit de manière décisive les hypothèses de Arrow de non appropriation et de libre circulation du savoir, ce qui se traduit, notamment sur le plan spatial¹¹, par l'existence de limites géographiques aux externalités de connaissance.

La reconnaissance de la dimension spatialement localisée de l'innovation a donné à la notion de système une étendue géographique plus restreinte, au travers des notions de système régional et local d'innovation¹², héritées de l'approche du district industriel de A. Marshall. Si les approches par le territoire (Gay et Picard, 2001a) ont l'intérêt de souligner le rôle des différentes formes de proximité qui sont actives dans les activités productives et innovantes, c'est, encore une fois, l'enrichissement de la conception de la connaissance qui permet de saisir au mieux cette question. En effet, la prise en compte de la complexité de la connaissance et notamment de son fort aspect tacite¹³ conduit à montrer la dimension fortement localisée de la connaissance, la connaissance tacite étant par définition difficile à transmettre à distance. Les approches empiriques de la géographie de l'innovation (Feldman, 1994) ont permis de confirmer cette hypothèse en démontrant les limites spatiales des externalités de connaissance.

Au niveau des politiques technologiques, cette conception de l'innovation technologique spatialement localisée induit naturellement des réflexions sur la capacité d'apprentissage innovant des territoires de dimensions plus restreintes, comme par exemple les régions. Les travaux sur la *learning region* (Lawson, 1999, Lawson, Lorenz, 1999) montrent notamment que le développement technologique régional ne se fait pas de manière spontanée mais qu'il convient de favoriser l'existence d'infrastructures industrielles et d'un marché du travail qui autorise une

¹¹ Or, comme le montre Antonelli, l'innovation technologique est par nature localisée en raison de la nature localisée de la connaissance, dans de nombreux "espaces" : dans l'espace des techniques mais aussi dans le "temps historique", dans "l'espace de la connaissance", dans les "systèmes technologiques", dans les "conditions structurelles de chaque système économique", dans "l'espace géographique", dans "l'espace des caractéristiques des produits", dans les firmes, etc.

¹² Mais aussi au travers des notions diverses et variées exprimant l'idée d'une dynamique territoriale fertile de l'innovation technologique (*Learning region...*).

¹³ Qui reflètent le fait que « l'on en sait généralement plus que l'on ne peut en dire » selon Polanyi (1958).

amélioration continue des ressources, mais surtout une gouvernance qui développe un apprentissage interactif continu. Cette conception de la connaissance technologique localisée a également stimulé les politiques de type *cluster* dont l'objectif est de favoriser la fertilisation croisée des relations que tissent des acteurs de l'innovation sur un territoire commun restreint.

1.3. La politique technologique dans l'EBC : vers une gestion délibérée de la création de connaissances à partir de connaissances

La reconnaissance, par les théories de l'innovation, d'un lien étroit entre innovation, connaissance et croissance, ainsi que l'enrichissement progressif du concept de connaissance ont conduit à renouveler la politique technologique. Elle est désormais considérée (1) comme une gestion publique des externalités positives de connaissance, qui se traduit par des dispositifs de soutien indirect à l'innovation et au développement des synergies entre acteurs de la création de connaissance et (2) comme devant avoir des modalités d'application régionales et locales.

Ce faisant, les approches linéaires et les approches en termes de marché sont rendues obsolètes. Il s'agit alors de mettre en place, à côté des instruments d'incitation à l'investissement, de l'action sur l'environnement réglementaire, juridique et financier, des actions qui touchent à la fois l'environnement économique et institutionnel des acteurs de la recherche et de l'innovation et des actions d'accompagnement et de développement des synergies entre les acteurs de l'innovation.

Au fil des travaux, on voit que l'enjeu de l'innovation rencontre de plus en plus celui de la dynamique de la création de connaissances technologiques : l'élément central de la dynamique innovante devient explicitement l'utilisation, l'accumulation, la production et la diffusion de connaissances. Partant de ce constat, nous développons l'idée qu'au delà de la gestion des externalités technologiques de connaissance, la politique technologique (comme le management technologique dans les entreprises) doit porter **directement sur les forces qui agissent sur l'utilisation et la production de connaissances technologiques.**

Cela signifie que dans un contexte d'EBC, où l'innovation technologique apparaît comme une création de connaissances à partir de connaissances, il est nécessaire d'agir à la fois sur les éléments qui produisent et qui utilisent la connaissance et sur les éléments qui assurent la diffusion des connaissances et la gestion de leurs externalités. Toute la difficulté réside dans le fait que l'analyse économique apporte peu de précision sur la dynamique de création de connaissances et sur celle des externalités de connaissance. Une zone d'ombre entoure notamment l'identification des **supports de la connaissance** et des **canaux de diffusion de la connaissance.** Il s'agit donc à la fois de répondre à la question de Nelson et Winter (1982) « *mais où réside la*

connaissance ? » et de rebondir à la critique de Breschi et Lissoni (2001) « *knowledge spillovers are not in the air* » .

La démarche à adopter est indiquée par C. Antonelli (2003): pour comprendre réellement la dynamique de l'innovation technologique et donc de la création de connaissances, il faut ouvrir la boîte noire de la connaissance, ce qui constitue l'enjeu de cette deuxième partie.

2. Individus, organisation, réseaux : triptyque central d'une politique régionale de création de connaissances technologiques

Face au manque d'éléments fournis par la théorie économique sur la manière dont se crée et se diffuse la connaissance, l'objectif de cette partie est d'interroger plus finement la **dynamique de création de connaissances technologiques**, afin de mettre en lumière des lignes d'action de politique technologique, notamment au niveau régional. Après avoir analysé les caractéristiques de la connaissance et mis en exergue son caractère dual (2.1.), nous proposons une analyse des différents acteurs (ou *loci*) de la création de connaissances (2.2).

2.1. La double nature duale de la connaissance

Marshall (1890) est l'un des premiers à avoir souligné la dualité de la connaissance liée à son caractère en même temps public et privé. Depuis les années 90, les arguments se multiplient pour souligner cette nature duale que nous proposons d'étudier au travers de deux grandes dimensions : la dimension épistémologique (nature tacite *versus* codifiée de la connaissance) et la dimension spatiale (nature locale *versus* globale de la connaissance).

2.1.1. La dualité épistémologique de la connaissance : de la connaissance codifiée et tacite

La perception économique de la connaissance a longtemps été marquée par la philosophie cartésienne de la connaissance, par une façon de « voir le monde sous forme de dichotomies » (Nonaka et Takeuchi, 1997) : la connaissance est issue de la séparation entre le sujet et l'objet, les individus l'acquièrent en analysant les objets externes. La connaissance est alors d'emblée codifiée, formalisée sous différents supports, codes et symboles. Une fois produite, elle a des propriétés économiques de duplication¹⁴. On admet donc que le coût de transmission de la connaissance est celui de sa duplication (quasiment nul), cette propriété se trouve renforcée par la numérisation (David et Foray, 1995). Nonaka et Takeuchi (1997) ont contribué à la remise en

¹⁴ Sous la condition que l'agent économique qui la possède a également les codes qui lui permettent de l'exploiter, ce qui fait référence dans la littérature actuelle à la notion de "*code book*".

cause de cette perception de la connaissance, prenant appui à la fois sur une acception japonaise¹⁵ de la connaissance qui montre que la dimension codifiée et visible ne représente qu'une faible partie de la connaissance¹⁶ et sur la phénoménologie¹⁷ qui montre que les êtres humains créent de la connaissance non pas en observant les objets extérieurs mais en « habitant » ces objets et en s'impliquant dans ceux-ci.

La dimension tacite de la connaissance renvoie au fait que « nous en savons toujours plus que nous pouvons en dire » (Polanyi, 1966). Elle renferme une part de compétences techniques, informelles, relevant du "*know how*", qui ne peut jamais être complètement explicité et qui comporte par conséquent une dimension cognitive importante mais aussi une dimension sociale, voire sociétale (Lam, 1998). La connaissance tacite est donc fortement contextualisée dans les conditions de sa génération et de sa diffusion. Le problème économique posé par la connaissance tacite est donc celui de son transfert qui passe nécessairement par un apprentissage, une interaction sociale spécifique comme l'observation, la pratique ou encore les contacts interpersonnels.

Différents travaux défendent aujourd'hui l'idée qu'un vaste mouvement de codification rend obsolète l'usage intensif du terme de connaissance tacite (Cowan, David et Foray, 1999). Si on adopte ce point de vue, on devrait considérer la politique technologique essentiellement comme une stimulation de la diffusion de connaissances codifiées, accordant une place importante aux technologies numériques. Mais de nombreux travaux s'inscrivent en faux contre cette conception en développant deux idées (1) la connaissance tacite, loin d'être une fatalité, est au contraire un atout, source d'avantage compétitif (Senker, 1995, Nonaka et Takeuchi, 1997, Langlois et Robertson, 1996) et (2) les connaissances tacites et codifiées loin d'être binaires ou substituables sont au contraire largement complémentaires¹⁸ (Langlois, 2001, Nightingale, 2003). Connaissances tacites et connaissances codifiées constituent à elles deux la structure de la connaissance (Nonaka et Takeuchi, 1997, Saviotti, 1998).

¹⁵ Qui n'hérite pas de la pensée cartésienne mais de la pensée Bouddhiste Zen et du Confucianisme dont les traits distinctifs se traduisent par une triple unité (unité de l'humanité et de la nature, unité du corps et de l'esprit, unité de moi et de l'autre).

¹⁶ Les éléments subjectifs sont au contraire largement pris en compte : la connaissance puise ses racines dans l'action des individus mais aussi dans leurs idéaux, valeurs ou encore émotions. Cette conception de la connaissance se retrouve dans les pratiques du entreprises japonaises qui, contrairement aux entreprises occidentales, ne proposent pas des efforts de codification et de formalisation, mais développent au contraire une combinaison forte de connaissances tacites et codifiées (Lam, 1996).

¹⁷ Développée par des philosophes tels que E. Husserl et M. Merleau Ponty (1945).

¹⁸ Pour le montrer Langlois repositionne la connaissance comme structure et l'information comme flux. Il montre que la présence de signaux ne signifie pas d'emblée la présence de connaissance : « Even though Chinese characters can be beautifully written in pen and ink, the structure necessary to read the characters has to have been built up by years of skill training » (2001, p.81).

Cette acceptation, non pas dichotomique, mais duale, de la nature de la connaissance a de nombreuses implications en matière de politique technologique. Cette dernière ne peut pas s'en tenir à une simple politique de stimulation de la connaissance codifiée¹⁹ mais doit aussi se concevoir comme un dispositif de gestion délibérée de connaissances tacites. Son objectif est donc de jouer à la fois sur (1) la quantité et la qualité de la connaissance produite, en jouant sur les différentes « formes » ou « supports » de cette connaissance, (2) la quantité et la qualité des échanges de connaissances en jouant sur les différents canaux de diffusion de la connaissance.

Cet objectif nécessite avant tout d'identifier ces différents types de support de la connaissance et les différents canaux de diffusion de la connaissance. Le brevet est une source importante de connaissance codifiée qui peut être exploitée par les firmes concurrentes pour profiter de l'effort de R&D entrepris, le contenu du brevet indiquant les caractéristiques des inventions. Les publications techniques constituent un autre moyen de transmission des externalités technologiques de connaissance²⁰. La partie codifiée de la connaissance technologique justifie le développement de politiques de diffusion des savoirs scientifiques et techniques et plus spécifiquement les politiques de développement des NTIC actuelles.

Le développement de la partie tacite de la connaissance est plus complexe, car elle est « incorporée » dans différents types de supports et se diffuse au travers de canaux particuliers. Elle est incorporée dans des biens et peut être transmise par la vente de ces produits. Elle est aussi incorporée dans les individus (cf. partie 2.2.) et transmise, par exemple, par la mobilité des individus ou par les contacts interindividuels. Elle est également encadrée dans des formes collectives, à l'intérieur de la firme ou au-delà, et passe par la coopération contractualisée ou non entre des acteurs.

2.1.2. La dualité spatiale de la connaissance : de la connaissance locale et de la connaissance globale

La dualité épistémologique de la connaissance a une traduction d'emblée spatiale. En effet, la dynamique spatiale de la création technologique se conçoit dans de nombreux travaux au regard de la nature localisée ou au contraire diffuse des *spillovers* de connaissance²¹. D'un côté, la

¹⁹L. Soete note d'ailleurs « la façon paradoxale dont les nouvelles technologies de l'information et des communications, par le biais d'une « codification » du savoir accrue sapent actuellement les incitations à accumuler le savoir, notamment dans l'industrie » (L. Soete, 1997, p.1).

²⁰ Dans ce cas, les informations peuvent être publiées soit dans un cadre légal, ce qui est le cas par exemple des revues techniques qui sont ouvertes au public, ou dans un cadre illégal, quand il s'agit d'espionnage industriel.

²¹ La localisation des *spillovers* de connaissance n'étant pas l'unique argument de la géographie de l'innovation. La localisation des activités de production et l'existence de marchés divers (marchés des biens finaux, marchés des biens intermédiaires, marchés du travail) mais aussi d'économies d'agglomération urbaines constituent des éléments explicatifs élémentaires de l'agglomération de l'innovation.

nature codifiée de la connaissance implique qu'elle se diffuse aisément, ce qui se traduit par l'existence de *spillovers* diffus de connaissance. D'un autre côté, la dimension tacite de la connaissance implique qu'elle reste toutefois fortement contextualisée, ancrée dans les lieux dans lesquels elle est apparue, ce qui se traduit par l'existence d'une limite spatiale aux externalités technologiques (on parle alors de *spillovers* de connaissance technologiques localisés).

La nature localisée des externalités de connaissance est devenue un des fondements de l'analyse des formes de polarisation des activités technologiques. La localisation des acteurs à proximité physique les uns des autres est interprétée comme le résultat de la recherche des bénéfices des *spillovers* localisés de connaissance (créant une «atmosphère» à la Marshall), associée à des phénomènes de *path dependency*. De l'autre côté, la transmission de connaissances diffuses illustre le mouvement de globalisation du système productif et d'innovation. Ainsi, la création de connaissances technologiques s'exprime également dans une dualité dont l'expression littéraire la plus courante est le "paradoxe du local et du global". Pourtant, il apparaît souvent que les externalités ne sont pas strictement localisées ou non localisées mais qu'elles peuvent être les deux à la fois selon un certain nombre d'influences qui mettent en jeu la dualité épistémique de la connaissance (Gay et Picard, 2001b).

Cette dualité spatiale de la création de connaissance implique la mise en place d'actions aux différents contours spatiaux. Pour le moment, le dispositif européen consiste à superposer des programmes communautaires multiples avec les politiques nationales²² (15 programmes communautaires sont coordonnés par le PCRD créée en 1984). Le champ de compétence européen est tout à fait indispensable pour impulser une dynamique de création technologique dans l'économie basée sur la connaissance et pour définir les grands enjeux et les axes de la politique technologique et son cadre réglementaire. Il demeure toutefois insuffisant pour promouvoir des actions de terrain réellement stimulantes. A l'échelon national incombe la compétence de construire les capacités de recherche, de mettre en place les structures de création de connaissances. Les régions détiennent quant à elle des moyens d'action sur la performance organisationnelle de la recherche et de l'innovation et ont l'opportunité de dynamiser les structures de proximité. La justification traditionnelle de la politique technologique régionale est fondée sur le fait que, d'un côté l'innovation technologique est perçue comme un facteur important de développement régional (niveau de richesse et d'emploi) et, de l'autre, la région est perçue comme un acteur public ayant les compétences pour mettre en place une dimension de la politique technologique. Dans le cadre de l'EBC, la région présente la possibilité d'impulser un

²² En réalité, les dépenses communautaires restent encore marginales dans les dépenses de R&D. Les réussites comme Airbus ont été soutenues par les Etats.

développement technologique territorial de proximité, reposant sur la mise en place de synergies entre les acteurs. Le niveau régional présente des champs de compétences tout à fait légitimes pour mettre en place ce type de politique : « le niveau local ou régional est en fait le mieux approprié pour passer un contrat avec les entreprises et leur apporter le soutien extérieur dont elles ont besoin... C'est aussi le niveau de base où il existe une solidarité et où les relations se forment naturellement » (Livre vert, 1997, p.57). Le degré de compétence accordé aux régions dépend pour le moment des Etats membres de l'Europe, mais depuis 1994, on assiste au développement des actions régionales pour la recherche et la technologie.

Dans le contexte de l'EBC, ces politiques technologiques régionales doivent développer des connaissances et compétences suffisantes pour tirer profit des externalités, pour impulser des phénomènes cumulatifs et des effets d'autorenforcement. Ce qui devient important, c'est de penser les conditions de l'accumulation des connaissances et de la captation des externalités. La question qui se pose est alors celle des canaux de transmission des externalités (Moen, 2000).

2.2. Triptyque pour une politique de création de connaissances technologiques : individus, organisations, réseaux.

Nous avons vu que la problématique de la création de connaissances renvoie en grande partie à celle (1) des supports de la connaissance et (2) des canaux de transmission de la connaissance. **Mettre en place une politique technologique qui agisse réellement sur la production et l'utilisation des connaissances technologiques nécessite donc de cibler et d'agir sur ces supports et canaux de diffusion de la connaissance.** L'objectif de cette partie est de montrer que la politique technologique doit élargir et diversifier le public visé par ses actions pour toucher les différents îlots de la création de connaissance.

Pour les évolutionnistes, le lieu essentiel de la création de la connaissance technologique est la firme et plus précisément la routine organisationnelle de la firme. Ce sont les "organisations qui se souviennent" et les routines sont la principale forme de stockage de la connaissance. Nous ne reviendrons pas sur le mode de création de la connaissance dans l'organisation, les évolutionnistes ayant déjà largement analysé cette dynamique. Il est nécessaire toutefois de souligner que les organisations à l'origine de la création de connaissances se diversifient. Depuis l'entrée dans le modèle systémique de l'innovation, les acteurs de la recherche publique sont largement sollicités, mais également les intermédiaires entre la recherche publique et la recherche privée, les centres techniques etc... En matière de politique technologique, cela implique que les autorités publiques assimilent réellement cette vision systémique et diversifient leurs actions auprès de ces différentes organisations utilisatrices créatrices de connaissances. Au-delà de cette diversification des

organisations créatrices de connaissance, différents acteurs et lieux de l'économie (que nous appelons *loci*) sont concernés aujourd'hui par la création de connaissances.

2.2.1. La connaissance incorporée dans les individus : le rôle des ressources humaines en science et technique

Dans les travaux de Michael Polanyi, c'est l'individu (voire la personne) qui est le principal support de la connaissance, car si la connaissance est en grande partie tacite, c'est en raison des limites (mais aussi aux capacités) cognitives des humains. Au sens strict, la connaissance est toujours et avant tout individuelle, ce que l'analyse économique (y compris évolutionniste) semble ignorer.

Dans la théorie économique, comme dans l'imagerie populaire, le rôle des individus dans la création de connaissances technologiques est très souvent perçu au travers de figures exceptionnelles, aux qualités héroïques. Dans le contexte actuel, le rôle des individus dans la création de connaissances s'exprime sous la forme de "star scientist". Dans les industries de la biotechnologie, Zucker et ses collègues (Zucker et Darby, 1994, 1996, 1998) montrent le rôle fondamental de ces "meilleurs scientifiques"²³. Leur principal résultat est de montrer que ces individus sont actifs à la fois dans les découvertes scientifiques, dans la diffusion de la science mais aussi dans l'organisation, la localisation et le succès des applications commerciales. Contrairement à Schumpeter, ce n'est pas en tant qu'adaptateur mais directement en tant que créateur de connaissance que ces individus créent de la valeur. Leur rôle prépondérant tient à la dimension tacite des connaissances qu'ils incarnent (*embodied*). Ce faisant ces scientifiques, qui sont initialement des universitaires, sont-ils sollicités par les entreprises localisées à proximité (qu'il s'agisse d'un emploi ou d'une simple collaboration) ou sont même à l'origine de la création de leur propre entreprise.

Au-delà des stars scientists, est concerné l'ensemble des Ressources humaines de Science et Technique (RHST) qui est défini par l'OCDE²⁴ comme le personnel hautement qualifié et compétent dans les activités de R&D (regroupant majoritairement les élites du savoir ayant un diplôme universitaire), et au delà l'ensemble du capital humain impliqué dans les activités scientifiques et technologiques au sens large (OCDE, 1993). L'ensemble de ces individus "*intensifs en connaissance*" de part leur formation ou de part leur engagement dans des réseaux

²³ Ils sont définis comme des scientifiques à l'origine de la découverte de plus de 40 séquences génétiques ou de plus de 20 articles rapportant des séquences génétiques en 1990 (Zucker, Darby, Brewer, 1998).

²⁴ La collecte et l'analyse des données concernant la R&D sont encadrées par le manuel de Frascati de l'OCDE qui répartit le personnel de la R&D en trois catégories : "chercheurs", "techniciens et personnel assimilé", "autre personnel de soutien".

intensifs en connaissance, constituent dès lors un moyen de création de la connaissance et d'accès privilégié à la connaissance.

Le fait que la connaissance tacite est fortement incarnée dans les individus contribue à faire de la mobilité (géographique et professionnelle) des individus un canal fondamental de flux de connaissances technologiques, si ce n'est d'externalités entre firmes. A partir du cadre de la théorie du capital humain, Moen (2000) développe et explore cette idée²⁵. Dans la même veine, Almeida et Kogut (1997) montrent, à partir de données de brevet appliquées au secteur des semi-conducteurs, que les idées dans le domaine sont essentiellement véhiculées grâce à la mobilité d'ingénieurs clefs²⁶. Sur cette base, émerge une nouvelle catégorie d'apprentissage : l'apprentissage par l'embauche, notamment dans le cas où les firmes rivales entreprennent une stratégie de débauchage des ingénieurs de la firme innovatrice en leur offrant des conditions plus avantageuses. Puisque la connaissance, tacite et codifiée, individuelle et collective, est incorporée dans les individus, l'embauche est aussi une manière d'acquérir non seulement de la connaissance codifiée mais aussi de la connaissance tacite. L'individu peut également être à l'origine d'une création d'entreprise comme c'est le cas dans les biotechnologies où la création de *spin off* par des chercheurs constitue le vecteur de *spillovers* de connaissances entre les Universités et l'industrie. Dans le cas des *stars scientists*, les flux de connaissances reposent sur une forte mobilité inter-professionnelle, les chercheurs passant du statut d'universitaire à celui d'employé et à celui de chef d'entreprise.

Les contacts inter-personnels constituent un autre canal d'externalité technologique de connaissance (les conversations avec les employés de la firme innovatrice, entre firmes lors de congrès, contacts directs entre des individus). Aussi, l'impact des *stars scientists* se conçoit dès lors directement sur leurs propres découvertes mais aussi indirectement sur la capacité de création scientifique et technologique de leur région²⁷ au travers des *spillovers* de connaissance que représente notamment les relations entre les "*stars scientists*" universitaires et les scientifiques des entreprises.

²⁵ Moen (2000) note d'ailleurs en épitaphe une citation de Roger Borovoy [1997, « *The golden rules of protecting trade secrets* »] : « *Don't let your employees do to you what you did to your former boss* ». Moen (2000) rappelle par ailleurs les résultats dégagés par Bhidé (1994) qui montre, sur un échantillon de 100 fondateurs d'une liste prestigieuse, que 71% des fondateurs de compagnies « *replicated or modified an idea encountered through previous employment* ».

²⁶ Au-delà des débats sémantiques reste à savoir si la mobilité des individus constitue une externalité de connaissance technologique pure ou une externalité pécuniaire. Cette question est posée par Stolpe (2001).

²⁷ Zucker et Darby (1998) montrent, en effet, les répercussions de la présence de ces individus clés sur la capacité innovante générale : « *When we consider the success of California firms in terms of new products in development, there is an apparent value to being located in the same region as universities with star scientists who have many publications* ».

Bien sûr, la connaissance tacite incorporée dans les individus est une part de la connaissance qui risque d'échapper à la firme. Le fait qu'elle soit détenue par les individus pose des problèmes d'appropriation à l'intérieur et à l'extérieur de la firme, de propriété intellectuelle et de droit du travail. Un lieu de cristallisation de cette tension existante entre apprentissage individuel et apprentissage organisationnel est le brevet²⁸. Autre élément révélateur de cette possible tension entre individus et organisations dans la création de connaissances est le risque de fuite de connaissances individuelles mais aussi collectives, que représente le départ d'un employé²⁹.

L'impact de l'incarnation de la connaissance tacite dans les individus est loin d'être négligeable en matière de politique technologique car cela implique un rôle plus important accordé à la l'emploi et à la gestion des ressources humaines. Il s'agit de percevoir les RH autrement que simplement comme un facteur de production. Il s'agit alors d'agir sur la création de connaissances en augmentant la quantité et la qualité des individus intensifs en connaissances. Cette analyse suppose une réflexion sur la place « travailleurs du savoir » et sur la formation. Elle pose notamment la question de l'acquisition permanente du savoir dont une réflexion sur l'apprentissage (continu) au travail. Plus généralement, elle pose la question de l'"employabilité" des chercheurs (Lowe, 2002) : rôle des chercheurs dans l'entreprise, incitation et rémunération de la recherche. Ensuite, l'imbrication des connaissances aux différents niveaux individuels et collectifs, implique la mise en place de mesures qui favorisent la circulation des connaissances entre ces différents niveaux. La loi Allègre (1999) est un exemple de ce type de mesure possible. Consacrée au développement du partenariat entre recherche publique et industrielle par le biais notamment de la création d'entreprises des personnels de la recherche, c'est une mesure qui favorise la circulation de la connaissance technologique entre différentes sphères, dans ce cas entre recherche académique et recherche industrielle (dans le but précis de lutter contre le paradoxe européen).

Au niveau régional, cela rejoint les politiques de gestion et d'attraction des talents de Florida. Ce qui nécessite un premier effort, au niveau régional, pour mieux connaître le personnel RHST (de manière quantitative et qualitative) et le potentiel en RHST et un effort pour développer des instruments en leur direction.

²⁸ On se trouve dans un cas précis de trade-off : au niveau de l'invention, entre l'inventeur et sa connaissance individuelle et les moyens mis en place par l'entreprise et au niveau de la propriété, le résultat de l'invention est séparée de son inventeur.

²⁹ Cette question se retrouve aussi dans la stratégie brevet, avec l'apparition de modèles de comportement de dépôt de brevet qui intègrent l'impact de la mobilité des chercheurs (Kim et Marshke, 2003)

Le défi pour les autorités publiques est d'abord de mieux exploiter le potentiel d'emploi du pays, voire d'exploiter celui de ces concurrents en attirant le potentiel d'emploi de l'étranger. Cela passe au niveau régional par :

- un effort pour recenser et évaluer les RHST au niveau régional (nombre, formation, discipline, évolution) ;
- un effort pour mesurer et évaluer les connaissances et les compétences produites par les personnels RHST (connaissance codifiée et tacite) ;
- un effort pour recenser et évaluer les formations, pour dégager les pôles de compétences.

Ensuite, il est nécessaire de développer des actions d'incitation en faveur du développement des jeunes diplômés des filières scientifiques et de haute technologie (promotion des formations scientifiques et technologiques, amélioration de l'enseignement supérieur, développement des accords avec les entreprises).

2.2.2. La connaissance encastrée dans le collectif : le rôle des réseaux d'individus

Bien qu'il soit le principal support de la connaissance tacite et le principal moteur de la création, l'individu crée pas seul. La connaissance est à la fois incorporée dans des individus et encastrée dans un collectif. Cette dimension collective de la connaissance s'exprime de différentes manières. Au sein de l'entreprise, elle fonde l'existence de la routine organisationnelle. Elle trouve une expression toute particulière en EBC dans la notion de communauté³⁰ : communauté de pratique (Dupouet et al, 2002), communauté épistémique (Gittelman et Kogut, 2001), ou même encore communauté culturelle (Saxenian, 1999). Dans le contexte d'EBC, elles constituent des « *noyaux élémentaires de construction et d'entretien des connaissances* » (Cohendet, 2003). Ce qui caractérise ces communautés, c'est qu'elles sont dédiées aux phénomènes d'apprentissage (partage d'une connaissance) et fondées sur l'interaction de leurs membres. Elles reposent sur un mode de coordination dans lequel l'accent est mis sur la nature relationnelle et collective de la connaissance. Au sein des organisations, la communauté s'impose comme un mode de coordination associé à la spécialisation sur des parcelles étroites de connaissances. A l'extérieur de l'organisation, elle se positionne comme un espace privilégié de création de connaissances qui échappe bien souvent à la firme³¹. Dans cette forme émergente de production de la connaissance, la dimension tacite de la connaissance joue un rôle fondamental (Lave et Wenger, 1991). En effet,

³⁰ Les communautés se définissent comme des ensembles d'individus organisés de manière autonome qui acceptent de prendre en charge une partie des coûts fixes et irrécouvrables liés à la construction et à l'échange de connaissances.

³¹ La stratégie des membres de la communauté de LINUX est, en la matière, éclairante : pour permettre un usage libre et enrichissant du logiciel (dit copyleft), la communauté a décidé de ne pas déposer de brevet, remettant en cause l'utilisation du brevet comme unique instrument de protection et de stimulation de la création de connaissances.

si l'ensemble des membres de la communauté partagent les mêmes codes, le même langage (*code book*) et une plate-forme cognitive permettant de considérer que la base de l'échange est de la connaissance codifiée, cette connaissance reste pour l'extérieur de la communauté largement tacite.

L'existence de "quasi-communautés" d'individus, territorialisées ou non, est devenue un des véhicules des flux de connaissances entre les firmes, dans et au-delà des firmes. Aussi, il est important que la politique technologique agisse sur ces collectifs à fort potentiel de création de connaissances, en favorisant leur mise en place et leurs relations avec les entreprises publiques et privées.

2.2.3. L'acquisition des connaissances technologiques externes : la connaissance technologique partagée au sein des réseaux d'innovation

Malgré les efforts déployés lors du processus d'apprentissage interne, il est largement acquis à présent que les ressources, notamment les connaissances, que les firmes développent en interne sont largement insuffisantes pour leur permettre d'innover seules³² (OCDE, 1992). Aussi, sont-elles en interaction constante avec leur environnement pour y puiser ressources, actifs, informations, compétences complémentaires qui leur font défaut (Teece, 1986). Pour ce faire, les firmes développent un lot de stratégies dont certaines passent par des formes de marché et d'autres non. On peut distinguer les stratégies d'acquisition formalisées et marchandes de technologies comme l'achat de matériels, les contrats de maintenance technique, l'embauche de personnels pour leurs compétences techniques, l'achat de brevets, de licences, les contrats de recherche technique avec un centre technique professionnel, laboratoire ou autres entreprises, les contrats de recherche appliquée avec une université, un centre de R&D, le rachat d'entreprise ou la coopération inter entreprise. On trouve aussi une acquisition non formalisée et souvent non marchande d'informations techniques comme la lecture de brochures techniques et autres médias techniques, les rapports techniques des fournisseurs d'équipement lors de relations achats/ventes, les contacts avec d'autres professionnels comme les syndicats professionnels, les rencontres dans les salons, séminaires et autres conférences, le partage d'information avec des firmes clientes ou fournisseurs en dehors des relations achats/ventes.

Dans cette optique, la multiplication des alliances interentreprises s'explique non seulement dans un objectif de réduction des coûts de production mais aussi dans un objectif de production et de partage des ressources. D'une manière semblable, la firme peut localiser une filiale à proximité de

³² L'activité d'innovation dépassant très largement les frontières de la firme, l'aphorisme de Hakansson et Snehota (1989) « *No business is an island* » s'est imposé comme premier symbole de l'évolution des activités d'innovation technologique.

sources de connaissances externes, pour capter les connaissances non seulement des firmes mais aussi des autres acteurs et des structures de création de connaissance sous forme d'accords contractuels ou de coopération. Parmi ces stratégies la mise en place d'un réseau d'innovation technologique apparaît en prolongement de la coopération technologique avec d'autres firmes. Les entreprises échangent avec des partenaires traditionnels, des fournisseurs et des clients, mais aussi avec des universitaires, des centres de recherche, des centres techniques, etc. en développant des réseaux. Dès lors, l'importante interactivité de l'innovation est cristallisée dans la notion de réseaux d'innovation définis comme de(s) « *forme(s) d'organisation reliant, plus ou moins explicitement, sans les fusionner, plusieurs organisations hiérarchiques selon des règles et des modalités qui ne sont pas (seulement) les règles du marché* » (Planque, 1991, p.295) mais où s'expriment des modes de coordination fondés sur la confiance, la réciprocité et la solidarité. Dans cette perspective, le réseau n'est pas un simple mode d'allocation des ressources, c'est une forme d'organisation à part entière qui permet surtout aux entreprises de bénéficier d'externalités de connaissance de leurs partenaires.

Les relations technologiques externes sont donc un des reflets du réglage du *trade-off* que les firmes ont à effectuer entre une connaissance à protéger qui produit des externalités et une connaissance cumulative qui se nourrit des externalités absorbées. Il y a là aussi un élément de tension avec la création de connaissances au sein des firmes, **un compromis entre une gestion de l'aspect positif et une gestion de l'aspect négatif des externalités de connaissance**. Dans la même veine, la création de connaissance par les réseaux entre aussi en tension avec celle des individus qui sont des "agents doubles" voire des "agents triples" dans la mesure où ils peuvent appartenir en même temps à des organisations, des communautés et d'autres réseaux (d'individus et d'organisations), constituant en cela des vecteurs de flux de connaissance entre ces différentes *loci*. Il est clair que dans cette perspective, les réseaux d'entreprises constituent une cible privilégiée de la politique technologique.

2.2.4. La création de connaissance comme résultat de tensions entre individus, organisations et réseaux

Les différents types de support de la connaissance que nous avons dégagées (organisation, individu et réseau) ne sont pas des supports de connaissance exclusifs. La création de connaissances trouve sa condition dans l'articulation, voire la mise en tension, des différents types d'apprentissage qui leurs sont associés. Au croisement de différents niveaux d'analyse, cette section a mis en évidence l'existence d'une triple tension à l'origine de la création de connaissances technologiques : (i) une tension entre les individus et les organisations à l'origine de la création de connaissances, dont la communauté apparaît aujourd'hui un reflet ; (ii) une

tension entre les organisations et les réseaux inter-organisationnels impliqués dans la création de connaissances, reflet de la tension pour les firmes entre connaissance interne et connaissance externe, entre appropriation et diffusion de la connaissance ; (iii) une tension qui se lie directement entre les individus et les réseaux et qui échappe en quelque sorte à la firme. Outre l'apprentissage organisationnel, on a pu ainsi mettre en exergue trois types d'apprentissage qui dessinent des zones de porosité à la firme : l'apprentissage individuel, l'apprentissage collectif (pour éviter de dire communautaire) et l'apprentissage inter-organisationnel.

Pour illustrer cette idée, l'exemple de la *Silicon Valley* est particulièrement parlant. Au-delà du déterminisme technologique ou du hasard de l'histoire, sa performance peut être analysée par la co-existence et la co-évolution des différents *loci* de la création de connaissances et leur mise en tension positive *via* le rôle particulier des communautés. En effet, la *Silicon Valley* c'est bien sûr la naissance des industries des semi-conducteurs, mais c'est aussi le produit d'histoires individuelles (qui débutent avec celle de William Shockley) et d'histoires collectives (celle de William Shockley et de son groupe d'étudiants) ; c'est la création d'entreprises à proximité d'institutions comme l'Université de Stanford ; c'est le capital humain et ses mouvements ; l'embauche par l'Université de Stanford d'universitaires renommés de la Côte Est des Etats-Unis (dont celle de Fred Ternman ingénieur électrique du MIT qui a développé avec deux de ses élèves, D. Helwett et W. Packard, l'oscillateur audio) a été déterminante. Saxenian (1995,1999) pose sur cet ensemble d'histoires individuelles, collectives et organisationnelles un regard stimulant. Elle se demande notamment ce que peut signifier le concept d'externalité dans un tel contexte. Cette interrogation, qui la conduit à bannir l'utilisation même du terme externalité dans ce type de technopole, souligne en effet les enjeux de l'articulation entre individus et collectifs, organisations, réseaux, voire communautés dont nous avons tâché de rendre compte dans cette section. Plus récemment, son travail sur l'existence de communautés de dimension internationale, et notamment de communautés de pratiques ou de communautés culturelles, montre que celles-ci apparaissent aussi comme un vecteur de connaissances au niveau international.

La traduction spatiale des différents flux de connaissances entre individus, organisations et réseaux ne va pas de soi. Alors que les travaux qui analysent la coexistence de différents types de proximité ont mis l'accent sur le fait que la connaissance tacite, étant incorporée dans les individus, circule plus facilement dans une organisation et sur un territoire qu'à l'extérieur (seuls des individus ayant partagé une expérience commune ou en relation en face-à-face peuvent faire circuler la connaissance), d'autres travaux, nombreux, montrent actuellement que dans la géographie des flux de connaissances l'accent est de plus en plus souvent mis sur le rôle de la

mobilité des chercheurs entre des organisations et des territoires différents (Almeida et Kogut, 1997, Song, Almeida et Wu, 2001). Dans les deux cas, la région constitue un moyen d'action, à la fois pour favoriser les efforts d'agglomération (par différentes politiques et notamment la politique d'aménagement du territoire) et pour attirer les connaissances et compétences extérieures (mise en concurrence des territoires).

Conclusion

Cet article exploratoire nous a permis de proposer les grands principes de ce que peuvent être les actions de politique technologique à développer dans un contexte d'EBC. La grille de lecture de la dynamique de création des connaissances permet de répondre aux trois questions structurantes de l'action de politique technologique initialement posées à savoir ses instruments, champ et modalité d'application.

Il apparaît au terme de cette analyse conceptuelle qu'en ce qui concerne ses grands objectifs, la politique technologique doit se donner pour but de stimuler l'utilisation, l'accumulation et la production de connaissances. Quant à son instrumentation, outre les **instruments** traditionnels de type incitation à l'investissement (aide, crédit d'impôt recherche etc.) ou action sur l'environnement réglementaire, juridique et financier (protection de la propriété, facilités de financement etc.), il s'agit de développer une approche systémique de l'ordre de l'accompagnement et du développement des synergies entre les acteurs de l'innovation et de mettre en place d'un contexte qui favorise ces synergies. Concernant le **champ d'application** des politiques technologiques, il convient incontestablement d'élargir le public visé et de soutenir l'innovation et la recherche, non seulement des entreprises et centres de recherche, mais aussi des différents îlots de création de connaissance qui se développent actuellement comme les individus à fort potentiel technologique (principal support de la connaissance tacite), les communautés d'individus et les réseaux d'entreprise (principaux supports de la connaissance partagée). Enfin les **modalités d'application** de ces politiques technologiques, requièrent un positionnement au delà du cadre national (qui reste un niveau de compétence important notamment du fait de la persistance de systèmes nationaux d'innovation, pour orienter notamment les technologies clés), donnant à la fois à l'Europe une compétence particulière dans la définition des grands objectifs et enjeux et rendant légitime les actions des régions dans la stimulation concrète des *loci* de la création de connaissances.

Références bibliographiques

- ALMEIDA P., KOGUT B., (1997), « The Localization of Knowledge and the Mobility of Engineers in Regional Networks », *Working Paper*, édité in: *Management Science*, (1999), vol. 45, n. 7, p.p.905-917.
- ANTONELLI C., (2003), « The Governance of Localized Technological Knowledge and the Evolution of Intellectual Property Rights », in COLOMBATTO E. (ed.), *The Elgar Companion to Property Rights*, Edward Elgar, Cheltenham.
- ARROW K.J., (1962), « Economic Welfare and the Allocation of Resources for Invention », in NELSON R. (ed.), *The Rate and Direction of Inventive Activity : Economic and Social Factors*, Princeton University Press, Princeton, pp. 609-625.
- ARROW K.J., (1962), « The Economic Implications of Learning by Doing », *Review of Economic Studies*, vol.°29, n° 3, pp. 155-173.
- BASLE M., (2004), « Education et bonne gouvernance publique: les résistances et les réformes », in M. BASLE et M. RENAULT (eds), *L'économie fondée sur la connaissance. Questions au projet européen*, Economica, pp.217-234.
- BELLIS M.C., CARRINCAZEAUX C., (2002) « Les politiques technologiques peuvent-elles être locales? », XXXVIII Colloque annuel de l'ASRDLF "Tendances spatiales contemporaines et leur impact sur l'avenir des régions" Trois-Rivières, 21-23 août 2002.
- BRESCHI S., LISSONI F., (2001), « Knowledge spillovers and Local Innovation Systems : A Critical Survey », *Industrial and Corporate Change*, vol. 4, n°10, pp. 975-1005.
- BROUSSOLLE D., (2004), « Politique industrielle, concurrence et Marché unique », in M. DEVOLUY, *Les politiques économiques européennes*, Editions du Seuil, coll. Points Economie, pp.205-242.
- COHEN E., LORENZI J.H., (2000), *Politiques industrielles pour l'Europe*, Conseil d'Analyse Economique, La documentation française.
- COHEN W. M., LEVINTHAL D. A., (1990), « Absorptive Capacity : a New Perspective on Learning and Innovation », *Administrative Science Quarterly*, vol. 35, n° 1, pp. 128-152.
- COHENDET P., (2003), « La production de connaissances : un modèle fondé sur les communautés », *miméo*.
- COMMISSION EUROPEENNE, (2003), *Le rôle des universités dans l'Europe de la connaissance*, <http://europa.eu.int/scadplus/leg/fr/cha/c11067.htm>.
- COMMISSION EUROPEENNE, (2004), *Accompagner les mutations structurelles: Une politique industrielle pour l'Europe élargie*, COM(2004) 274 final.
- CONSEIL EUROPEEN DE LISBONNE, (2000), Sommet Economique et Social, Réunion exceptionnelle, le 23 et 24 mars.
- COWAN R., DAVID P. A., FORAY D., (1999), « The Explicit Economics of Knowledge Codification and Tacitness », *Industrial and Corporate Change*, n° 9, pp. 211-254.
- DAVID P. A., FORAY D., (2001), « An Introduction to the Economy of the Knowledge Society », *MERIT-Infonomics Research Memorandum series*, n° 2001-041, Maastricht Economic Research Institute on Innovation and Technology.

DAVID P. A., FORAY D., (1995), « Accessing and Expanding the Science and Technology-Base », *STI Review*, n° 16, OECD, Paris.

DELAPIERRE M., MOATI P., MOUHOUD E. M., (2000), « Connaissance et Mondialisation : une introduction problématique », in : DELAPIERRE M., MOATI P., MOUHOUD EL M. (coord.), *Connaissance et Mondialisation*, Economica, pp. 3-13.

DOSI G., (1982), « Technological Paradigms and Technological Trajectories », *Research Policy*, n° 11, n° 3, pp. 147-162.

DOSI G., (1984), *Technical Change and Industrial Transformation : the Theory and an Application to the Semiconductor Industry*, London, MacMillan.

DOSI G., (1988), « The Nature of the Innovative Process », in DOSI G., NELSON R., SILVERBERG G., FREEMAN C., SOETE L. (eds.), *Technical Change and Economic Theory*, Pinter Publishers, London, pp. 221-238.

DUMONT B., POUTINEAU J.-C., (2004), « L'insertion européenne dans l'économie de la connaissance : le constat de l'hétérogénéité », in M. BASLE et M. RENAULT (eds), *L'économie fondée sur la connaissance. Questions au projet européen*, Economica, pp.15-44.

DUPOUET O., YILDIZOGLU M., COHENDET P., (2002), « Morphogenèse de communautés de pratique », *Document de travail* n° 2002-4, IFREDE-E3i (Institut fédératif de recherches sur les dynamiques économiques-Equipe Industries Innovation Institutions).

FELDMAN M. P., (2001), *Location and Innovation. The New Economic Geography of Innovation, Spillovers and Agglomeration*, Chap. 9, pp. 373-393.

FELDMAN M. P., (1994), *The Geography of Innovation*, Kluwer Academic Publishers, London.

FLORIDA R., (2001), « The Economic Geography of Talent », *Annals of the Association of American Geographers*, vol. 4, n°92, pp. 743-755.

FORAY D., (2000), *L'économie de la connaissance*, La Découverte, Repère.

FORAY D., LUNDVALL B. Å., (1996), « The knowledge-based economy : from the economics of knowledge to the learning economy », OECD, *Employment and growth in the knowledge-based economy*, Paris.

FREEMAN C., (1987), *Technology, policy and Economic Performance*, Pinter, London.

GAY C., (2004), *Economie de l'innovation technologique localisée. Un essai sur les individus, organisations et réseaux apprenants*, Thèse de Doctorat en Sciences Economiques, Université Lyon 2, soutenue le 18 décembre 2004.

GAY C., PICARD F., (2001a), « Innovation, agglomération et espace : une mise en perspective de la littérature », *Economie et Société*, Série W, n° 6, 4ème Trimestre, pp. 679-716.

GAY C., PICARD F., (2001b), « Géographie des relations technologiques externes des entreprises innovantes : une étude statistique des entreprises Rhône-Alpines », *Revue d'Economie Régionale et Urbaine*, n° 5, pp. 763-784.

GIBBONS M., LIMOGES C., NOWOTNY H., SCHARTZMAN S., SCOTT M., TROIW P., (1994), *Knowledge : The Dynamics of Science and Research in Contemporary Societies*, SAGE, London.

GITTELMAN M., KOGUT B., (2001), « Does Good Science Lead to Valuable Knowledge ?

Biotechnology Firms and the Evolutionary Logic of Citation Patterns », *Jones Center Working Paper*, n°2001-04.

GROSETTI M., (1991), « Trajectoires d'ingénieurs et territoires : l'exemple des hautes technologies à Toulouse », *Sociétés Contemporaines*, L'Harmattan, n°6.

HAKANSSON H., SNEHOTA I., (1989), « No Business is an Island », *Scandinavian Management Journal*, vol. 3, n° 5, pp. 187-200.

KLINE S.J, ROSENBERG N., (1986), « An Overview of Innovation », in : LANDAU R., ROSENBERG N. (eds.), *The Positive Sum Strategy*, National Academy Press, pp. 275-305.

LAM A., (1998), « Tacit Knowledge, Organisational Learning and Innovation : A Societal Perspective », *Druid Working Paper*, n°98-22.

LAM A., (1996), « Engineers, Management and Work Organisation : a Comparative Analysis of Engineers' Work roles in British and Japanese Electronics Firms' », *Journal of Management Studies*, 33/2, pp. 183-212.

LANGLOIS R. N., (2001), « Knowledge, Consumption, and Endogenous Growth », *Journal of Evolutionary Economics*, n° 11, pp. 77-93.

LANGLOIS R. N., ROBERTSON P. L., (1996), « Stop Crying over Spilt Knowledge : A Critical Look at the Theory of Spillovers and the Technical Change », Conférence « *Innovation, Evolution and Technology* », Maastricht, 25-27 Août.

LAVE J., WENGER E. C., (1991), *Situated Learning : Legitimate Peripheral Participation*, Cambridge University Press, New York.

LAWSON, C. (1999) Towards a competence theory of the region. *Cambridge Journal of Economics*, 23:151-166

LAWSON C., LORENZ E., (1999), « Collective Learning Tacit Knowledge and Regional Innovative Capacity », *Regional Studies*, vol. 33, n° 4, pp. 305-317.

LOWE G. S., (2002), « Accroître les compétences des travailleurs du savoir », *ISUMA*, vol. 1, n° 3.

LUNDEVALL B. A., (1992), « Relations entre utilisateurs et producteurs systèmes nationaux d'innovation et internationalisation », in : FORAY D., FREEMAN C. (eds.), *Technologie et richesse des Nations*, Economica, Paris, pp. 355-388

LUNDEVALL B. A., JOHNSON B., (1994), « The Learning Economy », *Journal of Industry Studies*, vol. 2, n° 1, pp. 23-42.

MACHLUP F., (1962), *The Production and Distribution of Knowledge in the United States*, Princeton, PUP.

MARSHALL A., (1890), *Principles of Economics*, London MacMillan, traduction française, 1906, 1ère édition, 1971, Publications Gramma Sciences Humaines et philosophie, Gordon & Breach, Paris, Londres, New-York, 1er Tome.

MOATI P., MOUHOUD E.M., (1994), « Information et organisation de la production : vers une division cognitive du travail », *Economie Appliquée*, vol. 46, n° 1, pp. 47-73.

MOEN J., (2000), « Is Mobility of Technical Personnel a Source of RD Spillovers ? », *NBER Working Paper*, n° 7834.

NELSON R., WINTER S.G., (1982), *An Evolutionary Theory of Economic Change*, Cambridge Massachusetts and London, England, The Belknap Press of Harvard University Press.

NIGHTINGALE P., (2003), « If Nelson and Winter are only Half Right about Tacit Knowledge, which Half? A Searlean Critique of Codification », *Industrial and Corporate Change*, n° 12, pp. 149-183.

NONAKA I., TAKEUCHI H., (1997), *La connaissance créatrice. La dynamique de l'entreprise apprenante*, De Boeck Université, Paris, Bruxelles.

OCDE, (1992), *Manuel d'Oslo*. Principes directeurs proposés par l'OCDE pour le recueil et l'interprétation des données sur l'innovation technologique, OCDE, Paris.

OCDE/Eurostat, (1993), *Workshop on the Measurement of Human S&T Resources : Results of the OECD/Eurostat*, Paris, septembre.

OCDE, (1996), *L'économie fondée sur le savoir*, OCDE, Paris.

OCDE, (1999), *Tableau de bord de l'OCDE de la science, de la technologie et de l'industrie. Mesurer les économies fondées sur le savoir*, OCDE, Paris.

PAULRE B., (2000), « De la New Economy au capitalisme cognitif », *Revue Multitudes*, Mai, n°2.

POLANYI M., (1958), *Personal Knowledge : Towards a Post Critical Philosophy*, Routledge and Kegan Paul, London.

POLANYI M., (1967), *The Tacit Dimension*, Doubleday, New York.

SAVIOTTI P. P., (1998), « On the Dynamics of Appropriability, of Tacit and Codified Knowledge », *Research Policy*, vol 26, n°7-8, pp.843-856.

SAXENIAN A. L., (1995), « Lessons from Silicon Valley », *Economic Journal*, n 96, pp. 1052-1076.

SAXENIAN A. L., (1999), « Comment on Kenney and von Burg. Technology Entrepreneurship and Path Dependence : Industrial Clustering in Silicon Valley and Route 128 », *Industrial and Corporate Change*, vol. 8, n° 1, pp. 105-110.

SENKER J., (1995), « Tacit Knowledge and Models of Innovation », *Industrial and Corporate Change*, vol. 4, pp. 425-448.

SOETE L., WEEL B. T., (1999), « Innovation, Knowledge Creation and Technology Policy in Europe », MERIT, *Research Memoranda*, 99-001

SOETE L., (1997), « Les défis de l'innovation », *ITPS Report*.

SONG J., ALMEIDA P., WU G., (2003), « Learning-by-Hiring : When is Mobility Useful ? », *Management Science archive*, Vol. 49 , n°4. pp.351-365.

TEECE D. J., (1986), « Profiting from Technological Innovation : Implications for Integration collaboration, licensing and public policy », *Research Policy*, vol. 15, n°5, pp.285-305.

VERCELLONE C. (dir.), (2003), *Sommes-nous sortis du capitalisme industriel ?*, La Dispute, Paris.

ZUCKER L. G., DARBY M. R., (1994), « Intellectual Capital and the Firm : the Technology of Geographically Localized Knowledge Spillovers », *Science, Technology, and the Economy, Colloquim at National Academy of Sciences*, Irvine CA, 20-22 octobre.

ZUCKER L. G., DARBY M. R., (1996), « Star Scientists and Institutional Transformation : Patterns of Invention and Innovation in the Formation of the Biotechnology Industry », *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, vol. 23, n°93, pp. 12709-12716.

ZUCKER L. G., DARBY M. R., (1998), « Capturing Technological Opportunity via Japan's Star Scientists : Evidence from Japanese Firms' Biotech Patents and Products », *NBER Working Paper* 6360.

ZUCKER L. G., DARBY M. R., BREWER M. B., (1998), « Intellectual Human Capital and the Birth of U.S. Biotechnology Enterprises », *The American Economic Review*, vol.88, n°1, pp. 290-306.