



XLème Colloque de l'ASRDLF

Convergence et disparités régionales au sein de l'espace européen

Les politiques régionales à l'épreuve des faits

Bruxelles – 1, 2 et 3 Septembre 2004

*« Vers de nouvelles modalités d'organisation des relations firmes-territoire ?
Quelques enseignements d'une analyse comparative TIC-biotechnologies. »*

Corine GENET, Professeur à Grenoble EM

Corine.genet@grenoble-em.com

Benoît MEYRONIN¹, Professeur à Grenoble EM

benoit.meyronin@grenoble-em.com

Grenoble Ecole de Management

Europole – 12 rue Pierre Sémard – BP 127

38003 GRENOBLE Cedex 01

¹ Chercheur rattaché au LEM (Université de Nice / CNRS).

**« Vers de nouvelles modalités d'organisation des relations firmes-territoire ?
Quelques enseignements d'une analyse comparative TIC-biotechnologies. »**

Introduction

Dans le champ institutionnel (celui de l'organisation territoriale), on assiste à une montée en puissance des collectivités territoriales, tant en termes de développement territorial que de soutien à la recherche et à la technologie (Fadaïro et Massard, 2002). Dans le même temps, les entreprises innovantes des secteurs des biotechnologies et des TIC sont confrontées à une incertitude forte (concurrence accrue, risque associé au lancement des nouveaux produits/services, etc.), à la nécessité d'anticiper et/ou de forger de nouveaux marchés, au nécessaire partage des investissements requis pour développer et mettre sur le marché de nouveaux produits et services. Or, leur insertion dans des dynamiques régionales fortes est peut-être aujourd'hui, plus qu'un simple élément « assurantiel » (pour reprendre la terminologie de P. Veltz), une condition *sine qua non* de leur inscription dans des marchés en émergence. Dans ce contexte, l'objet de cet article est donc de proposer une analyse des nouveaux modes d'organisation des pôles d'innovation dans des secteurs à forte intensité technologique, modes d'organisation qui laissent une place croissante à *des modalités de coordination ex-ante territorialisées*. Il semblerait en effet que dans ces industries, la mutualisation des investissements (instrumentation, plates-formes technologiques, anticipation et tests d'usages) entre différents acteurs du processus d'innovation, *tant publics que privés*, soit devenue un facteur clé de leur développement. De plus, ces modalités de coordination impliquent plus que jamais la mise en œuvre de logiques « d'expérimentation » reposant sur un collectif d'acteurs positionnés tout au long de la chaîne de valeur. On observe ainsi dans les TIC, au-delà de la seule industrie du logiciel, le développement de modes de coordination reposant sur une mobilisation en amont des différents intervenants de cette chaîne, et notamment sur l'implication des *clients*. Identifier et comprendre, dans une optique comparative et exploratoire, les nouveaux mécanismes territorialisés de coordination *ex-ante* dans ces deux industries, et notamment la manière dont ils permettent de faciliter la *co-production des innovations très en amont avec les clients*, tel est le propos de cet article. Pour ce faire, nous examinerons dans une première partie les deux principaux facteurs qui expliquent pour une large part la structuration des « clusters » TIC et biotech : les investissements publics (soutien à la recherche ainsi qu'à la constitution de pôles d'excellence) et la coopération territorialisée des acteurs de la chaîne de compétences *étendue aux clients*. Dans une seconde partie, nous proposerons une analyse des caractéristiques de ces industries qui permettent d'expliquer, selon nous, la prédominance de ces facteurs, et qui conduisent aujourd'hui à l'émergence de nouvelles modalités de coordination des processus d'innovation.

1. ANALYSE COMPAREE DES FACTEURS D'EMERGENCE DES CLUSTERS TIC ET BIOTECH

1.1. Le cas des clusters TIC

Dans un premier paragraphe, nous reviendrons sur le constat de l'hégémonie des Etats-Unis ainsi que sur les principaux facteurs qui permettent de l'expliquer. On verra ainsi la place qu'y occupe l'émergence de pôles d'excellence et « d'expérimentation » impulsés par les pouvoirs publics. Puis nous examinerons dans un second paragraphe le cas de l'industrie des biotechnologies.

1.1.1. L'hégémonie nord-américaine et l'émergence des « Silicon Valleys » : le rôle clé de la puissance publique

Dans les industries des Technologies de l'Information, l'hégémonie des industriels nord-américains, soutenus de manière active et continue par les autorités gouvernementales, est l'un des facteurs les plus puissants qui permettent de comprendre la rapidité avec laquelle les TIC se diffusent à l'échelle mondiale, et traduit la dimension éminemment *géopolitique* de l'économie des biens informationnels et de leurs supports techniques (Miège, 1996, 1997 ; Mattelart, 2001). Les firmes nord-américaines sont en effet le vecteur essentiel de la diffusion globalisée des technologies de l'information (Meyronin, 2001)².

Mais si la domination des Etats-Unis est incontestable, quelles en sont les raisons ? Cette suprématie nord-américaine tient d'abord aux investissements massifs consentis dans ce domaine : sur les 151 milliards de dollars qui ont été investis dans les infrastructures télécoms par les pays membres de l'OCDE, un tiers l'ont été aux Etats-Unis. De plus, les firmes américaines maîtrisent non seulement l'ensemble des activités liées aux technologies de l'information (composants, équipements, logiciels et contenus), mais aussi la quasi-totalité des grands cabinets d'audit et de conseil qui en accompagnent le déploiement (les défunts « big five »), ainsi que le montre P. Petit (1999). Mais surtout, qu'il s'agisse de biens et services de grande consommation ou d'équipements (matériels et logiciels) et services destinés au monde professionnel, la dynamique actuelle bénéficie du soutien massif et continu des autorités américaines, qui voient dans le développement de la « digital economy » une occasion historique de réaffirmer leur leadership mondial (Torres, 1995 ; Mattelart, 2001). Le projet politique des autorités américaines ne peut être ignoré en effet. Comme l'a montré A-L. Saxenian (1994), les dépenses publiques en matière de défense ont largement contribué à

² Ainsi, la moitié des 40 leaders mondiaux de l'électronique, des télécommunications (équipements et services), de l'informatique (matériels, logiciels et services) et des médias/communication sont basés aux Etats-Unis (Source : *bilan du Monde* (2000), p. 167). Le classement annuel *InfoTech* du magazine Business Week est encore plus explicite : 15 firmes américaines figuraient en 2000 parmi les 20 premiers mondiaux (Source : *Business Week*, European Edition, June 19, 2000). Sur les 100 premières firme mondiales relevant de la « Nouvelle Economie », seules 6 sont d'origine européenne, contre 75 firmes américaines (Cohen et Debonneuil, 2000). Dans le domaine des logiciels, les Etats-Unis dominent largement la scène internationale : « La domination des logiciels d'origine américaine dans les flux d'importations est également le cas pour le Japon (88% des importations japonaises de logiciels en 1996 avaient pour origine les Etats-Unis), ... ainsi que la France, où les logiciels américains représentaient 60% des importations françaises de logiciels en 1995. Si les logiciels importés des Etats-Unis étaient ajoutés à ceux développés en France par des entreprises américaines, le total atteindrait 70% de la valeur du marché français des progiciels » (OCDE, 1998, p. 28). De fait, parmi les 20 premières firmes mondiales du logiciel, seules 5 ne sont pas d'origine américaine (*ibid.*, p. 44). En 1996, cinq firmes américaines (IBM, Microsoft, Computer Associates, Oracle et Hewlett-Packard) occupaient les cinq premières places et représentaient une part du marché mondial de 30%. (*ibid.*, p. 43). En matière de R-D, les Etats-Unis représentent la moitié des dépenses enregistrées dans les pays de l'OCDE pour les technologies de l'information (OCDE, 2000b, p. 22), soit environ 60 milliards de dollars. Ils comptent également pour 50% dans la répartition de la valeur ajoutée parmi les pays membres de l'OCDE, soit près de 582 milliards de dollars (*ibid.*, p. 16).

l'émergence de la Silicon Valley, et par là-même à la naissance de l'industrie des technologies de l'information la plus puissante au monde.

Depuis l'Après Guerre en effet, le gouvernement américain a fortement soutenu le développement de l'industrie des technologies de l'information. Pour l'OCDE (2000a), le soutien du gouvernement des Etats-Unis à la recherche et développement (R-D), ainsi que sa politique en matière de marchés publics dans le domaine de la Défense, ont indéniablement contribué à cette suprématie technico-industrielle. L'industrie du logiciel, qui a été lourdement financée à ses débuts par l'intermédiaire d'agences publiques telles que la National Science Foundation, la NASA, ou le DARPA (Mowery et Langlois, 1996)³, et l'industrie des semi-conducteurs, qui a bénéficié de dépenses militaires substantielles (Saxenian, 1994), en sont deux témoignages éloquentes. En 1965, 88% des fonds de R-D dans les industries aérospatiales et 60% dans l'électronique proviennent de financements publics liés à la Défense (Mattelart, 1976, 2001). En 2001, la seule NSF a investi 156 millions de dollars dans les TIC, contribuant à financer plus de 300 projets de recherche.⁴

Or, *cette forme de soutien a largement contribué à l'émergence des grandes régions métropolitaines américaines dans le domaine des industries de haute technologie.* Si, pour M. Best (2000), l'hégémonie américaine dans le domaine des technologies de l'information est étroitement liée au dynamisme de régions comme la « Silicon Valley » (baie de San Francisco), la « Route 128 » (Boston et le Massachusetts), la Californie du Sud et la région de Austin (Texas), l'émergence de ces « clusters » doit beaucoup au soutien des autorités publiques. A-L. Saxenian (1994) a souligné quant à elle le rôle déterminant du gouvernement américain dans le développement de la Silicon Valley, à travers le soutien apporté à l'industrie des semi-conducteurs (dépenses militaires). Enfin, pour R. DeVol *et al.* (1999) : « Les moyens de recherche émanant du gouvernement ou d'organismes privés qui sont engagés dans un travail de pointe sont une condition importante pour que se créent des industries high-tech et peuvent ainsi déterminer leur implantation. (...) A Huntsville, le centre de recherche de la NASA sur les missiles a constitué un atout majeur pour la formation d'un pôle avionique et spatial ; les « Bell Labs » dans le New Jersey sont à l'origine de nombreux clusters ; enfin, l'Advanced Research Program de l'Université du Texas a joué un rôle majeur dans le développement du cluster high-tech d'Austin ». (pp. 44-45)

On le voit, si la diffusion des technologies de l'information est largement mise en œuvre par de puissants offreurs nord-américains, le soutien réaffirmé des autorités gouvernementales a largement dynamisé l'émergence de cette offre, *en favorisant la constitution des grandes régions métropolitaines dédiées à ces technologies.* Mais les Etats-Unis bénéficient d'un autre atout considérable dans le développement de cette économie : la taille et la « qualité » de leur marché intérieur.

1.1.2. Vers une « économie de l'expérimentation » mobilisant une chaîne de compétences « étendue » au client ?

En effet, des facteurs tels que la taille, la diversité et la dynamique du marché sur lequel peuvent être testés différents usages et technologies, différents modèles économiques et modes d'organisation semblent être de plus en plus déterminants dans l'émergence des nouveaux produits et services. Ce n'est pas tant une question d'amortissement des coûts à grande échelle qu'une opportunité, sur des marchés très incertains (parce qu'émergents), de développer, tester et mettre en œuvre rapidement de nouvelles idées *très en amont, et en*

³ Permettant à ce pays de prendre l'avantage qui revient au *first mover*.

⁴ Source : www.nsf.gov

impliquant généralement les clients. En ce sens, les clusters nord-américains sont autant de vastes laboratoires qui permettent aux firmes américaines d'enchaîner rapidement de nouvelles expérimentations, de faire des erreurs et de les corriger dans le même temps. Pour l'OCDE (2000a), il doit ainsi être évident que la proximité des producteurs et des *utilisateurs demandeurs*, dans un vaste marché intérieur, est un facteur explicatif important de cette hégémonie américaine. On retrouve cette idée chez M. Porter (1999), dans ce qu'il écrit à propos des « conditions de la demande », lesquelles figurent parmi les quatre facteurs majeurs qui déterminent selon cet auteur la compétitivité d'une nation. Ainsi, « un pays a un avantage concurrentiel dans les industries où sa demande nationale donne à ses entreprises une image plus claire ou plus précoce des besoins naissants, et dans celles où ses acheteurs pressent les entreprises d'innover plus vite » (p. 183). Prenant pour exemple le cas des technologies de l'information, il ajoute : « Ainsi les entreprises d'informatique d'Austin et de la Silicon Valley sont-elles vite et bien informées des besoins et des tendances des clients, dans des conditions de commodité inégalables. (...) Les firmes appartenant à une grappe sont capables de faire des expériences à moindre coût et de retarder les engagements importants jusqu'au moment où elles seront davantage assurées d'aboutir à un produit, procédé ou service nouveau » (pp. 230-231).

Plus que la seule taille du marché intérieur, c'est donc bien son aspect « qualitatif » qui est fondamental. *La présence (densité et diversité) et le dynamisme de clients « avancés »* peut ainsi favoriser la conduite des projets d'innovation : identifier des besoins émergents, conduire des expérimentations (tests logiciels, tests d'usages, etc.), développer des plateformes technologiques communes, élaborer des offres commerciales pilotes *mobilisant divers acteurs de la chaîne de valeur*, etc. Dès lors, l'un des atouts majeurs de la *Silicon Valley* pourrait bien résider dans cette capacité à mettre en œuvre, de manière collaborative et flexible, des projets de nature expérimentale : « Le district industriel de haute technologie est un véritable laboratoire expérimental collectif. Des groupements collaboratifs de firmes s'y engagent en effet dans des expérimentations continues au rythme de la formation, de la reformation et de la mort des nombreux réseaux structurés dans ce but. La faiblesse des barrières à l'entrée, comme l'infrastructure disponible en matière de coopérations et de réseaux, facilitent clairement la formation en temps réel d'« équipes d'intégration technologique ». (...) Un district est ainsi en mesure d'étendre le nombre d'expérimentations qui peuvent être menées simultanément » (Best, 2000, p. 465). Cet auteur prend pour exemple celui d'Intel : « Non seulement Intel noue des partenariats avec une grande variété de producteurs spécialisés et d'institutions de recherche, mais cette firme s'appuie aussi sur une région dédiée aux industries high-tech qui lui offre un environnement extraordinaire en matière de conduite de projets d'expérimentation, d'innovation ou de recherche » (*ibid.*, p. 471). Mais ce constat est-il propre à l'industrie des TIC ? Qu'en est-il des biotechnologies ?

1.2. Les Bioclusters, un modèle calqué sur la localisation des clusters TIC ?

Comme les TIC, les nanotechnologies, la recherche biomédicale et les biotechnologies sont des régimes de recherche et d'innovation pour lesquels la croissance repose sur une grande diversité des compétences et sur de fortes complémentarités entre les acteurs issus de disciplines scientifiques connexes (Bonaccorsi, 2002). Ces complémentarités reposent non seulement sur les hommes et sur les institutions qui soutiennent et financent l'innovation, mais également sur *les formes organisationnelles qui permettent de coordonner très en amont les synergies.*

Dans le domaine des biotechnologies, une étude récente⁵ estime qu'il existerait une quarantaine de « bioclusters » représentatifs dans le monde, la tendance étant à la croissance. Ces pôles se trouvent dès aujourd'hui en situation de concurrence pour attirer les meilleurs cerveaux, les capitaux et les industriels. A terme, on peut déjà estimer que seuls les clusters qui présenteront une taille suffisante sur un créneau particulier devraient survivre.

Or, l'hégémonie des Etats-Unis est dans ce domaine également absolument incontestable. Si au niveau du nombre, les entreprises de biotechnologies américaines (1500) peuvent être comparées aux entreprises européennes (1800), il en va tout autrement lorsqu'on établit une comparaison en termes de revenus et de nombre d'emplois : la domination nord-américaine est alors univoque (Cf. tableau ci-dessous).

	Global	U.S	Europe	Canada	Asie
Nombre d'entreprises	4362	1466	1878	417	601
Revenus (millions \$)	41369	30266	8262	1466	1375
Dépenses de R&D	22012	16272	4989	555	197
Nombre d'employés	193753	142900	33304	7785	9761

Global Biotechnology data 2003 (Ernst & Young)⁶

Les clusters nord-américains de San Francisco Bay Area, Boston et San Diego concentrent à eux seuls la majorité des grands centres de recherche et développement en biotechnologies de l'industrie pharmaceutique mondiale. Ceux de San Francisco Bay Area et de Boston, qui sont apparus à la fin des années 1970, ne résultent toutefois pas d'une impulsion publique, mais de la création spontanée d'une communauté de start-ups à proximité de prestigieuses universités (MIT et université Harvard à Boston, UC Berkeley, Stanford, Davis dans la Bay Area) accompagnée par la présence de capital-risque. Ces deux bioclusters se sont ainsi implantés à proximité des clusters TIC de la route 128 (Boston) et de la Silicon Valley (baie de San Francisco). Le Canada a connu un mouvement similaire mais décalé dans le temps, avec l'implantation des biotechnologies dans les pôles technologiques historiques de l'Ontario et du Québec. D'autres bioclusters, tels que les pôles de San Diego et celui de la Caroline du Nord aux Etats-Unis, ne bénéficient pas de l'antériorité géographique des hautes technologies. L'excellence et la reconnaissance de ses centres de recherche a cependant permis à San Diego d'attirer les grands laboratoires pharmaceutiques, qui à leur tour ont entraîné le développement d'activités de biotechnologies. Si l'excellence scientifique est sans nul doute à l'origine du pôle de San Diego, le pôle de Caroline du Nord doit son émergence à sa spécialisation. La Caroline du Nord a axé son développement sur un créneau qui n'était pas mis en avant par les bioclusters historiques, celui de la fabrication. Grâce aux avantages accordés par ce territoire, des sociétés aussi connues que Biogen s'y sont installées.

De tels modèles de développement local d'innovation sont difficilement exportables, non seulement parce qu'ils exigent des pré-requis d'excellence en termes de recherches académiques et de très importants efforts financiers, mais aussi parce qu'ils présupposent *une dynamique d'acteurs hétérogènes*. A. Jaffe (1989) a ainsi montré que les orientations de recherche initiées par les universités influencent les activités innovatrices des entreprises situées à proximité : *le taux d'obsolescence élevé des connaissances dans les biotechnologies* expliquerait alors la proximité des universités et des entreprises, proximité qui permettrait à ces dernières d'entretenir en permanence les bases scientifiques de leur avantage concurrentiel au contact des premières (Caballero et Jaffe, 1993). La densité et la permanence des relations

⁵ MINEFI-DREE/TRESOR (2003), les « Bioclusters » p 1-5.

⁶ Ernst & Young (2003), "Beyond Borders. The global Biotechnology report 2003".

entre acteurs académiques et industriels qui sont nécessaires à cette industrie expliqueraient donc leur extrême polarisation.

Ailleurs dans le monde, le retard de développement des clusters, qu'ils soient européens ou asiatiques, reste important. Les plus anciens (Cambridge et Oxford, qui émergent à la fin des années quatre-vingt) sont, comme les clusters nord-américains, le résultat d'un développement spontané bénéficiant très tôt d'un marché du capital-risque. Mais la majorité d'entre eux restent toutefois le résultat d'initiatives publiques, nationales et régionales, datant de la fin des années quatre-vingt-dix. On peut notamment citer les pôles de Munich, Rhénanie, Berlin et Heidelberg en Allemagne, de Stockholm-Uppsala et du pôle scandinave binational de la *Medicon Valley* (Suède et Danemark), le cluster trinational *Biovalley* (France, Allemagne et Suisse) et la région parisienne pour la France. Le tableau ci-dessous reprend les clusters européens les plus conséquents en terme de taille (nombre d'entreprises de biotechnologies implantées sur le site).

Clusters européens	Nombre d'entreprises
Cambridge	180
Stockholm-Uppsala	140
BioValley (F-D-CH)	120
Munich	115
Medicon Valley (DK-S)	100
Oxford	100
Région parisienne	100
Berlin	100
Rhénanie Nord/Westph.	90
Ecosse	90
Londre	80

Sources : Communauté européenne (Attention la définition d'une entreprise de biotechnologie peut varier d'un cluster à l'autre)

Face aux Etats-Unis, l'Europe reste donc confrontée à un trop grand émiettement de ses clusters. La plupart des pôles régionaux (notamment en France) restent souvent de très petite taille et ne présentent pas le potentiel pour un développement au niveau international. Si l'ensemble de ces clusters possède tous une organisation « tête de réseau » chargée de les coordonner, leurs modèles de fonctionnement sont souvent différents. La plupart de ces modèles sont cependant d'origine publique : les régions en Rhénanie, à Berlin, en Ecosse, en Catalogne et à Madrid, les communes (associées à des universités) en Suède, en Finlande... Seule une minorité est indépendante, à l'exemple de l'ERBI (Cambridge) ou de la *Medicon Valley Academy*, qui sont financées par leurs membres (entreprises et universités, mais on retrouve néanmoins les collectivités locales dans leur co-financement...). Il existe enfin des modèles mixtes, pour lesquels une partie des activités (networking) est financée sur des fonds publics, la partie transfert de technologie et création d'entreprises fonctionnant avec des fonds privés (cas de *BioM* à Munich, une des rares agences régionales de biotechnologies à disposer d'un fonds d'investissements fonctionnant selon les règles du marché). Certains bioclusters ont aussi pu s'adosser sur un fort engagement de l'industrie, comme à Heidelberg / Mannheim (Roche, BASF, Merck), à Bâle (Novartis), à Stockholm-Uppsala (Pharmacia, Astra Zeneca), et plus récemment à Vienne (Boehringer-Ingelheim).

Or, si l'on met en lumière les principaux facteurs nécessaires à l'émergence d'un biocluster⁷, *la présence de l'ensemble des acteurs hétérogènes impliqués dans la chaîne de compétences nécessaire au processus d'innovation* apparaît comme étant un facteur clé de succès : base scientifique forte, réservoir d'entreprises en développement, multinationales (pharmacie, chimie...), présence de capitaux (capital risque, business angels), sociétés de services (brevets, ressources humaines, avocats...), main d'œuvre qualifiée (scientifiques, techniciens, programmes de formation adaptés aux besoins locaux...). L'ensemble de ces acteurs forme les réseaux socio-économiques qui restent déterminants dans le mode de fonctionnement et de pérennité d'un cluster (Genet, 1997). Ils permettent la continuité de la chaîne de domaines d'expertise nécessaire à la création et au développement des entreprises innovantes. *Le lieu d'innovation dans les biotechnologies n'est donc plus la firme, mais le réseau* (Powell et al., 1996) : l'innovation est le (co)produit d'interactions et de coopérations entre différents types d'acteurs aux ressources et compétences complémentaires.

Cette double mise en perspective (TIC et biotech) tendrait à montrer que quels que soient les domaines et les disciplines, *les déterminants de la structuration des clusters restent proches : ils renvoient à des modes de coordination ex-ante des acteurs hétérogènes propres à l'émergence de l'innovation, ainsi qu'à une convergence des investissements publics et privés (notamment en Europe)*. Au-delà de la présence sur un même territoire de l'ensemble des acteurs de la chaîne de compétences nécessaire à l'innovation, ces pôles présentent en effet des spécificités organisationnelles qui relèvent de la coordination *ex-ante* des acteurs. Mais *quel(s) mécanisme(s) explique(nt) cette nécessaire forme de coordination ?* Si l'innovation, dans les Technologies de l'Information et les biotechnologies, requiert de pouvoir s'appuyer sur un environnement collaboratif et diversifié, c'est alors que *la nature de l'innovation dans ces industries implique de mettre en œuvre des modalités de coordination de l'innovation qui dépassent les frontières de la firme, voire celles de l'industrie et de « l'offre »*. Pour avancer dans notre analyse, nous proposons donc de revenir, pour ce qui concerne les TIC, sur la notion d'innovation « par l'usage », dans la mesure où c'est bien cette dimension qui semble justifier, du moins pour une large part, ces modalités de coordination. Puis nous étudierons, toujours dans l'optique comparative qui est la nôtre, le mécanisme qui prévaut dans le domaine des biotechnologies.

2. LES RESEAUX LOCALISES D'INNOVATION DANS LES TIC ET LES BIOTECH : VERS DE NOUVELLES FORMES DE COORDINATION ?

2.1 Le cas des technologies de l'information

Dans un premier point, nous revenons sur la notion « d'innovation par l'usage ». Aujourd'hui largement mis en œuvre par les firmes du logiciel, ce mode de coordination *ex-ante* de l'innovation tend en effet à se généraliser à l'ensemble des industries liées aux TIC. Dans un second point, nous étudierons ainsi le cas du pôle grenoblois MINATEC (et plus particulièrement du programme MINATEC IDEAS LABORATORY), qui nous permet d'illustrer la manière dont les acteurs publics et privés peuvent conjointement mettre en œuvre ces nouvelles modalités de coordination.

⁷ Cf. notamment L. Sainsbury (1999), « Biotechnology Clusters », Ministère britannique de la Science, DTI.

2.1.1. « Innovation par l'usage » : vers une chaîne de compétences étendue au client

L'économie de l'innovation, dans son approche des Technologies de l'Information, offre en effet une perspective analytique intéressante. En s'appuyant sur l'exemple de l'industrie du logiciel, N. Rosenberg (1982) propose ainsi l'analyse suivante :

L'utilisation à des fins productives de l'apprentissage par l'usage en tant que stratégie de développement pourrait bien être de nos jours un facteur important dans certaines industries de haute technologie. Considérons le cas de l'industrie informatique, qui, dans les années récentes, s'est appuyée de façon croissante sur des produits logiciels complexes en vue de rendre ses systèmes utiles à un nombre plus important d'utilisateurs. On sait que le développement logiciel est une activité qui dépend fortement de l'expérience des utilisateurs. La modification d'un système logiciel en réponse à ce type d'expériences est donc devenue un phénomène courant dans l'ingénierie logicielle. Il en est ainsi dans la mesure où la plupart des produits logiciels permettent des variations complexes en matière d'inputs et des options de calcul nombreuses. Or ces options ne peuvent pas être toutes testées avant la diffusion du logiciel. C'est pourquoi le développement d'un logiciel dépend du flux d'informations en provenance des clients. Bien plus, de nombreuses firmes informatiques fournissent fréquemment un important service d'assistance qui inclut des modifications dans la programmation du logiciel lorsque des bogues sont découverts par les clients, ce qui se produit inévitablement. La capacité réelle des services d'assistance à promouvoir l'amélioration des produits après leur mise sur le marché devient alors un facteur important de la compétitivité des firmes informatiques. De fait, de tels services représentent une forme d'institutionnalisation du phénomène de l'apprentissage par l'usage, délibérément mis en œuvre par l'industrie informatique en vue de sa pleine exploitation. (p. 139)

Pour cet auteur, l'une des caractéristiques majeures de l'économie des technologies de l'information réside précisément dans *cette implication des utilisateurs*, laquelle peut devenir une véritable modalité du processus d'innovation. N. Rosenberg met ainsi en avant le rôle de l'apprentissage, ou de l'innovation, « par l'usage ». La prise en compte de cette modalité de l'innovation devient alors un enjeu décisif pour les firmes qui souhaitent accélérer le développement et la diffusion de leur offre technologique. En recourant à cette notion, on dépasse la problématique de la diffusion d'une offre technologique pour mettre en lumière *l'existence d'interactions dynamiques entre offreurs et demandeurs, lesquelles prennent la forme d'un processus de co-production*, d'une « utilisation à des fins productives de l'apprentissage par l'usage » (Rosenberg, 1982, *ibid.*). Le processus d'innovation devient un mode d'apprentissage collectif lié au développement de nouveaux usages. L'intérêt de cette analyse est donc de mettre en évidence l'interaction complexe qui peut exister entre offreurs et demandeurs en tant que source de la création de nouvelles technologies et de nouveaux usages. C'est bien cette idée que l'on retrouve dans la contribution de M. Castells (1998) : « La boucle de rétroaction entre l'introduction des nouvelles technologies, leur utilisation et leur mise en œuvre dans de nouveaux domaines s'accélère considérablement dans le nouveau paradigme technologique. En conséquence, la diffusion de la technologie amplifie sans cesse le pouvoir de la technologie, à mesure que les usages se l'approprient et la redéfinissent. Les nouvelles technologies ne sont pas simplement des outils à utiliser, mais des procédés à développer. Utilisateurs et acteurs peuvent désormais se confondre » (pp. 54-55). On trouve également chez B. Miège (1997) une conception assez proche de ce processus, dans lequel « l'usager/consommateur est de plus en plus sollicité pour inter-agir, et même dans certaines

situations pour co-produire » (p. 169). A ce niveau, l'exemple du logiciel libre Linux⁸ est particulièrement éloquent : voilà un produit dont le développement repose sur les interactions permanentes entre développeurs et utilisateurs, qui souvent se confondent. Plus répandu, le principe des « bêta-testeurs » est l'un des piliers du développement logiciel : il consiste à laisser, pendant un laps de temps donné, un certain nombre d'utilisateurs exploiter un logiciel pour en détecter les dysfonctionnements et les sources d'amélioration (interfaces, fonctionnalités, etc.).⁹ De son côté, la firme Xerox expérimente depuis longtemps des modes de coordination *ex-ante* impliquant très en amont certains clients, allant jusqu'à parler de « co-production de l'innovation » (Brown, 1991). Pour cet auteur, ancien directeur du mythique PARC (centre de R&D de Palo Alto), « the research department's ultimate innovation partner is the customer » (p. 105). La notion d'*expérimentation* (conduite avec le client) lui paraît être particulièrement déterminante, notamment pour des technologies (matérielles et logicielles) dont la dimension organisationnelle est fondamentale (quelle organisation du travail mettre en place pour en tirer parti ?). En effet, tandis que « most market research assumes either that a particular product already exists or that customers already know what they need... we are trying to prototype a need or use before we prototype a system ». Il donne ainsi l'exemple d'un projet impliquant Xerox est l'un de ses clients pionniers, la firme pharmaceutique Syntex, également basée à Palo Alto. *L'une des spécificités des technologies de l'information en matière de coordination des efforts d'innovation tiendrait donc à cette dialectique complexe entre offreurs et utilisateurs.*

Si l'on suit cette analyse, les firmes américaines détiennent non seulement une avance technologique considérable, mais la densité et les caractéristiques de leurs clusters leur permettent également de bénéficier d'un avantage en matière de « learning by using », d'une échelle d'expérimentation sans équivalent. Il semblerait ainsi qu'une « économie de l'expérimentation » se soit mise en place dans le domaine des industries liées aux technologies de l'information, et que cette logique révèle une dimension territoriale dans laquelle la proximité des acteurs compte. Bien plus, l'apprentissage par l'usage et les expérimentations ne concernent pas seulement les technologies, mais plus largement l'ensemble des problématiques sous-jacentes au développement de l'économie des TIC : définition des modèles économiques susceptibles de rencontrer l'adhésion des clients (publicité, abonnement, paiement à l'acte ou leurs combinaisons ?), développement de

⁸ Rappelons qu'il s'agit d'un logiciel d'exploitation concurrent du logiciel Windows NT de Microsoft. On estime qu'un serveur sur quatre dans le monde utilise ce système d'exploitation (source : *La Tribune*, 07/11/00). On le dit « libre », dans la mesure où son code source a été rendu public (« open source »), permettant aux informaticiens du monde entier d'en améliorer les performances.

⁹ Mais cette dynamique se retrouve dans d'autres champs des Technologies de l'Information : au Japon, la firme NTT-DoCoMo, leader sur son marché domestique en matière de services liés à la téléphonie mobile (60% de part de marché), a fait le choix du standard W-CDMA pour ses services de 3ème génération « FOMA ». En vue de valider ce choix technologique et les services susceptibles de viabiliser le déploiement d'une infrastructure de 3ème génération, cette firme a réalisé durant l'année 2001 une expérimentation à grande échelle auprès de 4500 particuliers et salariés de la région de Tokyo (services testés : transmissions de données (incluant images, musiques et jeux vidéo), vidéo-phonie, TV, etc.). Si, comme le souligne E. Cohen (2000), le Japon dispose avec NTT-DoCoMo et son expérience en matière d'Internet mobile (à l'automne 2001, l'*i-mode* avait séduit près de 30 millions d'abonnés, soit un record mondial) d'une avance considérable, on peut considérer que ce pays capitalise aujourd'hui une expérience unique au monde en matière de déploiement des services de 3ème génération, déterminante dans l'analyse du comportement des usagers, des technologies et terminaux mis en œuvre, des modèles économiques, etc.

nouveaux services et de nouveaux usages, etc. Ce qui semble donc avoir changé dans les années récentes, *c'est bien la généralisation de ce modèle, jusqu'ici plutôt spécifique au développement logiciel, à d'autres activités relevant des industries des technologies de l'information.* Et la dimension spatiale de ce phénomène, *i.e.* la proximité géographique des acteurs impliqués dans la coordination *ex-ante* des activités liées au processus d'innovation (et notamment l'implication des utilisateurs), si elle ne semble pas être une condition *sine qua non* de cette coordination¹⁰, n'en demeure pas moins une source d'avantage concurrentiel, comme le démontre l'hégémonie nord-américaine et ses clusters.

A cette étape de notre travail, il convenait toutefois de rechercher s'il existait, en dehors des Etats-Unis, d'autres territoires tendant à s'organiser de manière à tirer parti de cette économie de l'expérimentation sur laquelle semble reposer, de manière croissante, les industries des Technologies de l'Information. Or il semblerait bien que la Suède et la Finlande aient suivi des trajectoires relativement proches (implication forte des pouvoirs publics dans le financement de l'innovation et au travers d'une commande publique tournée vers les technologies nouvelles) : le développement des clusters nordiques des télécommunications (Kista près de Stockholm, Oulu et Salo en Finlande, etc.) y serait fortement lié à une logique territorialisée de « *development pairs* » qui met en avant le rôle de la coopération public/privé dans l'émergence d'une industrie des télécoms qui figure parmi les premières au monde (Berggren et Laestadius, 2003). Dans une optique portérienne, ces deux auteurs soulignent ainsi le rôle des « clients avancés » (mais aussi souvent très *proactifs* : initiation de programmes de recherche, co-financements de la R&D, etc.) qu'ont été les entreprises publiques de télécommunication.

Si l'on considère maintenant le cas de la France, on observe à Grenoble, à travers le programme « MINATEC IDEAS LABORATORY » (qui s'inscrit dans le cadre du projet *MINATEC*¹¹), une manifestation originale de ces formes de coordination. C'est donc à l'examen de ce cas que l'on va s'attacher maintenant, dans la mesure où il permet *d'illustrer la possible (probable ?) généralisation de modes de coordination ex-ante dans lesquels les clients (finaux ou non) participent en amont à la chaîne de compétences qui est mobilisée, et ce avec le soutien des pouvoirs publics.*

2.1.2. Le programme « MINATEC IDEAS LABORATORY¹² » : vers de nouvelles modalités de management de l'innovation technologique ?

S'inspirant à l'origine d'une démarche similaire à celle qui a prévalu lors de la genèse du « MEDIALAB » du MIT, mais adapté au contexte présent, le projet « MINATEC Ideas Laboratory »¹³, piloté par le CEA, a vu le jour en février 2002 avec un budget de l'ordre d'1M€. Il réunit de manière permanente trois partenaires industriels (le CEA (Commissariat à l'Energie Atomique), France Telecom et ST Microelectronics) et un partenaire académique (l'Université Pierre Mendès-France). D'autres partenaires industriels et universitaires le rejoignent actuellement. Il implique toutefois au cas par cas, selon les projets, d'autres acteurs et notamment des PME (ce qui fut le cas autour d'un projet initié dans le domaine des jeux vidéos par exemple). Le concept qui est à l'origine de ce projet reposait sur l'analyse

¹⁰ Il existe en effet des modalités de coordination mobilisant des firmes localisées dans des aires géographiques différentes.

¹¹ Pour une présentation de ce projet de pôle d'innovation en micro-nanotechnologies, cf. www.minatec.com.

¹² «MINATEC IDEAS Laboratory» est une marque déposée par le CEA.

¹³ Les auteurs tiennent à remercier Nicolas Géraud (société Ad Valor) et Michel Ida (CEA) pour le temps qu'ils ont bien voulu nous accorder pour alimenter cette partie de notre travail.

suivante : si certains nouveaux usages et services (l'Internet grand public, la téléphonie mobile, etc.) tendent à émerger et à se développer de manière relativement rapide, les technologies issues des micro-nanotechnologies exigent pour leur part des temps de maturation beaucoup plus long (dix ans environ). Comment dès lors anticiper les technologies qui vont supporter les usages des TIC qui vont s'imposer demain avec un tel décalage dans le temps ? L'idée consiste donc à rassembler, très en amont, l'ensemble des acteurs de cette chaîne de valeur (télécoms, contenus, microélectronique, informatique et sciences humaines et sociales) autour d'une structure pilote chargée d'animer des séances de créativité (génération d'idées), de conduire des études et des « tests d'usages » auprès d'utilisateurs finaux, et enfin de piloter la réalisation de maquettes fonctionnelles. En faisant converger des compétences complémentaires mais diversifiées, le programme entend raccourcir de manière significative les délais de mise sur le marché (il n'est pas possible, à ce stade de la démarche, de préciser un chiffre). Il s'agit donc bien d'anticiper, de manière collaborative, les usages et services qui pourraient séduire, demain, les consommateurs. En partageant ainsi leurs idées de l'avenir au carrefour de leurs champs de compétences, ces acteurs ambitionnent de dessiner conjointement l'avenir de leur industrie. Pour ceux qui se situent en amont (le CEA et ST Microelectronics), c'est l'opportunité de mieux anticiper les technologies qu'il convient de développer dans une perspective plus apparente ; pour ceux qui sont situés en aval, il s'agit de réduire le degré d'incertitude lié à la disponibilité (délais/coûts/qualité) des technologies sur lesquelles s'appuieront leurs futurs services et contenus.

Concrètement, MINATEC IDEAS LABORATORY (« MIL » par la suite) regroupe une équipe de quinze personnes qui a en charge l'animation des séminaires communs. Les thèmes de ces derniers concernent aussi bien les applications des micronanotechnologies dans l'automobile, que les immeubles « intelligents », les systèmes médicaux (soins médicaux à domicile) ou encore les utilisations militaires. Les partenaires se sont organisés en créant une structure commune qui peut sous-traiter certains travaux (études et maquettes notamment) à des partenaires extérieurs. En plus des permanents, les acteurs impliqués détachent au gré des séminaires et des projets qui peuvent en découler les compétences humaines nécessaires. MIL manage également la propriété intellectuelle des projets menés en commun au prorata de l'implication en temps/ressources de chacun. D'autres acteurs, liés à l'un ou l'autre des partenaires, peuvent être également associés à tel ou tel projet en fonction des besoins. A la base, le projet distingue trois grandes catégories de partenaires :

- les partenaires fondateurs et principaux (STM, CEA, FT et l'UPMF),
- les « senior partners », qui s'impliquent en cas par cas, dans tel ou tel consortium interne au laboratoire, en fonction de leurs centres d'intérêt,
- les partenaires « affiliés ou ponctuels », qui peuvent être des PME souhaitant avoir accès à des informations « amont » et/ou pouvoir valoriser leurs technologies dans le cadre d'un projet particulier. En les aidant à s'insérer dans un réseau de grands industriels, MIL peut ainsi faciliter leur développement.

En ce qui concerne les séminaires (réunions de créativité, travaux sur les usages et les maquettes), ils peuvent rassembler des profils aussi divers que des sociologues, des anthropologues et des ingénieurs, ainsi que des hommes de marketing, des économistes, des designers et même des utilisateurs finaux (enseignants, médecins, jeunes gens, etc.). L'apport des sciences humaines et sociales est déterminant dans ce projet : sociologues et anthropologues participent activement à l'éclosion de nouvelles idées en mobilisant

notamment (mais pas exclusivement) une méthode développée au sein du CNRS et aujourd'hui valorisée sur le marché : la méthode « CAUTIC »¹⁴.

Cette approche de l'innovation, on le voit, est en elle-même (et au-delà de la seule méthode CAUTIC) très originale, en raison de l'implication des clients finaux (très en amont) qu'elle implique. Ce faisant, les industriels sont en mesure de pouvoir mieux anticiper les fonctionnalités et l'ergonomie recherchés par les utilisateurs finaux. Le mode de génération des idées de nouveaux produits ou services dans le cadre des séminaires est quant à lui fondé sur l'intégration de différents niveaux d'interrogation :

- L'étude des problèmes sociétaux et des changements sociaux,
- La prise en compte des évolutions technologiques, l'identification des technologies émergentes
- L'identification des brevets mobilisables et non encore exploités

On distingue ensuite trois étapes dans le processus :

- Une étape de créativité
- Une étape de réalisation de la maquette technologique à partir des technologies émergentes des partenaires
- Une étape de définition du protocole de test et la phase de test.

La première étape est consistée à formaliser un couple produit/service qui pourra faire l'objet soit d'un programme de R&D (en cas de besoin d'une technologie nouvelle), soit de la réalisation d'une maquette, soit d'une phase de recherche d'informations. La seconde vise à réaliser des prototypes ou des maquettes à partir des technologies émergentes des partenaires. La troisième consiste enfin à définir les tests qui permettront d'apprécier la capacité du couple à rencontrer un marché (quels sont les paramètres importants sur lesquels les utilisateurs finaux seront interrogés ?). La dernière étape enfin à conduire les tests et à en analyser les résultats : si ces derniers sont probants, l'équipe recommande une finalisation rapide du couple et sa mise sur le marché. Dans le cas contraire, des recommandations visant à améliorer le projet sont proposées.

La méthode expérimentée au sein du MIL intègre donc *in fine* un outil d'aide à la décision (lancer ou non un projet), un outil d'aide à la réflexion stratégique, une méthode susceptible d'améliorer un concept d'innovation (identifier des problèmes, imaginer et tester de nouvelles options permettant de le résoudre), un support à la construction de l'argumentaire marketing

¹⁴ Initialement développée dans le champ de la sociologie des usages par Philippe Malein (CNRS), cette méthode consiste à mobiliser les utilisateurs finaux probables d'un service ou d'un produit nouveau afin de valider leur capacité à se l'approprier (à l'utiliser et à le valoriser). Elle permet ainsi de prendre en compte des facteurs clés de succès qui n'auraient pas nécessairement été anticipés *ex-ante*. En ce sens, c'est une méthode de management de l'innovation centrée sur la mesure de l'adhésion des utilisateurs à un concept, dont le postulat de départ repose sur l'idée suivante : la plupart des nouveaux produits/services échoue en raison de leur inadéquation à leurs futurs utilisateurs (fonctionnalités et modes d'usage réellement recherchés, interface souhaitée, etc.). Cette forme d'interaction, de coordination *ex-ante* (hors marché) entre la firme (au travers de sa technologie) et la « société » (les utilisateurs finaux) remet ainsi en cause les modes traditionnels de développement de nouveaux produits/services, dans lesquels le clients n'est sollicité qu'au stade de la mise sur le marché, une fois le produit/service designé. Elle s'efforce de prendre en compte, en l'intégrant dans le processus de développement, le contexte social dans lequel le nouveau couple va devoir s'insérer (par exemple, va-t-il bouleverser les usages en vigueur ?). Ce faisant, elle permet de maximiser les chances d'une appropriation réussie. De manière concrète, cette méthode repose sur des interviews d'utilisateurs finaux afin de déterminer si l'innovation proposée a quelque chance de s'imposer au regard de son « acceptabilité » par le corps social ciblé. Elle permet ainsi de concevoir et d'organiser des tests d'usage, lesquels consistent à mesurer l'acceptabilité potentielle des nouveaux produits par un échantillon d'utilisateurs cibles (au travers de questions telles que : quel sens l'utilisateur attribue-t-il au produit ? L'ergonomie est-elle adaptée ? Etc.).

et des outils de communication, et enfin un outil qui facilite la définition des services qui seront nécessaires pour supporter le produit.

On le voit, le projet MIL est fondé sur un effort de coordination *ex-ante* des acteurs économiques et « sociétaux », coordination qui place les « clients » au cœur du processus d'innovation. L'originalité de cette démarche est donc, de notre point de vue, de faire converger une quadruple préoccupation :

- d'une part, elle consiste à **mobiliser l'utilisateur potentiel final très en amont** d'un projet afin d'étudier ses interactions avec le prototype. Dans une optique finalement assez proche de ce qui se pratique de manière plus courante dans le monde des services (mais souvent de manière moins structurée), le client intervient ici en tant que « co-producteur » de l'innovation, « co-innovateur » (Gallouj et Gallouj, 1996 ; Dumont, 2001).
- d'autre part, elle repose sur **une coordination de différents acteurs de la chaîne de valeur** (télécommunication, microélectronique, etc.). Les frontières de la firme, mais aussi celles de l'industrie, sont ici franchies en vue de coordonner les investissements « complémentaires et non similaires » (Richardson, 1972) des différents intervenants de la chaîne de valeur « numérique ».
- elle se situe également dans **une optique clairement « expérimentale »** qui mobilise tout à la fois, on l'a vu, des usagers finaux et des spécialistes de différentes disciplines (ingénieurs, sociologues, anthropologues, etc.). Des séances de créativité aux programmes de tests, on se situe bien ici dans une logique exploratoire dont l'originalité réside à la fois dans *la diversité des acteurs mobilisés, et dans le caractère lui-même exploratoire des méthodes de management de l'innovation utilisées.*
- Enfin, **les investissements sont ici partagés entre les pouvoirs publics** (qui financent le CEA et l'aménagement du pôle d'innovation MINATEC) **et les acteurs privés.** Cette forme de coordination des investissements permet tout à la fois de sécuriser les premiers (renforcer l'attractivité du territoire) et les seconds (appui des pouvoirs publics). *Mais ce qui nous semble être original ici, c'est le fait que cette implication des pouvoirs publics tend à s'extraire d'une logique stricte de financement de la R&D au profit de l'appui apporté à un mode de coordination.*

En ce sens, ce projet nous paraît bien illustrer la montée en puissance de ces nouvelles modalités d'organisation des processus d'innovation *dont la dimension spatiale est une composante forte.* Il semblerait ainsi que l'on soit entré dans une économie pour laquelle cette capacité à innover par l'expérimentation (laquelle implique que soient mobilisés différents acteurs de la chaîne de valeur « étendue », *i.e.* dans laquelle les clients finaux -ou non- sont intégrés très amont) deviendra de plus en plus déterminante dans le développement des technologies de l'information. On peut alors avancer l'idée selon laquelle l'avenir des territoires se jouera de façon croissante sur leur aptitude à faciliter la mise en œuvre et la valorisation de ce type d'expérimentations, dans lesquelles le « learning by using » et les transversalités qu'il implique entre différents acteurs et diverses compétences occupent une place prépondérante.

A ce stade de l'analyse, on peut se demander si ce mode de coordination (lié ici au développement de nouveaux usages) est propre à l'industrie des TIC ou bien s'il est commun à d'autres industries, et à celle des biotechnologies en particulier (second cas qui nous occupe ici). Si elles tendent à structurer de nouveaux rapports entre firmes et laboratoires, comme entre les acteurs privés et les acteurs publics, ces modalités trouvent-elles dans les biotechnologies un « terrain » qui pousse les acteurs de cette industrie à s'organiser de manière comparable ?

2.2. Biotechnologies : le nécessaire couplage entre sciences et innovation

Contrairement aux TIC, les biotechnologies ne conduisent pas à créer un nouveau marché de produit final, mais augmentent les potentialités d'innovation dans une gamme de produits et de services finaux déjà existants (Preveze, 1998). Les start-up de biotechnologie, le plus souvent issues d'organismes de recherche publics, explorent de nouveaux champs de la connaissance que les grands groupes exploitent industriellement et commercialement. (Orsenigo et al., 1998). Dans ce contexte, le processus d'innovation se base sur un mode d'apprentissage collectif où le couplage entre la recherche publique et l'industrie reste essentiel. Les interactions entre acteurs publics « producteurs de connaissances » et acteurs privés « utilisateurs-adopteurs et diffuseurs des connaissances » dès les phases amont du processus donnent naissance à des formes d'organisation basées sur la co-production-diffusion de l'innovation. Pour mieux appréhender ces formes d'organisation de l'innovation dans le domaine des biotechnologies, nous reviendrons dans un premier temps sur notre approche du « processus de co-production-diffusion », pour, dans un second temps, en proposer une illustration à travers le cas du « procédé de bio-dépollution », une innovation menée conjointement par le Laboratoire de Biotechnologie de l'Environnement basé à Narbonne et une PME locale : les Ateliers d'Occitanie.

2.2.1. Processus de co-production-diffusion de l'innovation

Dans un processus de co-production-diffusion, la production et la diffusion des connaissances sont indissociables, elles s'opèrent simultanément au cours des interactions entre acteurs publics et privés. Par conséquent, la demande comme les connaissances ne préexistent pas, elles sont élaborées collectivement et diffusées au cours des interactions entre les chercheurs et les industriels. L'émergence d'une demande industrielle stable et des connaissances repose sur des relations de confiance étroites entre les acteurs et des échanges fréquents. C'est au cours de la coopération que les acteurs vont saisir ce qu'ils sont en mesure d'exiger de l'autre et ce qu'ils sont capables de générer en commun. Dans ce processus, la demande et les connaissances sont donc le résultat d'un processus d'apprentissage interactif et dynamique entre les partenaires, elles n'existent pas *ex-ante*. Sur ce point, le processus de co-production-diffusion se rapproche du modèle de co-construction élaboré par le Centre de Sociologie de l'Innovation¹⁵. Pour synthétiser les résultats d'une étude sur le développement et le fonctionnement des innovations à l'INRA, le CSI a mis en évidence l'existence de deux « idéaux types » : le modèle de co-construction et le modèle de délégation. D'après les auteurs, dans le premier modèle, l'offre et la demande ne sont pas dissociées dans le temps, elles se construisent au cours du projet commun. La production et la diffusion des connaissances sont donc perçues comme un seul et même processus.

Dans cette configuration, c'est donc au cours de la coopération que les connaissances sont produites, échangées et diffusées. Outre la simultanéité du processus de production et de diffusion, plusieurs éléments caractérisent ce mode d'organisation entre acteurs publics et

¹⁵ Le Centre de Sociologie de l'Innovation (CSI) et le Centre de Gestion Scientifique (CGS) avaient été mandatés par la direction générale de l'INRA pour effectuer une enquête sur l'innovation à l'INRA. Les résultats de cette étude ont donné lieu à la publication d'un ouvrage : INRA et Ecole des Mines de Paris (1998); "*Les chercheurs et l'innovation, regards sur les pratiques de l'INRA*", Editions INRA, Paris. A partir d'une analyse de six cas d'innovation réalisés en coopération avec des équipes de recherche de l'INRA, le CSI a mis en évidence l'existence de deux modèles respectivement nommés : modèle de co-construction et modèle de la délégation.

privés. Tout d'abord la forme tacite des connaissances échangées et la nature localisée des connaissances produites. Enfin, le mode de construction des liens entre partenaires dépend exclusivement des relations interpersonnelles des individus (la proximité géographique joue ici un rôle non négligeable). Le bref exposé de chacune de ces caractéristiques va permettre de mieux définir ce que nous entendons par « processus de co-production-diffusion » de l'innovation.

Dans ce processus, les connaissances échangées entre chercheurs et industriels sont essentiellement de nature tacite¹⁶. Or, ces connaissances sont difficilement séparables de leur « support » humain et/ou matériel (Callon, 1997). Incorporées dans les personnes, elles ne peuvent, dans un premier temps, faire l'objet d'une quelconque codification. La codification demeure un processus ultérieur, donc subordonné à l'existence préalable du savoir. La forme originelle de la connaissance est, par conséquent, essentiellement tacite (Saviotti, 1994). Dans un processus de co-production, les connaissances se construisent au cours des interactions entre les différents acteurs publics et privés. Ainsi produites et diffusées, les connaissances ne peuvent donc pas faire l'objet d'une codification immédiate. Mais pour que l'échange de ce type de connaissances soit possible, encore faut-il que les liens qui unissent les partenaires de la coopération soient très forts.

Plusieurs auteurs en effet s'accordent à penser que seule une relation très étroite entre individus permet l'échange et le transfert des connaissances tacites (Senker, 1995). Pour que le chercheur et l'industriel échangent des connaissances tacites, de fréquentes interactions sont nécessaires. Les relations informelles que peuvent entretenir les acteurs publics et privés favorisent alors ce type d'échanges¹⁷. Or, de telles relations sont clairement facilitées par la proximité géographique.

Comme nous l'avons vu précédemment, la production et la diffusion des savoirs dans ce processus résultent de fortes interactions entre les scientifiques et les industriels. La demande et les connaissances produites sont intimement liées aux objectifs, aux besoins, aux contraintes et à la base de connaissances de l'ensemble des partenaires. Les résultats de la relation sont dépendants du contexte dans lequel ils ont été créés. C'est au cours des échanges, qu'un projet stable et précis émerge, et qu'une solution aux problèmes émis par l'industriel se construit. Les différentes tâches effectuées lors de la coopération sont étroitement connectées entre elles, de nombreux aller-retour entre les acteurs sont nécessaires. L'accomplissement d'une tâche dépend étroitement des connaissances, conseils et savoir-faire des chercheurs du laboratoire et des industriels. Seuls une mise en commun des savoirs et des compétences et un travail collectif permettent à la relation d'aboutir sur la production et la diffusion de l'innovation. Il en résulte une forte dépendance mutuelle entre les acteurs. Sans les savoirs et conseils des laboratoires de recherche, les industriels seraient incapables de construire et développer un tel projet, et inversement sans les connaissances du problème et les savoir-faire des industriels, les chercheurs ne pourraient atteindre les mêmes résultats. C'est la mise en commun des visions, des objectifs et des intérêts des acteurs en amont du processus qui permet la production de fortes synergies, donnant elle-même naissance à l'innovation.

¹⁶ L'expression de Polanyi (1966) « *We know more than we can tell* » évoque très bien ce que représente la dimension tacite des connaissances. L'auteur explique ainsi qu'une partie des connaissances des individus est tacite : elles échappent à la conscience même de ceux qui les détiennent. Suite à Polanyi, de nombreux auteurs tels que Rosenberg (1982), Senker (1995) ou encore Callon (1997) se sont intéressés à cette dimension des connaissances. A l'instar de Polanyi, quand Rosenberg définit cette notion, elle souligne principalement la difficulté qu'éprouvent les individus à expliquer ce type de connaissances. Senker (1995), quant à elle, insiste davantage sur la difficile transmission des connaissances tacites d'un individu à l'autre.

¹⁷ Pour plus de détails sur ce point se référer notamment à C. Genet (2001).

Les liens qui unissent les partenaires du processus de co-production-diffusion de l'innovation découlent, le plus souvent, de relations antérieures informelles (relations personnelles, correspondance électronique ou téléphonique, conversations lors de colloques ou salons...) ou formalisés (contrat d'expertise, de consultance, de prestation de services ou de collaboration de recherche). Ces interactions entre chercheurs et industriels constituent un cadre d'apprentissage dynamique. C'est au cours de la coopération que chercheurs et industriels vont comprendre ce qu'ils sont en mesure d'exiger de l'autre, et ce qu'ils sont capables de générer. Les maintes réunions, négociations, conversations, tests qui ponctuent le processus de coopération vont progressivement permettre à la demande industrielle de se stabiliser et aux nouvelles connaissances d'émerger. La coopération occasionne aussi très souvent de nouvelles rencontres, ce qui tend à enrichir les réseaux scientifiques et industriels des participants. En effet, il n'est pas rare que de nouvelles opportunités de coopérations apparaissent lors d'un colloque ou salon où les participants présentent leurs résultats. Comme il n'est pas rare non plus que l'un des partenaires présente à l'autre un futur collaborateur. L'ensemble de ces opportunités permet aux réseaux de chacun des participants d'évoluer.

Si, comme nous l'avons vu, le processus de co-production-diffusion suppose de fortes et de fréquentes relations entre les partenaires, *un ancrage territorial des acteurs tend donc à faciliter les interactions* (réunions, expérimentations communes, travail commun sur un prototype...). Pour illustrer nos propos, nous proposons maintenant de développer une étude de cas portant sur la co-production-diffusion d'une innovation dans le domaine des biotechnologies.

2.2.2. Le cas du Laboratoire de Biotechnologie de l'Environnement et des Ateliers d'Occitanie¹⁸.

Avant de relater le projet que le Laboratoire de Biotechnologie de l'Environnement (LBE, installé à Narbonne) a mené avec une PME locale (les Ateliers d'Occitanie) pour illustrer le fonctionnement du processus de co-production-diffusion de l'innovation tel que nous l'entendons, il convient de présenter l'organisation de ce laboratoire.

L'objectif principal de recherche du LBE est de valoriser et/ou de traiter par voie microbiologique la pollution d'origine agricole, industrielle et urbaine présente sous forme d'effluents et de déchets solides. Pour éliminer la pollution des effluents fromagers, vinicoles et urbains, l'une des méthodes développées par le laboratoire consiste à mettre au point des digesteurs rustiques tel que le « *Sequencing Batch Reactor* » (S.B.R., réacteur séquentiel discontinu). Pour répondre à cet objectif le LBE s'est structuré en cinq équipes qui recouvrent cinq domaines de recherche scientifique au service de l'environnement et plus précisément de la dépollution : l'équipe automatique, l'équipe génie des procédés, l'équipe microbiologie moléculaire, l'équipe de génie microbiologique, et l'équipe chimie de l'environnement associée. D'après M. Moletta, directeur du LBE, c'est cette caractéristique (réunir cinq équipes scientifiques sur le seul thème de la bio-dépollution) qui rend le LBE original par rapport à ses principaux concurrents. L'autre originalité du LBE tient à la présence de halles pilotes et d'un site d'accueil¹⁹ pour les industriels au sein même du laboratoire regroupés sous le centre de transfert de technologies de l'environnement. Cette structure permet au

¹⁸ Les Ateliers d'Occitanie sont spécialisés dans la construction, la réparation et la modernisation de wagons. La société dispose notamment de vieux wagons citernes qui, ne pouvant plus circuler, servent au stockage d'eau pour la lutte contre les incendies.

¹⁹ Les locaux du laboratoire ont été financés en partie par l'INRA et les collectivités territoriales.

laboratoire d'accueillir ses partenaires industriels et de mener au sein même de ses locaux (halles pilotes) des expériences communes, de réaliser des tests sur des prototypes communs et de multiplier les échanges largement facilités par la proximité des acteurs et le partage d'équipements communs. DEGREMONT SA, OCCITANIE BIOCHIME ou encore BIO-ID se sont installés dans les locaux du LBE pour mener des projets communs. En sus de ces partenaires récurrents, une moyenne de quatre industriels est présente en permanence sur le site du laboratoire, en fonction des projets.

Lorsque que le PDG des Ateliers d'Occitanie (société également basée à Narbonne) contacte le LBE, plusieurs réacteurs séquentiel discontinu (SBR) ont été mis au point par le laboratoire pour le traitement d'effluents fromagers. Des articles parus dans la presse quotidienne et des revues techniques font état des performances épuratoires de ces réacteurs biologiques²⁰ réalisés à partir de vieux wagons citernes. C'est la lecture de ces articles qui incite le PDG à contacter le laboratoire. Directeur d'une entreprise de 110 personnes, spécialisée dans la rénovation de wagons citernes, M. O. imagine tout de suite comment valoriser ses vieux wagons citernes qui jusqu'à présent partaient à la casse.

Suite à l'appel de M. O., une première réunion est organisée en février 1994. L'objet de cette réunion est d'exposer les motivations et l'idée de la PME au directeur du laboratoire et à l'ingénieur qui est en charge du développement du procédé S.B.R. au sein du LBE. M. O., directeur de la PME, suggère au LBE d'utiliser ses citernes comme base pour la réalisation des prochains réacteurs biologiques. Le laboratoire est tout de suite intéressé par la proposition de la PME, d'autant plus que l'agence de l'eau, partenaire récurrent du laboratoire, lui a signalé qu'une cave régionale cherche un moyen de traiter ses effluents vinicoles. M. T., ingénieur chargé du procédé S.B.R., propose d'élaborer les premiers essais dans la halle pilote du laboratoire pendant le mois de mai 1994. Grâce à ces premiers essais et à une seconde série de tests réalisés en septembre, le LBE et la PME ont pu définir précisément les conditions de fonctionnement du réacteur et le dimensionnement exact du futur réacteur pilote. La réunion, les interactions qui ont suivi et les deux séries d'essais ont été effectués en dehors du tout cadre contractuel. Ces tests et ces discussions informels ont permis aux partenaires de valider leurs idées, de définir l'objet précis de la coopération et d'envisager la division des tâches entre le laboratoire et la PME. Les résultats des essais effectués par le laboratoire ont guidé la PME pour la réalisation d'un réacteur pilote en septembre 1994. Les informations apportées par ces interactions informelles et ces tests ont permis à M. T. de rédiger un projet de coopération agréé par la direction générale de l'INRA au début de l'année 1995.

Le réacteur pilote fabriqué par la PME a ensuite été installé sur le site de la cave vinicole régionale. D'autres essais ont alors été entrepris sur site par le laboratoire et la PME, qui ont ainsi effectué un suivi régulier des performances du réacteur pilote. Pendant cette période, les interactions entre le LBE et la PME se sont perpétuées à un rythme régulier. A l'issue de ce contrat, le LBE a cédé une cession de savoir-faire à la PME qui désormais transforme une partie de ses wagons citernes en réacteurs biologiques.

Cette coopération a été fort bénéfique pour la PME qui a ainsi pu développer une nouvelle activité et créer une nouvelle société. Cette relation a aussi été avantageuse pour le laboratoire qui a pu étendre l'application de son procédé au traitement des effluents vinicoles et disposer d'un nouveau pilote aérobie²¹ de 10 m³. Cette coopération a surtout permis au LBE de

²⁰ Ces réacteurs sont qualifiés de réacteurs biologiques car ils permettent une dépollution par micro-organismes.

²¹ Pour ce procédé, la présence d'oxygène est indispensable.

transférer une partie de son savoir-faire vers la PME, et de valoriser ses travaux grâce à une communication lors d'un colloque académique et à plusieurs publications parues dans la presse spécialisée et la presse professionnelle. La réputation du laboratoire auprès des industriels et de la communauté scientifique s'est ainsi accrue. De nouveaux contacts avec un CRITT et un laboratoire de recherche ont aussi été établis.

On le voit, cette étude de cas permet de souligner l'importance de la coordination *ex-ante* des acteurs (échanges informels, essais techniques, expérimentations communes...) dans les relations science-industrie. L'organisation du laboratoire (équipes pluridisciplinaires, halle pilote, accueil de l'industriel dans ses locaux), l'implication des acteurs industriels (non plus seulement « clients » du laboratoire, mais véritables co-producteurs de l'innovation) dès les phases amont du projet, la fréquence enfin des interactions renforcée par le partage d'un espace expérimental commun (halle pilote), ont permis l'émergence d'un processus localisé de co-production-diffusion de l'innovation. Des premiers essais tests à la mise en place d'un premier prototype, le processus se développe sur une logique exploratoire dans laquelle les connaissances sont co-produites par le laboratoire et la PME.

CONCLUSION

Cette double mise en perspective des modalités de coordination *ex-ante* de l'innovation dans les TIC et les biotechnologies suggère que *les déterminants de la structuration des clusters dans les deux industries étudiées renvoient principalement à des modes d'organisation territorialisés impliquant de manière croissante les différents acteurs de la chaîne de compétences « étendue » (au client) qui sont nécessaires pour que naissent les innovations, ainsi qu'à une convergence des investissements publics et privés.* L'émergence de ce que nous avons nommé une « économie de l'expérimentation » n'a toutefois rien de bien nouveau dans le champ des industries et services numériques : la nécessité de tester des usages et des applications s'explique par la nature même de ces activités et le rôle important des clients, ou des clients potentiels, dans la co-production des innovations. Si l'on peut y voir une manifestation de l'éclosion d'un nouveau paradigme, « l'innovation ouverte »²² (Chesbrough, 2003), s'opposant au management « traditionnel » de l'innovation (davantage centré sur la firme et ses processus internes de développement), il nous semble qu'il s'agit là davantage d'une évolution dans les modalités de la coopération : ce qui change ici, c'est que l'on voit émerger *une forme de coordination des activités complémentaires et non similaires qui s'élargit tout à la fois vers l'amont et l'aval, ainsi que la double implication, dès ce stade, (1) d'utilisateurs potentiels et (2) des pouvoirs publics.* Si les frontières de la firme ne sont plus, depuis longtemps, une limite à la manière dont sont coordonnées les activités économiques (et notamment l'innovation), ainsi que l'a bien montré G.B. Richardson (1972), *la coopération interfirmes en matière d'innovation semble toutefois s'engager vers des formes sans cesse plus « ouvertes » impliquant, de manière croissante, acteurs publics et privés, firmes et « destinataires-coproducteurs ».*

Dès lors, le fait que les acteurs publics du développement et/ou de la recherche accompagnent l'éclosion de ces nouvelles modalités (le plus souvent) au sein de « clusters », loin d'être là

²² Dont la définition, telle qu'elle est donnée par l'auteur, est : "Open innovation is a paradigm that assumes that firms can and should use external ideas as well as internal ideas, and internal and external paths to market, as the firms look to advance their technology" (Ibid., p. 37). Mais la perspective tracée par cet auteur est différente de la nôtre, car centrée sur la dimension "transactionnelle" de la R&D *réalisée* (échanges interfirmes en matière de propriété intellectuelle, et non mise en œuvre coordonnée, *ex-ante*, de programmes d'innovation).

aussi un phénomène très original²³, témoigne davantage d'une redistribution des cartes entre les acteurs publics. *De facto*, le mouvement engagé vers plus de décentralisation donne aux pouvoirs publics locaux et régionaux une responsabilité accrue en matière de politiques technologiques et de l'innovation (Fadaïro et Massard, 2002). Ce qui *peut* changer, c'est donc bien plutôt la manière dont les acteurs publics vont suivre, voire anticiper, de tels mouvements. Des projets tels que le MIL sont aujourd'hui loin d'être devenus des modalités courantes de management de l'innovation (sans parler des problèmes liés au management de la propriété intellectuelle...). Mais ils témoignent de l'émergence d'une économie de plus en plus tournée vers « l'expérimentation », car elle seule peut permettre de réduire l'incertitude ontologique liée au développement de tout nouveau produit ou service. Impliquer l'ensemble des acteurs d'une chaîne de valeur donnée, y compris certains utilisateurs potentiels, au travers de modalités de coordination elles-mêmes très expérimentales (ce qui est bien le cas du projet MIL), peut ainsi permettre de mieux coordonner les investissements de chacun en façonnant ensemble des marchés émergents. Ces derniers ne sont plus alors le produit de la seule R&D, de la « technologie » en tant que telle, mais bien plus la résultante d'une dynamique entrepreneuriale plurielle dans laquelle l'utilisateur final est sollicité en tant que « réducteur » d'incertitude. A travers ces modalités émergentes de coordination en matière d'innovation, *c'est bien, dans une perspective finalement très chandlérienne (Meyronin, 2001), le « fait managérial » que l'on resitue au cœur de l'innovation : de la capacité des firmes et des pouvoirs publics à concevoir et tester de nouveaux modes de management « ouvert » de l'innovation dépend de manière croissante, dans le contexte économique présent, la dynamique de l'innovation.*

A l'issue de cette recherche, on peut penser alors que la complexité des processus d'innovation et de co-production qu'implique le développement des nouveaux produits et services, contribue à renforcer la logique métropolitaine de l'économie contemporaine. Les modalités de coordination dont il a été question, loin de remettre en cause la géographie actuelle des pôles d'innovation, s'inscrivent à l'inverse dans une dynamique de renforcement des pôles existants. Les futurs usages de l'Internet (pour ne parler que de ces derniers) « s'inventent » ainsi dans les métropoles, qui conservent leur leadership en matière de développement industriel, *en raison précisément de leur capacité à faire émerger de nouveaux marchés au travers, notamment, des modalités de coordination ex-ante de l'innovation* dont on a traitées dans ce papier.

BIBLIOGRAPHIE

- BERGGREN C., LAESTADIUS S. (2003), “Co-development and composite clusters – the secular strength of Nordic telecommunications”, *Industrial & Corporate Change*, Vol. 12, N°1, pp. 91-114.
- BEST M. (2000), “Silicon Valley and the resurgence of Route 128 : systems integration and regional innovation”, in Dunning J.H. (ed.), *Regions, globalization, and the knowledge-based economy*, Oxford University Press, Oxford.

²³ Comme en témoignent les travaux qui ont analysé le cas de la *Silicon Valley* et plus généralement des clusters de haute technologie aux Etats-Unis.

- BONACCORSI (2002), "Matching properties. Research regimes and institutinal systems in science." Workshop Science as an institution, the institution of science : Siena, Italy.
- BROWN J.S. (1991), "Research that reinvents the corporation", *Harvard Business Review*, pp. 105-114.
- CABALLERO R.J., JAFFE A. (1993), "How high are the giants' shoulder : an empirical assessment of knowledge spillovers and crative destruction in a model of economic growth", NBER Working Papers 4370.
- CALLON M. (1997), "analysis of strategic relations between firms and university laboratories », communication proposée à la « *Conference on the need for a new economics of science* », University of Notre-Dame, 13-16 mars 1997.
- CASTELLS M. (1998), *La société en réseau. Tome 1 : l'ère de l'information*, Fayard, Paris.
- CHESBROUGH H. (2003), "The logic of Open Innovation: managing intellectual property", *California Management Review*, Vol. 45, N°3, pp. 33-58.
- COHEN D., DEBONNEUIL M. (2000), *Nouvelle Economie*, Conseil d'Analyse Economique, La Documentation Française, Paris.
- DeVOL R. C., CATAPANO J., ROBITSHEK G., WONG P. (1999), "America's high-tech economy. Growth, development, and risks for metropolitan areas", Milken Institute, july.
- DUMONT A. (2001), *Innover dans les services*, Editions Village Mondial.
- FADAIRO M., MASSARD N. (2002) : « Externalités et politique technologique, une approche en terme de coordination territoriale », *Politiques et management public*, Vol. 29, N°2, juin, pp. 161-184.
- GALLOUJ C. et F. (1996), *L'innovation dans les services*, Economica, Paris.
- GENET C. (1997) « Quelles conditions pour la formation des biotechnopoles : une analyse dynamique », *Revue d'Economie Régionale et Urbaine*, n°3, 405-424.
- GENET C. (2001) « Comment la recherche publique peut-elle améliorer ses relations avec les PME ? Analyse des cas de l'INRA et du CEA. », thèse pour le doctorat d'Economie Appliquée, Université Pierre Mendès France, octobre.
- INRA et Ecole des Mines de Paris (1998), « *Les chercheurs et l'innovation, regards sur les pratiques de l'INRA* », Editions INRA, Paris
- JAFFE A. (1989), "Real Effects of Academic Research", *American Economic Review*, Vol 79, 5, pp. 957-970.

- LORD SAINSBURY (1999), « Biotechnology Clusters », Ministère britannique de la Science, DTI.
- MATTELART A. (2001) : *Histoire de la société de l'information*, La Découverte, Paris.
- MEYRONIN B. (2001) : Dynamique industrielle et métropolisation : le « Paradoxe de l'Internet », avec une application au cas lyonnais, thèse pour le doctorat de sciences économiques, Université de Nice-Sophia Antipolis, juin.
- MIEGE B. (1997), *La société conquise par la communication. Tome II : La communication entre l'industrie et l'espace public*, Presses Universitaires de Grenoble, Grenoble.
- MINEFI-DREE/TRESOR (2003), les « Bioclusters ».
- MOWERY D. C., LANGLOIS R. N. (1996), “Spinning off and spinning on (?) : the federal government role in the development of the US computer software industry”, *Research Policy*, N°25.
- OCDE (1998), *Le secteur des logiciels : un profil statistique pour certains pays de l'OCDE*, DSTI/CPIIC, février.
- OCDE (2000a), *Une nouvelle économie ? Transformation du rôle de l'innovation et des Technologies de l'Information dans la croissance*, Les éditions de l'OCDE, Paris.
- OCDE (2000b), *Measuring the ICT sector*, DSTI, disponible en ligne : www.oecd.org.
- ORSENIGO L., PAMMOLLI F., RICCABONI M., BONACCORSI A., TURCHETTI G. (1998), « The evolution of knowledge and the dynamics of an industry network », *Journal of Management and Governance*, Vol. 1, pp. 147-175.
- PETIT P. (1999), “Les aléas de la croissance dans une économie fondée sur le savoir”, *Revue d'Economie Industrielle*, N°88, 2^{ème} trimestre.
- PORTER M. (1999), “Compétitivité et localisation géographique”, in Porter M., *La concurrence selon Porter*, Village Mondial, Paris.
- POWELL W.W., KOPUT K.W., SMITH DOERR L. (1996), “Interorganizational collaboration and the locus of innovation : networks of learning in biotechnology”, *Administrative Science Quarterly*, 41, pp. 116-145.
- PREVEZER, M.D., (1998), “Clustering in Biotechnology in the USA”, in Swann P.E. *et al.*, Eds, *The dynamics of industrial clustering in Biotechnology*, chap.6, Oxford : Oxford University Press.
- RICHARDSON G. B. (1972), “The organization of industry”, *The Economic Journal*, Vol. 82, N°327.

ROSENBERG N. (1982), *Inside the black box: technology and economics*, Cambridge University Press, Cambridge.

SAVIOTTI P.P. (1994), "*Knowledge, information, and organizational structures*", Milan.

SAXENIAN A.-L. (1994), *Regional Advantage : culture and competition in Silicon Valley and Route 128*, Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts.

SENKER, J. (1995), « Tacit knowledge and models of innovation », *Industrial and Corporate Change*, vol 4, n°2, p. 426.

TORRES A. (1996), "A la recherche d'un nouveau souffle industriel", *Problèmes Economiques*, N° 2464-2465, mars.