

## Clusters et réseaux complexes multi-niveaux : le cas des réseaux mondiaux de capital-risque et d'entreprises de biotechnologies

Brigitte Gay et Claude Dupuy

---



### Édition électronique

URL : <http://journals.openedition.org/rei/4069>

DOI : 10.4000/rei.4069

ISSN : 1773-0198

### Éditeur

De Boeck Supérieur

### Édition imprimée

Date de publication : 15 décembre 2009

Pagination : 53-76

ISSN : 0154-3229

### Référence électronique

Brigitte Gay et Claude Dupuy, « Clusters et réseaux complexes multi-niveaux : le cas des réseaux mondiaux de capital-risque et d'entreprises de biotechnologies », *Revue d'économie industrielle* [En ligne], 128 | 4e trimestre 2009, document 3, mis en ligne le 01 décembre 2011, consulté le 19 avril 2019. URL : <http://journals.openedition.org/rei/4069> ; DOI : 10.4000/rei.4069

---

# CLUSTERS ET RÉSEAUX COMPLEXES MULTI-NIVEAUX : LE CAS DES RÉSEAUX MONDIAUX DE CAPITAL-RISQUE ET D'ENTREPRISES DE BIOTECHNOLOGIES (\*)

**Mots-clés :** Biotechnologie, capital-risque, dynamique, clusters, géographie, hubs, réseaux multiniveaux

**Key words :** Biotechnology, Clusters, Dynamics, Geography, Hubs, Multi-level networks, Venture capital

## INTRODUCTION

La notion de cluster est relativement récente en économie. Bien que des réflexions aient débuté à ce sujet en 1890, le terme lui-même est devenu populaire seulement en 1990 avec la publication du livre « The Competitive Advantage of Nations » par Michael Porter. Pour Porter, un cluster est « un groupe géographiquement proche de firmes et d'institutions associées, interconnectées au sein d'un champ particulier et liées par des éléments communs et des complémentarités ». Il est important de souligner un certain nombre de points liés à ces travaux de référence (Porter, 1990, 2000).

- Cette définition des clusters précède les changements radicaux qui ont bouleversé l'économie mondiale depuis 1998.

(\*) Ce travail s'inscrit dans le projet européen FINNOV (Finance, Innovation & Growth) sur l'analyse des liens entre innovation, finance, performances économiques et inégalités (FP7 n° 217466); <http://www.finnov-fp7.eu/>

- Un cluster se doit d'être défini par une compétition interne intense mais aussi par des processus de coordination, ceux-ci étant vus alors comme essentiellement verticaux, la notion de productivité venant avant celle d'innovation, en particulier technologique. Il y a donc cohabitation, déterminante dans la réussite des clusters, des proximités géographique et organisée, la première traduisant la distance kilométrique entre deux entités, l'autre étant d'essence relationnelle.

- L'industrie n'étant pas encore dominée par des réseaux de transactions, le cluster apparaît alors comme une forme intermédiaire élaborée qui vient s'insérer entre la forme interne hiérarchique (intégration verticale) et la transaction dite « *at arm's length* » qui nie les processus de collaboration. La notion de frontière de l'entreprise commence à s'estomper mais le cluster est une entité aux frontières encore relativement stables puisque les transactions sont alors toujours perçues comme des partenariats sur la durée.

Depuis, s'il y a de multiples déclinaisons du concept de Porter, l'essentiel du débat porte sur la nature géographique ou non géographique des coordinations. Par ailleurs, la seule présence d'acteurs dans ces écosystèmes n'entraîne pas de fait des processus de coordination (Dupuy et Torre 2005 ; Torre, 2006) ; par exemple, la structuration progressive des clusters peut se faire par simple isomorphisme mimétique, les entreprises décidant de leur localisation en fonction de la localisation d'autres entreprises, qu'elles évaluent comme ayant une certaine réputation dans leur secteur d'intérêt ou industrie (Di Maggio et Powell, 1983 ; Appold, 2005 ; Vicente et Suire, 2007). Plus gravement, les clusters sont trop souvent étudiés et perçus comme des formes statiques comme le soulignent Ter Wal et Boschma (2007). Aussi, les typologies d'acteurs et leurs compétences centrales ou spécifiques ne sont pas prises en compte ; en réalité, les acteurs sont des acteurs multiples qui peuvent avoir des intérêts divergents mais aussi des actifs, fonctions, comportements, ou business modèles quand ils en ont, différents.

Le cluster n'est donc pas et ne fonctionne pas comme une entité globale ; il ne peut être qu'un lieu d'options (éventuellement de « pouvoir ») à confronter aux autres options de chacun des acteurs. Ces divers acteurs s'inscrivent aussi dans des sphères distinctes bien qu'interdépendantes, en particulier, la sphère économique pour les entreprises et la sphère financière pour les acteurs institutionnels que sont les banques, les acteurs du capital-risque, etc. Leur comportement dans chacune des sphères obéit à des logiques et objectifs propres et se traduit par des modes de coordination distincts. Le cluster est ainsi concurrencé par d'autres formes d'interactions, qui entretiennent des rapports très différents à l'espace et impliquent de toute évidence de la proximité organisée, liée aux types d'acteurs, eux-mêmes imbriqués dans des réseaux d'interactions multiniveaux (Depret et Hamdouch, 2007). L'imbrication des échelles organisationnelles, et leur relation particulière à l'espace, a donc des conséquences fortes pour la conception de clusters. Si la réflexion en sociologie économique fait avancer rapidement l'analyse structurale des relations

interindividuelles (*e.g.* Dibaggio et Ferrary, 2003 ; Grossetti, 2008), des travaux sur les réseaux inter-organisationnels des sphères économique et financière et leur imbrication manquent.

L'objectif de cet article est d'essayer, au travers d'une étude empirique, de comprendre les systèmes complexes dans lesquels différentes catégories d'agents sont encastrées, leurs spécificités, leurs structures de coordination locales ou non locales. Deux types d'acteurs majeurs dans les clusters sont étudiés, les entreprises et les capital-risqueurs qui servent d'intermédiaires principaux entre les entrepreneurs et les investisseurs institutionnels dans les secteurs en pleine croissance. Les deux premières sections définissent le cadre d'analyse et la méthodologie employée pour étudier la nature multi-scalaire des dispositifs de coordination. Dans les sections suivantes, nous examinerons d'abord séparément et comparerons les structures complexes d'interactions pour chaque catégorie d'acteurs ainsi que les stratégies des acteurs centraux qui contrôlent ces structures. Nous regarderons ensuite la géographie de ces échanges. Nous examinerons enfin les liens entre les deux catégories d'acteurs en nous replaçant au niveau des clusters. Une attention particulière est donnée aux acteurs centraux du capital-risque, qui imbriquent les sphères réelle et financière. Nous discuterons ensuite les résultats. La dernière partie conclura ces propos.

## **I. — L'INDUSTRIE PHARMACEUTIQUE : JEUX D'ALLIANCES ET CLUSTERS**

Le contexte de l'étude est celui de l'industrie pharmaceutique, particulièrement des biotechnologies. C'est une industrie mondiale, la compétition y est très forte et dépendante des échanges mondiaux permanents de technologies et produits innovants. Le terme "global innovation arms race" a été utilisé pour souligner la pression concurrentielle qui force les entreprises à accélérer leur rythme d'innovation (Baumol, 2002). La croissance du nombre des transactions interentreprises a été l'une des réponses majeures à cette pression. Des alliances sont formées de manière continue à travers le monde. Ce mouvement a entraîné la formation de réseaux complexes mondiaux de contrats ainsi qu'une redéfinition des frontières de l'entreprise. La compétition firme contre firme fait donc place à un paradigme nouveau, celui de l'affrontement au travers de "portfolios" d'alliances, la performance de la firme s'appuyant sur celle d'autres dans des liens plutôt éphémères, les frontières des entreprises étant alors de fait plus floues et mouvantes (Newman et Chaharbaghi, 1996 ; Hitt *et al.*, 1998 ; Gay et Dousset, 2005 ; Holmberg et Cummings, 2009). Les réseaux servent alors d'espace d'innovation parce qu'ils permettent l'accès rapide à des ressources et des savoirs inaccessibles autrement (Powell *et al.*, 1996).

L'industrie biopharmaceutique a une des plus fortes activités transactionnelles (Hagedoorn 1993). Le marché pharmaceutique mondial a atteint en 2007 les 712 milliards de dollars. La croissance du marché repose principale-

ment sur le secteur des biotechnologies, permettant une croissance globale de 7,2%. Les États-Unis restent leader avec un chiffre d'affaires de 68 milliards de dollars, soit 62% du chiffre d'affaires mondial des biotechnologies, contre 21% des parts de ce marché pour les Européens. Les États-Unis comptaient 1 502 entreprises de biotechnologie en 2007 (dont 386 cotées en bourse) et l'Union européenne 1 744 (*source*: BIO). Bien que le nombre d'entreprises soit quasi identique des deux côtés de l'Atlantique, leur distribution ainsi que les rapports de force (deux fois plus d'employés et un investissement en R&D trois fois plus élevé aux États-Unis qu'en Europe) sont loin d'être équilibrés. Les plus hautes concentrations en entreprises sont ainsi dans deux États américains, la Californie (420 sociétés) et le Massachusetts (193 sociétés) (*source*: BIO). Les bioclusters étant souvent classés par leur seul nombre d'entreprises, ce sont donc encore ces deux États qui apparaissent le plus souvent en tête des classements des bioclusters. Des évaluations multicritères (44 mesures) donnent des résultats plus nuancés et précis, par zones métropolitaines, aux États-Unis. San Diego (Californie) est suivi de Boston (Massachusetts), Raleigh-Durham-Chapel Hill (Caroline du Nord), San José (Californie), et Seattle-Bellevue-Everett (Washington) (*source*: Milken Institute 2004). Ces évaluations montrent aussi que les clusters diffèrent; en particulier, San Diego est plutôt défini par sa capacité à transformer les idées en compagnies et San José par la présence forte de capital-risqueurs pour financer les start-ups. Powell *et al.* (2002) ont montré que l'investissement local par les capital-risqueurs (1) entre 1988 et 1998 pouvait représenter jusqu'à 58% de l'investissement dans les États clé et que, plus particulièrement entre 1996 et 1998, les investisseurs de la côte Ouest investissaient localement mais aussi sur la côte Est, alors que ceux de Boston restaient principalement locaux, et ceux de New York investissaient sur l'ensemble du territoire.

## II. — MÉTHODOLOGIE

Nous analysons les réseaux d'alliances interentreprises dans l'industrie biopharmaceutique ainsi que les réseaux interfirmes du capital-risque, la nature

- (1) Le capital-risque est un système d'intermédiation entre investisseurs institutionnels et entrepreneurs. Les capital-risqueurs collectent de l'argent auprès de ces investisseurs pour constituer des fonds de capital-risque auxquels ils participent aussi. Ces fonds sont ensuite placés sous forme de participation au capital de petites sociétés innovantes, non encore cotées sur le marché boursier. Il peut y avoir plusieurs tours de financement pour financer ces start-up, les mêmes fonds ou d'autres mettant de l'argent. À la fin du cycle de vie d'un fond, les capital-risqueurs remboursent leurs investisseurs et leur versent une partie des bénéfices engendrés par la vente des parts qu'ils détiennent dans les entreprises, cette liquidation se faisant le plus souvent par la vente des entreprises sur le marché boursier. Pour que ce mécanisme soit performant, les entreprises dans lesquelles ils investissent appartiennent en général à des secteurs à forte croissance. Par ailleurs, les capital-risqueurs pratiquent le syndicat ou partenariat entre plusieurs capital-risqueurs qui cofinancent une même affaire. Ces liens permettent l'accès à plus d'affaires, la distribution du risque, une information permanente sur l'espace des affaires et sur les projets déjà évalués par un des leurs, en positif ou négatif.

locale ou supra-locale de ces interactions, et les stratégies des acteurs centraux qui contrôlent ces structures mais aussi celles des acteurs qui managent l'interface entre ces structures. Nous utilisons pour cela une base de données propriétaire de transactions pour les premiers (2) et la base de données Venture Expert de Thomson Reuters pour les deuxièmes. Notre étude étant focalisée sur les États-Unis pour l'analyse des « clusters », en particulier la Californie et

- (2) La base de données propriétaire de transactions a été constituée par interrogation de sites internet majeurs spécialisés dans la diffusion de dépêches comme Business Wire, PRNewswire, Factiva, des sites des entreprises, et la publication de documents boursiers à la SEC (Securities and Exchange Commission) pour les alliances effectuées dans le secteur biopharmaceutique dans les années 2004 à 2007 et en employant des scripts Perl pour recueillir et analyser les données. Cette méthodologie est indispensable pour collecter les alliances faites par les entreprises de biotechnologie petites, publiques ou privées, les bases de données de références payantes étant incomplètes. La base de données ainsi obtenue contient environ 10 000 transactions (environ 5 000 tous les deux ans) faites par 4 742 entreprises dans le monde entier pour l'ensemble de l'industrie. Nous avons trouvé que l'industrie se concentre dans quatre principaux marchés : les États-Unis, le Canada, l'Europe et l'Asie Pacifique. L'Amérique du Nord fait plus de 50% des contrats, les États-Unis seuls réalisant 45% des transactions mondiales ; l'Europe en faisant environ 30%. Pour rappel, l'Amérique du Nord a 45% des parts de marché contre 23% pour l'Europe (IMS Health MIDAS 2007). Les deux principaux domaines thérapeutiques sont l'oncologie (50%) et les troubles immunitaires et inflammatoires ou AIID (arthrisis, inflammation and immune disorders, environ 20%). Historiquement, les médicaments dans ces domaines thérapeutiques ont piloté l'évolution du marché de la biotechnologie et forment ensemble une proportion significative des ventes totales du marché. Près de 80% des accords sont conclus avant le stade de développement clinique. Les alliances dans notre base de données sont surtout de deux types, des contrats de licences (environ 50% du total) qui correspondent à la vente ou à l'achat d'actifs, essentiellement des technologies. Les accords dits de partenariats (40% du total) sont le plus souvent pour les entreprises de biotechnologie, des accords de licence qui contiennent en plus une structure définie par des "milestones" ou jalons et concernent des produits dérivés des technologies, les entreprises de biotechnologies recevant une rémunération ou « success-based payments » si et quand les différentes étapes sont réalisées. Les sociétés de biotechnologie ont donc d'abord des revenus liés essentiellement à la vente d'actifs puis, progressivement des revenus liés au passage de leurs produits le long de la chaîne de valeur chez des partenaires, le plus souvent des compagnies pharmaceutiques, qui les rémunèrent. Par exemple, la société Morphosys, créée en 1992 et un leader sur le marché des anticorps, a en 2003 96% de ses revenus par les ventes d'actifs par de simples licences et, en 2007, 72% de vente d'actifs contre 28% par la réalisation de « milestones ». Par catégorie d'acteurs, environ 70% des contrats sont faits par les biotechs dont 51% sont des relations de petites biotechs vers de plus grosses compagnies pharmaceutiques ou de biotechnologie (plus de 250 employés). Les entreprises de biotechnologie font majoritairement des contrats d'out-licensing, 60%, alors que les compagnies pharmaceutiques font 70% d'in-licensing. Les fusions et acquisitions, elles, ne constituent qu'une petite partie des contrats (environ 10%). Nos données indiquent donc que l'échantillon utilisé pour cette étude est bien représentatif de l'industrie biopharmaceutique mondiale. Pour le capital-risque dans les biotechnologies, nous avons conduit l'étude sur l'ensemble des données au niveau national, soit sur la période 1988-2008 et sur un échantillon de 1 096 firmes (essentiellement des fonds de capital investissement – private equity – des filiales d'investissement de grandes banques, et des filiales d'entreprises pharmaceutiques) investissant dans 1 499 compagnies innovantes au travers de 5 450 tours de financement.

le Massachusetts », l'analyse supra-locale des réseaux du capital-risque est nationale, celle des transactions interfirmes étant par nécessité mondiale (3).

Pour l'analyse des réseaux complexes, nous avons utilisé le logiciel VisuGraph (Gay et Loubier, 2009). La plupart des réseaux empiriques partagent des caractéristiques communes. En particulier, ils ont en général à la fois une structure portée par des « hubs » ou acteurs de très grand degré (nombre de connexions avec d'autres éléments du réseau), et de « petit monde » qui quantifie l'aspect cohésif du système et traduit le fait que la distance entre tous les acteurs d'un graphe est courte. Comme les deux réseaux empiriques que nous analysons partagent ces propriétés macroscopiques, nous avons choisi pour les différencier de centrer notre analyse statique sur deux points essentiels au-delà de la visualisation des réseaux : les hubs et le « k-core » du graphe. La décomposition dite en « k-cores » permet de découvrir les éléments les plus « centraux » d'un réseau, et d'en appréhender la stabilité (4). La caractérisation statistique des réseaux s'applique encore mal aujourd'hui aux études dynamiques des réseaux et il existe aussi peu de logiciels qui permettent de visualiser cette dynamique. Des algorithmes de représentation de graphe spécifiquement développés dans VisuGraph ont donc été utilisés pour essayer d'analyser la dynamique des liens et des systèmes, le turn-over des acteurs, mais aussi le positionnement temporel de chaque acteur au sein de ces systèmes évolutifs (5).

- (3) Dans le secteur des anticorps par exemple, environ 60% des transactions se font à l'intérieur des États-Unis et 30% avec l'Europe, et le reste principalement avec l'Asie. Une étude des jeux d'alliances impliquant les États-Unis est donc nécessairement mondiale. Le problème est différent pour le capital-risque pour lequel 98% des activités sont faites par les firmes américaines.
- (4) Le k-core d'un graphe, ou noyau d'indice k, est défini comme le sous-graphe unique obtenu en enlevant de manière réursive tous les nœuds de degré inférieur à k. Le noyau d'ordre maximal d'un graphe est défini par le k-core le plus élevé du graphe.
- (5) Les nœuds dans les graphes représentent des agents (entreprises ou capital-risqueurs) et les liens leurs relations (respectivement les contrats interentreprises et les partenariats, ou liens de syndication, entre capital-risqueurs qui cofinancent une même entreprise). Le degré d'un nœud est défini comme son nombre de connexions à d'autres éléments du réseau. Une composante d'un graphe est dite connexe si et seulement s'il existe un chemin entre chaque paire de nœuds de la composante. Pour regarder la géographie des liens, des rectangles de différentes couleurs correspondant aux différentes localisations des entreprises, ont été placés sous les nœuds. Cette technique permet de voir rapidement si des couleurs ou zones géographiques dominant ou si, au contraire, des firmes provenant de différentes zones interagissent entre elles (multiplicité des couleurs dans le graphe). Le logiciel permet aussi de placer sous chaque nœud du graphe une « carte d'identité » des acteurs comme en figure 11. Pour les études statiques, l'algorithme de positionnement des nœuds tend à placer les nœuds qui ont les mêmes voisins à proximité les uns des autres. Il existe très peu de logiciels d'analyse dynamique. Pour les études dynamiques, des algorithmes ont donc été spécifiquement développés qui permettent une représentation de l'ensemble des périodes, et donc de l'ensemble des informations obtenues pour chaque période, sur un même graphe (Gay et Loubier, 2009). Le positionnement temporel des données ou nœuds du graphe s'effectue de manière circulaire. Dans un premier temps chaque période considérée est assimilée à un sommet ou repère temporel disposé sur un cadran,

### III. — COMPLEXITÉ ET SPÉCIFICITÉ DES DIFFÉRENTS RÉSEAUX D'ACTEURS

Dans un premier temps, nous avons regardé les structures de coordination entre entreprises dans l'industrie biopharmaceutique et entre les firmes du capital-risque qui investissent dans cette industrie. Ces systèmes fortement

de façon comparable au positionnement des heures sur une horloge analogique. Chaque donnée est ensuite placée plus ou moins près des repères selon son appartenance ou non à la période et à son activité par période. Chaque nœud ayant une métrique évaluée pour une période est alors lié au repère correspondant par un arc invisible. Un nœud actif sur une seule période est proche de ce repère temporel. Les nœuds ayant la même activité sur deux périodes seront situés à équidistance des deux repères. Si l'activité d'un nœud est plus forte à une des périodes, le nœud sera alors positionné entre les repères mais plus proche de la période de plus forte activité. Plus un nœud est impliqué dans un nombre de périodes, plus il s'approchera du centre du cadran de l'horloge. Un nœud ayant la même activité à toutes les périodes se verra donc situé exactement au centre du graphe. La permanence d'un acteur dans un système se traduira donc par une position centrale dans le cadran alors qu'un acteur ne pouvant pas se maintenir dans un système sera placé près du cadre, vers la période où il apparaît. L'utilisateur peut ensuite accentuer l'attraction et la répulsion entre les nœuds et vers les repères temporels pour contrôler la représentation graphique. L'intérêt de ces algorithmes est qu'ils permettent non seulement de mesurer le positionnement temporel de chaque acteur, mais aussi ce positionnement par rapport à un ensemble d'acteurs (en prenant en compte le poids de chaque lien, ou nombre de fois qu'un lien entre deux partenaires est renouvelé, et le nombre de liens différents), ainsi que le turn-over des liens de chaque acteur et de l'ensemble.

Pour que les structures complexes de réseau puissent être visualisées et comparées compte tenu du très grand nombre d'acteurs et de liens, les résultats ne sont montrés que sur une période de deux ans (2004-2005), représentant des populations d'environ 5 000 entreprises et 500 firmes du capital-risque pour cette période. Les réseaux personnels ou « égocentrés » d'acteurs centraux ou « hubs » dans chacun des systèmes ont ensuite été extraits à titre d'exemple, un dans chaque réseau, pour éclairer les stratégies opposées des deux catégories d'agents et ainsi comprendre les mécanismes de construction sociale des réseaux. Analyser des périodes courtes permet de dégager aussi des caractéristiques essentielles des graphes comme le turn-over rapide des acteurs et des liens dans un système; le fait qu'un système soit cohésif sur un temps court est aussi clairement plus révélateur qu'une observation sur un temps long, un acteur ayant une forte probabilité sur le long terme de s'engager dans un système social cohésif. Pour les réseaux de capital-risque, les résultats ont été vérifiés sur l'ensemble des données, sur la période totale et sur des périodes de deux et quatre ans. Pour les bases de données d'alliances dans l'industrie pharmaceutique, la centralité de ces entreprises ainsi que leurs stratégies de captation rapide des actifs ont été généralement vérifiées pour la période 1998-2007 en utilisant la base de données Windhover, une base de données spécialisée dans l'industrie pharmaceutique, bien que cette base de données soit moins complète. Pour étudier la géographie des interactions interentreprises, nous avons travaillé seulement sur un segment de marché majeur de la biopharmaceutique, à croissance très rapide, le secteur des anticorps, les secteurs étant plus représentatifs des systèmes d'innovation dans les industries, y compris dans l'industrie biopharmaceutique (Barley *et al.* 1992; Amburgey *et al.*, 1996; Walker *et al.*, 1997; Silverman et Baum, 2002; Soh and Roberts, 2003; Gay et Dousset, 2005). Nous avons vérifié la globalité des échanges sur l'ensemble de la période et montré cette globalité sur la période 2004-2005 seulement, soit pour 223 entreprises qui sont présentes sur ce secteur dans le monde pour la période donnée. Enfin, l'ensemble de la période 1988-2008 a été utilisé pour l'analyse de l'imbrication des liens entre capital-risqueurs et entreprises de biotechnologie.



connexes et donc de grande taille sont représentés dans les graphiques 1 et 2 pour la période 2004-2005. Il est extrêmement intéressant de noter la forte connectivité des deux réseaux bien que la période d'analyse soit très courte ; plus de 95% des nœuds ou agents sont interconnectés dans les deux systèmes. Les deux systèmes sont complexes mais leurs structures sont aussi très différentes.

Dans le cas de l'industrie pharmaceutique, les fluctuations de la connectivité d'une entreprise à l'autre sont très grandes ; la majorité des compagnies affiche un nombre de transactions relativement bas (par exemple moins de 5% des compagnies forment plus de dix liens) tandis qu'un nombre restreint de compagnies assemble un nombre très élevé de connexions. Les compagnies les plus connectées (entre 50 et 100 transactions sur deux ans) ou « hubs » représentent les plus grandes compagnies pharmaceutiques, soit GlaxoSmithkline, Pfizer, Roche, Novartis, Sanofi-Aventis, Abbott, Merck, Johnson and Johnson, Wyeth, Bayer, Shering, et Astrazeneca. Leurs contrats durant cette période

GRAPHIQUE 1

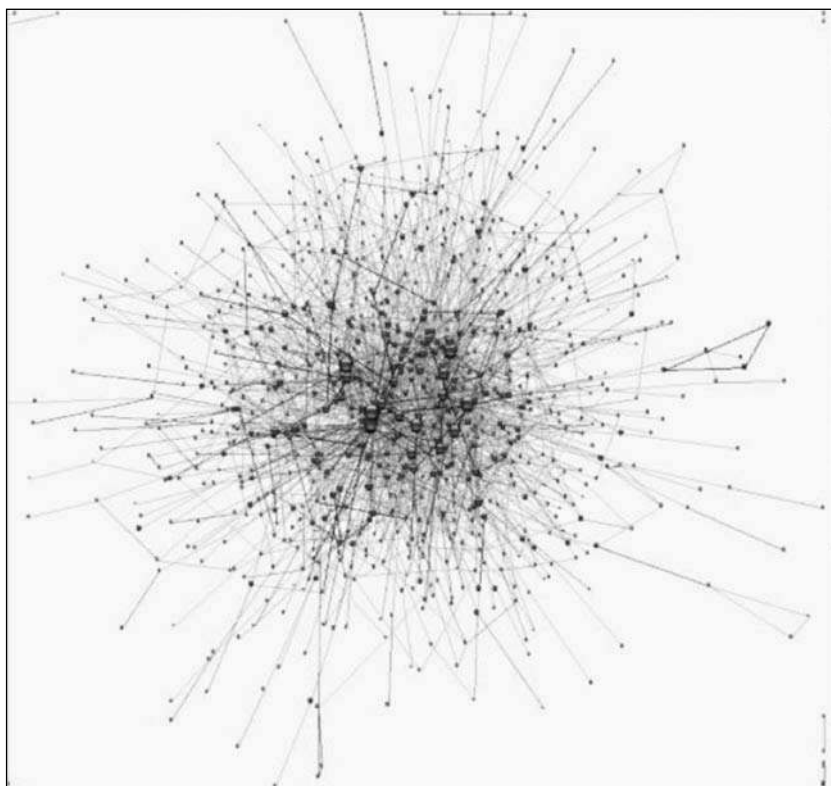


Image du réseau de transactions interentreprises dans l'industrie biopharmaceutique (période 2004-2005 ; 1 000 premières compagnies). Les nœuds sont des compagnies, leur taille étant proportionnelle au nombre de transactions que l'entreprise fait, et les traits qui lient les nœuds représentent des contrats. Les traits plus foncés marquent les liens répétés.

sont essentiellement des contrats d'*in-licensing* ou captation des actifs (entre 70 et 90% pour les sept premières compagnies mondiales dans notre base de données). Le fait que les plus grosses compagnies pharmaceutiques dominent l'industrie en termes de transactions a été publié pour des périodes antérieures par Powell *et al.* (2005).

Dans le cas du capital-risque, bien qu'il y ait aussi des hubs, l'activité par firme est généralement plus élevée (14% des firmes font plus de dix tours de financement en 2004-2005) et la structure est marquée par une cohésion très forte entre l'ensemble des acteurs plutôt que par une distribution asymétrique, comme dans le réseau interentreprises, des relations connectant les « hubs » ou compagnies pharmaceutiques mondiales à de nombreux nœuds de faible degré. Ceci est aussi démontré par le fait que le système relationnel des firmes du capital-risque a un noyau d'ordre maximal de 10 sur la période 2004-2005 (de 23 sur 1988-2008) contre un noyau de 4 pour le réseau de transactions

GRAPHIQUE 2

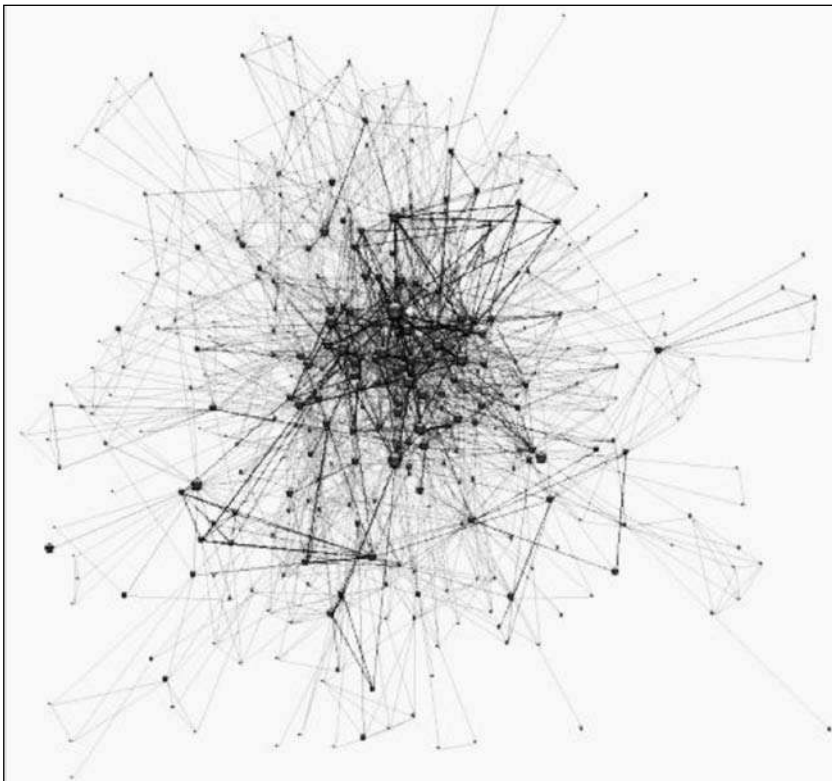
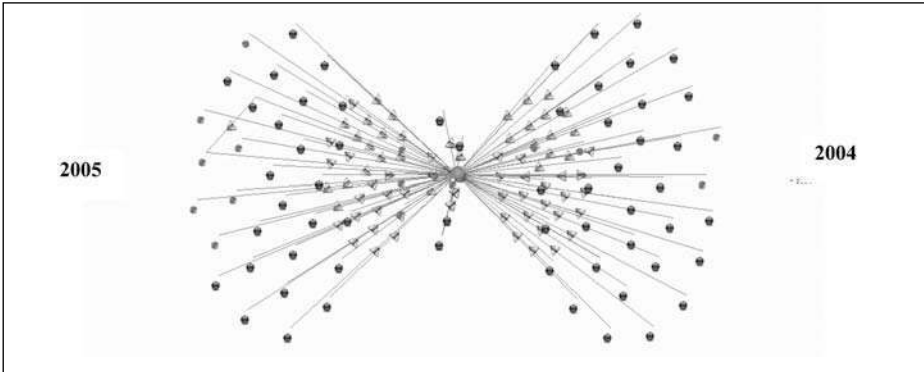


Image du réseau relationnel des firmes du capital-risque (période 2004-2005; 503 firmes de capital-risque au total). La forte cohésion du système montre les cofinancements multiples des affaires par les firmes. Les nœuds sont des firmes, leur taille étant proportionnelle au nombre de tours de financement que la firme fait.

### GRAPHIQUE 3



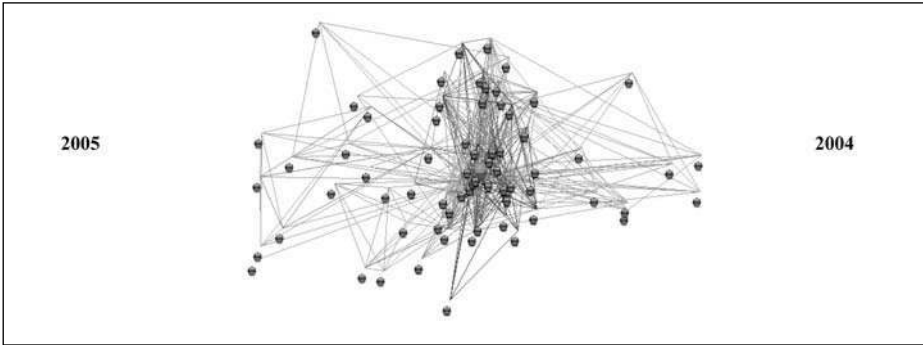
Turn-over des transactions de Merck (nœud au centre du graphe), de 2004 (droite) à 2005 (gauche). Chaque année l'entreprise Merck (au centre de l'image) fait essentiellement de nombreuses nouvelles transactions avec de nouveaux partenaires (représentées à la périphérie du graphe). Les quelques partenaires avec lesquels ce hub interagit le plus souvent et qui sont actifs dans l'industrie sur les deux ans sont situés à sa proximité. Les liens sont dirigés (flèches) et montrent la pratique essentiellement de l'*in-licensing*.

interentreprises. Comme le montre le graphique 2, contrairement encore au réseau d'entreprises, les firmes de fort degré du capital-risque sont liées entre elles et par des liens forts (liens répétés entre ces agents). Cette structure est la même pour l'ensemble de la période 1988-2008. Les firmes qui ont la plus forte activité de participation au capital des entreprises innovantes, quelle que soit la période étudiée sont des majeurs du capital-risque.

Nous avons aussi observé que les relations interentreprises étaient essentiellement formées par des dyades, ou transactions entre deux compagnies seulement, alors que les relations entre firmes du capital-risque étaient essentiellement clustérisées, rendant compte ainsi de la pratique systématique du partenariat.

Nous avons illustré les différences fondamentales de stratégies des acteurs majeurs dans les deux systèmes dans les graphiques 3 et 4 en montrant respectivement la dynamique d'interactions de Merck, une des dix premières compagnies pharmaceutiques mondiales (Forbes 2000) et celle de MPM Capital (firme majeure du capital-risque, fondée à Boston en 1996 et rang 6 en nombre total d'investissements dans Venture Expert). Pour les très grandes entreprises pharmaceutiques (voir graphique 3), le turn-over des liens/transactions et des nœuds/entreprises est très fort ; ces grosses compagnies font de nouvelles et nombreuses transactions chaque année et plutôt avec de nouvelles compagnies, essentiellement par un mécanisme de captage des actifs de ces compagnies, beaucoup plus petites. *A contrario*, les capital-risqueurs interagissent de préférence avec les mêmes partenaires d'une année sur l'autre et lient automatiquement les nouveaux aux partenaires plus anciens (graphique. 4).

## GRAPHIQUE 4



Turn-over des relations interfirmes de MPM Capital (nœud au centre du graphe), de 2004 (droite) à 2005 (gauche) pour l'investissement dans l'industrie biopharmaceutique. Contrairement au graphique 3, l'ensemble des transactions de ce hub se fait essentiellement, de manière souvent répétée, avec des partenaires présents sur les deux ans et situés à sa proximité; les nouveaux entrants, beaucoup moins nombreux que dans le cas précédent, sont connectés systématiquement aux autres acteurs, ce qui montre bien la nature très cohésive de la pratique d'investissement.

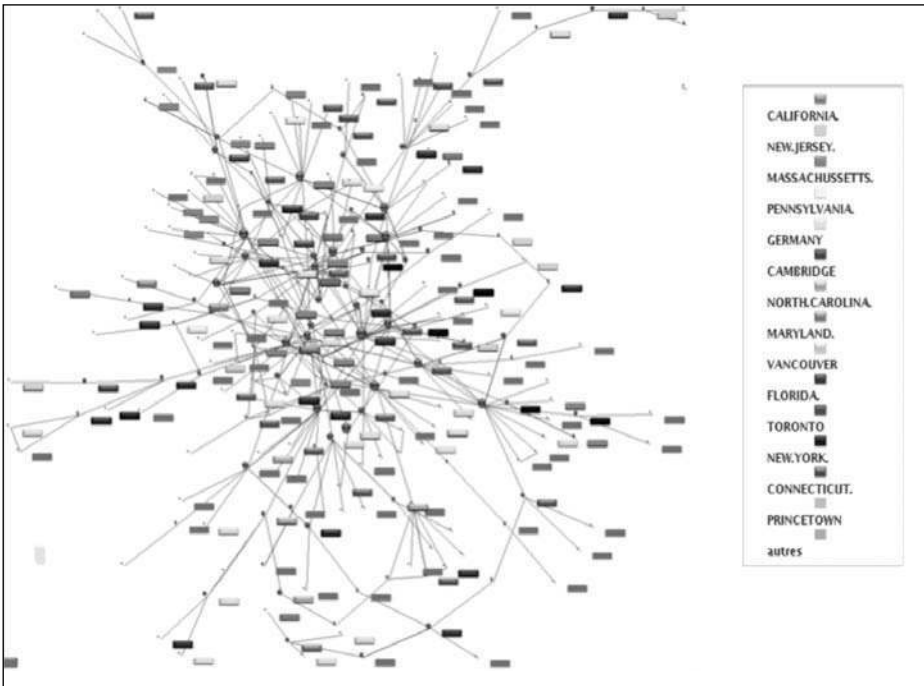
Les deux types d'agents, entreprises et capital-risqueurs, sont donc bien encadrés dans des systèmes complexes. La structure d'interactions est connexe pour chaque catégorie d'acteurs et portée par des hubs mais la nature de ces systèmes est très différente et les comportements des deux catégories d'agents diamétralement opposés. La première structure est dominée par les grandes entreprises pharmaceutiques qui cherchent à capter rapidement l'innovation par de nombreux accords d'*in-licensing*, la seconde est dominée par une forte connectivité, y compris entre hubs, liée aux pratiques d'interconnexion répétées de syndication. Ainsi, les dix premiers leaders ont investi entre 1988 et 2008 dans 361 compagnies de biotechnologie pour 1 725 tours de financement, soit dans 17 compagnies par an. Ces leaders lient en conséquence pratique répétée et cohésive de syndication à des interactions à de multiples compagnies de biotechnologie.

## IV. — GÉOGRAPHIE DES STRUCTURES DE COORDINATION ET DES AGENTS

La complexité des systèmes relationnels des deux catégories d'agents dans l'espace global, pour l'industrie, ou national, pour le capital-risque, laisse entendre que les liens entre acteurs sont nécessairement supra-locaux. Nous avons donc examiné la géographie des échanges et des acteurs dans chacun des systèmes.

Dans un premier temps, nous avons analysé la géographie des transactions dans un secteur majeur de l'industrie biopharmaceutique, le secteur des anti-

## GRAPHIQUE 5



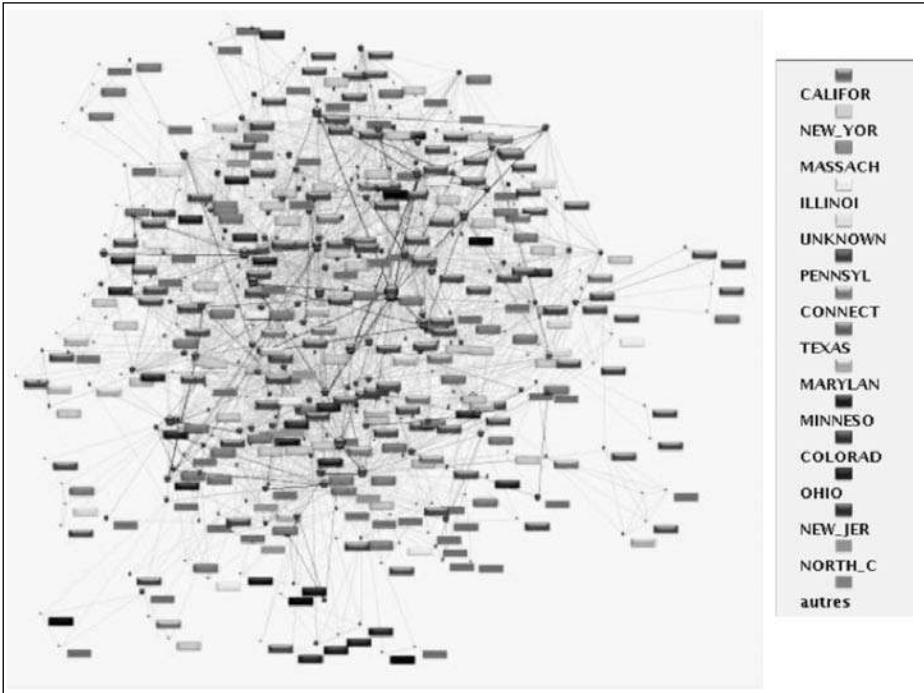
Réseau de transactions dans le secteur des anticorps de 2004 à 2005 (partie connexe principale). La localisation de chaque nœud ou entreprise est donnée par la couleur du rectangle situé sous le nœud. Les codes des différentes couleurs correspondant à différents pays ou États (pour les États-Unis) sont indiqués sur la droite.

corps, pour la période 2004-2005. La géographie des relations entre ces compagnies est montrée sur le graphique 5.

Ce graphique montre clairement que l'espace des relations interentreprises est mondial. Nous avons vérifié que cela était vrai sur une période de dix ans (1998-2007), et aussi bien pour les entreprises innovantes (celles qui dépendent de la vente de leurs actifs) que pour les autres (données non présentées).

Le graphique 6 montre que la géographie des relations des capital-risqueurs entre eux est aussi supra-locale. Nous avons vérifié la globalité des échanges de 1988 à 2008. Cette globalité se traduit aussi pour les hubs par des financements dans un espace des affaires supra-local. Par exemple, la firme leader MPM capital (Massachusetts), active surtout en dernière période (2004-2008) fait appel à un réseau de syndication cohésif de 37 firmes provenant de plus de dix États, qui lui permet d'investir au total dans 54 compagnies elles-mêmes présentes dans plus de dix États, bien que majoritairement en Californie, à New York, et au Massachusetts.

## GRAPHIQUE 6



Réseau de partenariat des firmes du capital-risque de 2004 à 2005 (partie connexe principale; k-core 4).

### V. — IMBRICATION DES CATÉGORIES D'AGENTS

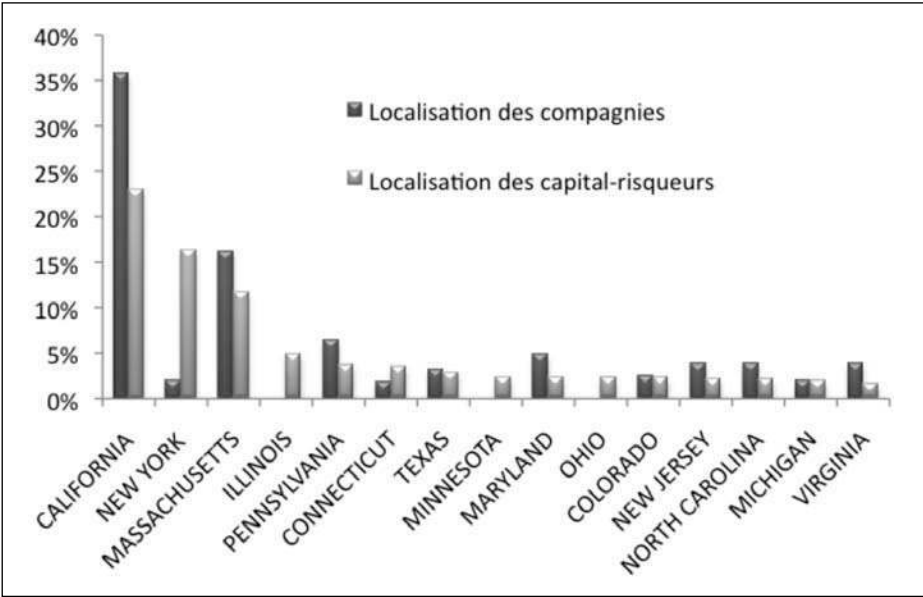
Nous avons montré que les structures d'interactions pour chacune des catégories d'acteurs étaient supra-locales et que des hubs comme MPM capital utilisaient un système cohésif supra-local de syndication pour investir dans des entreprises sur l'ensemble du territoire. Il est donc important de regarder l'imbrication des acteurs de ces deux systèmes ainsi que la géographie des liens unissant les compagnies de l'industrie biopharmaceutique aux firmes de capital-risque et à leurs leaders.

#### La localisation des compagnies et du capital

Puisque les firmes de capital-risque interagissent entre elles pour investir dans des compagnies biopharmaceutiques, nous avons regardé leur localisation et comparé celle-ci à celle des compagnies biopharmaceutiques en diminuant progressivement les échelles spatiales.

Le graphique 7 montre que les États qui ont le plus de d'entreprises de biotechnologie ont aussi systématiquement une population proportionnellement

### GRAPHIQUE 7



Localisation au niveau des États (1988-2008).

### GRAPHIQUE 8



Localisation au niveau des zones métropolitaines (1988-2008 ; zones ayant au moins 2% du total des investissements).

## GRAPHIQUE 9



Localisation au niveau des villes (1988-2008 ; villes ayant au moins 2% du total des investissements (Radar).

assez élevée de capital-risqueurs mais que l'inverse n'est pas vrai ; l'État de New York en est un exemple frappant. La Californie suivie du Massachusetts dominent clairement aussi les autres États pour les deux populations d'agents. Les résultats sont plus nuancés quand on regarde les zones métropolitaines (Radar du graphique 8). San Diego (Californie) par exemple a un déficit flagrant en capital-risque alors que San José (Californie) et Boston (Massachusetts) possèdent les deux types d'agents, dans des proportions maintenant quasi équivalentes.

Si on regarde ensuite quelles sont les villes dominantes pour chacune des deux populations, il n'y plus vraiment de co-localisation des compagnies et des firmes (Radar du graphique 9).

20% des compagnies de biotechnologie sont dans trois villes et 60% dans 10% des villes. Pour les firmes de capital-risque, 35% des firmes sont dans six villes avec New York comme place forte de l'investissement. Sinon 12% des villes contiennent 61% des firmes de capital-risque. La concentration des compagnies n'est pas la même dans les États dominants. Le Massachusetts a l'essentiel de ses compagnies de biotechnologie à Cambridge alors que la Californie possède deux clusters dominants, San Diego suivi de South San Francisco et d'autres clusters importants, notamment Menlo Park et Palo Alto.



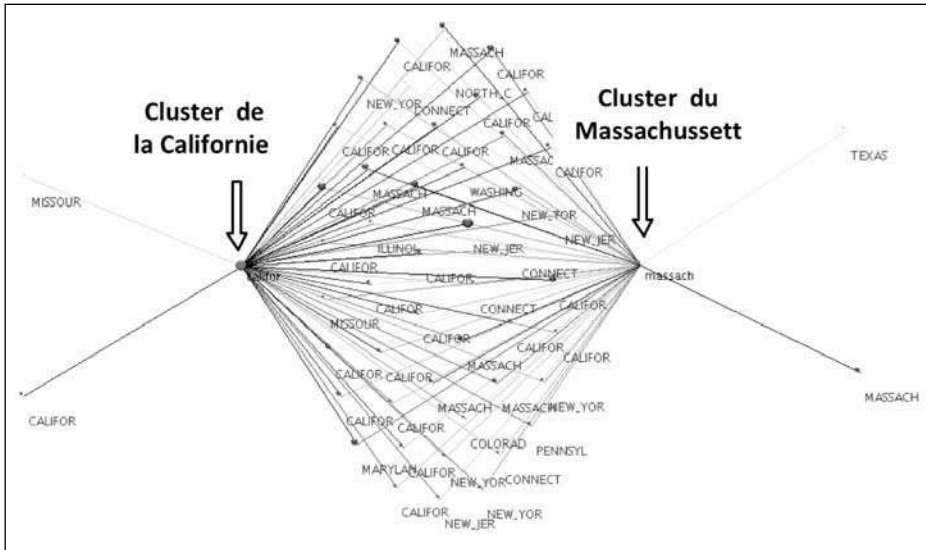
## Géographie des échanges

La co-localisation des firmes de capital-risque et des compagnies biopharmaceutiques est donc relative et dépend clairement de l'échelle d'analyse. À l'échelle des Etats, cette co-localisation semble acquise pour les deux États clés, la Californie et le Massachusetts mais ne dit pas si les systèmes relationnels entre les firmes du capital-risque et les entreprises sont contenus dans ces deux États.

La base de données Venture Expert montre que 762 firmes, soit 66% de l'ensemble des firmes, investissent dans la Californie et le Massachusetts entre 1988 et 2008, 52% du total des firmes investissant en Californie et 34% dans le Massachusetts. En termes de tours de financements, il y a 2,3 fois plus de tours de financement en Californie. Les investisseurs proviennent eux essentiellement de trois grandes régions : 23% de la Californie, 16% de New-York, et 11% du Massachusetts.

Conformément au graphique 2 qui montrait que le système de syndication était dépendant de hubs, 54 firmes seulement font plus de 50 tours de financement sur toute la période, soit seulement 3,6% du nombre total de firmes. La presque totalité de ces acteurs majeurs (~94%) investit essentiellement et systématiquement en Californie et au Massachusetts et provient de 12 États dont

GRAPHIQUE 10



Les leaders de syndication investissent tous excepté 4 dans les compagnies présentes dans les clusters de Californie et du Massachusetts (la taille des nœuds représentant ces deux clusters est proportionnelle aux tours de financement dans ces compagnies) et proviennent de 12 états.

cinq importants ; en particulier, 43% de l'ensemble des hubs sont en Californie, environ 15% au Massachusetts et à New York, 7% au Connecticut, et 6% au New Jersey, les autres États ayant de deux à un hubs. Ces hubs investissent dans les deux états majeurs avec 891 tours de financement pour le Massachusetts et 2264 pour la Californie. Le graphique 10 montre l'investissement systématique des hubs dans les deux États qui reçoivent le plus de financement, la Californie et le Massachusetts, ainsi que l'origine de ces leaders.

Par rapport à l'ensemble des firmes qui investissent dans les deux États quelle que soit leur origine, 9% seulement des firmes qui investissent en Californie sont des leaders de syndication et 6% pour le Massachusetts. Par contre, ces hubs sont actifs dans 48% de l'ensemble des tours de financement en Californie et 44% pour le Massachusetts avec des tours de financements par hub très élevés par rapport à la moyenne des firmes : 44 pour la Californie et 17 pour le Massachusetts. Les hubs ayant été sélectionnés par rapport à la capacité de faire au moins 50 tours de financement, il est clair que la répartition du financement par les hubs est très en faveur de la Californie.

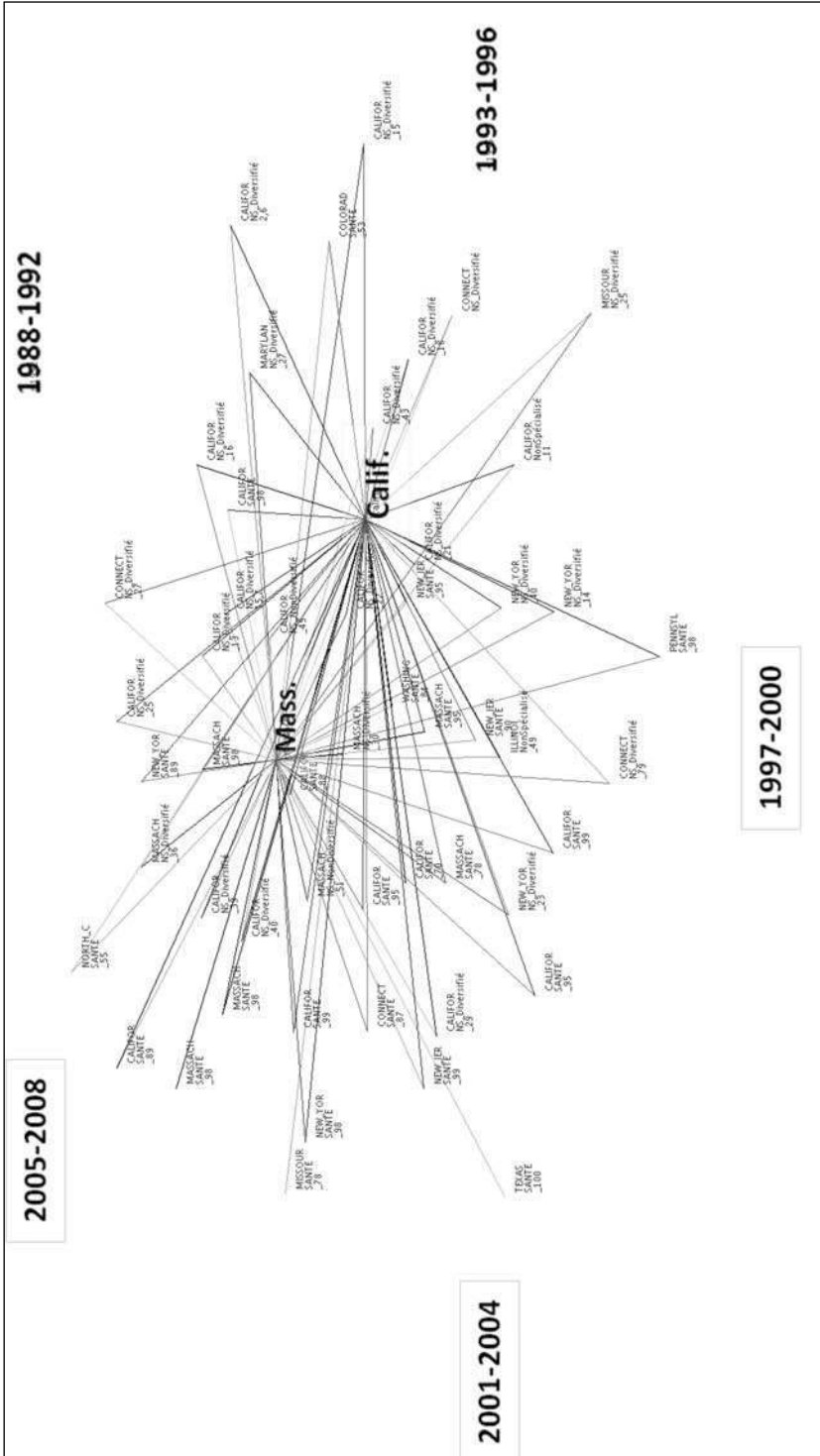
Enfin, il y a deux fois plus de compagnies de biotechnologie en Californie qu'au Massachusetts. La Californie contient 32% des compagnies des États-Unis avec 40% de l'investissement total aux États-Unis, en nombre de tours de financement. Le Massachusetts contient 15% des compagnies des États-Unis avec 18% de l'investissement total aux États-Unis.

L'analyse statique des données sur 1988-2008 montre donc :

- une concentration des compagnies de biotechnologie, des firmes de capital-risque, et des activités d'investissement de firmes de tous horizons sur deux États, la Californie et le Massachusetts ;
- le rôle essentiel des leaders de syndication d'origine diverse, mais en particulier de la Californie, dans l'activité d'investissement simultanée dans ces deux États ;
- que le nombre de compagnies (473 pour la Californie, distribuées dans plus d'une zone métropolitaine, et 222 pour le Massachusetts, essentiellement à Cambridge) conduit au nombre d'investisseurs de tous bords entraîné par les leaders de syndication.

Nous avons donc examiné la dynamique d'investissement en Californie et au Massachusetts de tous les leaders pour voir si le processus d'investissement était simultané quelles que soient les périodes ou s'il était d'abord local puis supra-local, les hubs californiens, plus nombreux, entraînant alors les autres leaders préférentiellement vers la Californie par le processus de syndication. Le graphique 11 montre que les hubs de Californie investissent en réalité en permanence dans les deux États et que l'investissement par les différents hubs dans ceux-ci est simultané.

# GRAPHIQUE 11



Positionnement temporel des hubs de syndication en Californie et au Massachusetts et de ces États. Les différents hubs sont représentés par une « carte d'identité » décrivant leur origine (État des États-Unis), leur spécialisation (Santé ou non spécialisé « NS », avec un portefeuille diversifié ou non), et la part en pourcentage de leur investissement dans l'industrie sur la période totale. Le graphique en étoile montre bien l'investissement systématique dans les deux États au moment même où le hub investit. Le positionnement plus décalé du Massachusetts révèle que, bien qu'il reçoive globalement aussi l'attention de tous les investisseurs, l'investissement est plus favorable à la Californie, qui a ainsi une position centrale sur le graphe

Les premiers hubs à investir dans les biotechnologies sont issus de l'Internet, plutôt de Californie, le pourcentage de leur investissement par rapport à leur investissement dans leur secteur principal étant de 25% environ. Le nombre d'investisseurs, avec en particulier l'arrivée de ceux spécialisés dans la biopharmaceutique, augmente fortement à partir de 2001, période du séquençage du génome humain et de la bulle génomique. Les hubs qui investissent dans le Massachusetts interviennent à ce moment, décalés donc par rapport aux hubs de Californie, et le font dans les deux États systématiquement. Bien qu'ils favorisent alors le Massachusetts, il ne faut pas oublier qu'ils restent le plus souvent liés aux hubs d'origine par les stratégies de syndication montrées sur les graphiques 2 et 4.

## **VI. — DISCUSSION – IMBRICATION DES ÉCHELLES SPATIALES ET ORGANISATIONNELLES**

Dans la notion de cluster, il y a l'idée que l'innovation peut posséder une dimension spatiale forte, en particulier grâce au regroupement d'agents, entreprises ou universités par exemple, sur un même espace. En ce sens, la proximité organisée se conjugue avec une proximité géographique. L'hypothèse est que la dimension tacite des connaissances nécessite des relations de face à face devant conduire à l'édification de clusters. Cependant, de nombreuses études ont montré que la seule proximité géographique ne permet pas de créer les interactions nécessaires au bon fonctionnement des clusters et à l'innovation. Elle doit être activée par des actions de nature organisationnelle (réflexion sur l'organisation au niveau local) et institutionnelle (politique de soutien adaptée) (Filippi et Torre, 2003). Dans la Silicon Valley, le raccordement à un réseau collectif d'échange et de portage de collaborations entraîne des processus de rendements croissants au profit d'une zone géographique ayant initialement un avantage (Castilla *et al.*, 2000). L'encastrement social revêt en effet un caractère central pour former les futures innovations (Grossetti et Bès, 2002, 2003).

Aussi, les chercheurs en économie régionale ou en géographie industrielle ont déjà montré que les entreprises innovantes tendent à se concentrer dans l'espace, et/ou que celles qui ont essaimé des laboratoires de recherche s'installent en général à proximité de ceux-ci (Sorensen, 2006). Plus récemment, de nombreux articles de sociologues ont montré que les choix de localisation ne sont qu'exceptionnellement gérés de façon stratégique et se font le plus souvent par défaut (Grossetti, 2008). Enfin, il y aurait une typologie des clusters (Blein et Gunther, 2008). Par ailleurs, les grandes entreprises multi-sites, les réseaux mondiaux de compagnies, nationales ou internationales, montrent que la proximité organisée semble pouvoir se passer de la proximité géographique (Torre, 2006).

Il semble donc y avoir un paradoxe entre le fait que les clusters industriels sont considérés encore aujourd'hui comme des structures locales de production adéquates, bien adaptées au challenge que pose l'économie basée sur les savoirs et le contexte de globalisation des marchés. Ce paradoxe a souvent été

traduit par la question : est-ce que les interactions entre entreprises peuvent se passer d'une proximité géographique ?, impliquant comme cas extrêmes que seule la proximité organisée prévalait (système complètement ouvert) ou que la proximité géographique était la condition de la proximité organisée (systèmes clos), avec parfois des 'ponts' (relations entre agents appartenant à deux systèmes différents) reliant des systèmes clos (systèmes semi-ouverts), les systèmes clos étant plus favorables à des coopérations multi-agents.

Pour tenter de résoudre ce paradoxe, notre étude est partie de trois postulats, dont deux intrinsèques à la définition des clusters :

- les clusters sont multi-agents ;
- dans un cluster (et dans tout réseau), il y a des relations entre agents d'une même catégorie et entre différentes catégories d'agents ;
- les agents sont tous encadrés dans des systèmes (Granovetter, 1985) complexes, le plus souvent mondiaux.

Nous avons donc décidé d'étudier deux catégories d'agents essentielles au fonctionnement des clusters : les entreprises et les firmes du capital-risque. Il nous a donc d'abord paru important de comprendre la nature des réseaux complexes d'agents et le comportement de ces agents au sein de ces structures, et de voir ensuite si ces systèmes relationnels pouvaient se passer de proximité géographique. Nous avons démontré la grande taille et la complexité effective des systèmes globaux de relations mais aussi la nature non aléatoire des mécanismes relationnels quels que soient les agents et les échelles d'analyse. Les réseaux de relations ont en plus des structures qui leur sont spécifiques, les deux structures analysées ici étant chacune la résultante des stratégies diamétralement opposées de leurs hubs, compagnies pharmaceutiques ou firmes du capital-risque.

La structure industrielle est dominée par les plus grosses entreprises pharmaceutiques mondiales, qui capitalisent plutôt sur des liens éphémères avec des sociétés de biotechnologie innovantes pour avoir un accès permanent à de nouveaux « produits » ou actifs (technologies, process, prototypes, produits) où qu'ils soient. L'innovation est diffusée en mondial et la dynamique contractuelle est très forte pour la capter et faire face à la compétitivité globale (Gay et Dousset, 2005). Dans l'espace des affaires interentreprises, la proximité organisée semble donc se passer de la proximité géographique ; les relations ne sont pas localisées et paraissent surtout liées à la logique du marché (innovation et sa diffusion mondiale). La prise de risque pour les grandes compagnies est limitée par un système de jalons qui permet d'arrêter ou modifier le contrat en cas d'échec. Les sommes mises en jeu sont donc payées par étapes et augmentent généralement au fur et à mesure de la réalisation de ces étapes.

Pour le capital-risque, le système relationnel est dominé par la pratique du syndicat par les capital-risqueurs qui investissent ainsi à plusieurs dans un

même produit, l'entreprise, la cohésion forte du système sécurisant les investissements dans les produits. Encore une fois, il semble que la très forte polarisation des acteurs du capital-risque, particulièrement sur New York, ne conditionne pas de fait les relations entre l'ensemble de ces acteurs puisque leur système relationnel n'est pas situé. Une analyse sur la fréquence de l'occurrence des termes qui définissent les actifs des entreprises dans la base de données Venture Expert montre que les capital-risqueurs investissent successivement sur les évolutions de l'industrie biopharmaceutique là où elles ont lieu, soit, dans les grandes lignes, la génomique, puis la protéomique, la métabolomique, les cellules souches, et enfin la biologie synthétique. Aussi, en Californie et au Massachussets par exemple où ont lieu l'ensemble de ces innovations, le nombre de tours de financement par an triple pour les deux États entre 1988 et 2008 et le nombre total de tours de financement augmente environ de 40 fois pour la Californie et de 30 fois pour le Massachussets. À l'accélération du financement s'ajoute le doublement du nombre de firmes de capital-risque actives dans la biopharmaceutique sur l'ensemble du pays ; ce doublement démarre essentiellement en 1998, comme l'industrie des biotechnologies rentre dans une forte croissance, et le nombre de firmes actives augmente alors régulièrement jusqu'à 2008. Les relations sont par ailleurs multiscalaires. Si la proximité organisée domine la proximité géographique dans les relations entre firmes du capital-risque, les relations de ces investisseurs aux compagnies de biotechnologie sont à la fois locale et supra-locales, avec parfois une forte composante de co-localisation mais pas systématiquement, et ceci variant aussi en fonction des échelles d'analyse (niveau de l'État, de la zone métropolitaine, de la ville). Il semblerait cependant que la composante locale (co-localisation des firmes et des entreprises) soit importante au sens « large » (niveau des États), les processus de syndication, de local vers non local (un investisseur local s'appuie sur l'ensemble de son réseau, local ou non, pour investir en local) ou réciproquement (un investisseur extérieur à un État s'appuie sur des partenaires dans cet État pour y investir), amenant les financements extérieurs vers les États. Plus particulièrement, les leaders de syndication, en agissant comme des leaders d'interface entre firmes du capital-risque et compagnies de biotechnologie, se permettent un jeu d'investissement dans de nombreuses compagnies de biotechnologie, qu'ils peuvent accélérer au moment où la croissance du secteur devient forte.

Enfin, seuls les États ou zones métropolitaines capables de créer beaucoup d'entreprises attirent les financements. Ces jeunes entreprises sont celles qui entretiennent l'espace des affaires de l'industrie biopharmaceutique et « nourrissent » le capital-risque.

## CONCLUSION

Les relations interentreprises dans le secteur de la biopharmaceutique sont marquées aujourd'hui par des transactions mondiales. Les grandes entreprises sont encadrées dans cette structure réticulaire globale et s'appuient de plus en plus sur des actifs qui leur sont externes au travers du management de porte-

feuilles de contrats pour assurer leur position sur des marchés instables. L'analyse des capital-risqueurs, qui servent d'intermédiaires entre les investisseurs institutionnels de la sphère financière et les entreprises de la sphère économique, montre que la sphère financière est aussi marquée par des comportements propres, les capital-risqueurs s'appuyant sur des réseaux relationnels plus stables.

Dans les deux sphères, proximités géographique et organisée semblent être plutôt disjointes et la proximité organisée semble prendre le pas sur la proximité géographique. L'élément local 'fort' est la forte polarisation des compagnies innovantes, essentiellement déconnectée des réseaux de transactions interentreprises, mondiaux. Nos résultats rejoignent en cela ceux des sociologues qui décrivent le caractère passif du positionnement des entrepreneurs (choix de localisation de la compagnie par défaut, rarement stratégique) et l'importance pour les clusters d'un encastrement local plutôt social (relations entre individus) (Grossetti, 2008).

Par ailleurs, les firmes du capital-risque et en particulier les leaders de syndication qui jouent de leur capacité à connecter la sphère financière et la sphère économique, comme les grandes entreprises pharmaceutiques, sont sans cesse à la recherche de produits nouveaux, qui sont les compagnies innovantes pour les premiers, et les actifs de ces compagnies innovantes pour les seconds. Cette étude montre que seul un nombre élevé de compagnies peut alimenter ces deux systèmes. Les deux catégories d'agents allant chercher de toute évidence dans et en dehors des clusters (ou zones de concentration forte d'entreprises innovantes), seule la création soutenue d'entreprises innovantes au sein d'un cluster peut attirer le marché et les financiers de manière continue. Les clusters, dans leur dépendance à des réseaux complexes mouvants aux demandes exigeantes en matière d'innovation, ne peuvent donc pas être perçus comme des systèmes stables (Gay et Dousset, 2005 ; Depret et Hamdouch, 2007 ; Ter et Boschma, 2007) mais comme des systèmes dans lesquels la roue de l'innovation doit tourner en permanence et vite.

## BIBLIOGRAPHIE

- AMBURGEY T.L. DACIN M.T. et SINGH, J.V. (1996), « Learning races, patent races, and capital races: strategic interaction and embeddedness within organizational fields », in: Baum, J.A. et Dutton, J. (eds), *The Embeddedness of Strategy*, JAI Press, Greenwich, pp. 303-322.
- APPOLD S. (2005), « The location patterns of U.S. industrial research: mimetic isomorphism, and the emergence of geographic charisma », *Regional Studies*, Vol. 31, pp. 17-39.
- BARLEY S., FREEMAN J. et HYBELS R. (1992), « Strategic alliances in commercial biotechnology », in: Nohria, N. et Eccles, R. (eds), *Networks and Organizations*, Harvard University Press, Boston, MA, pp. 311-347.
- BAUMOL W.J. (2002), *The Free-Market Innovation Machine. Analyzing the Growth Miracle of Capitalism*, Princeton University Press, Princeton and Oxford.
- BLIEN U. et GUNTHER M. (2008), *The Economics of Regional Clusters. Networks, Technology and Policy*, Edward Elgar Publishing, United Kingdom.
- CASTILLA E., HWANG H., GRANOVETTER E. et GRANOVETTER M. (2000), « Social Networks in Silicon Valley », in: Moon-Lee, C., Miller, W. F., Cong Hancock, M. et Rowen, H.S. (eds), *The Silicon Valley Edge*, Stanford University Press, Stanford, pp. 218-247.
- DEPRET M.-H. et HAMDOUCH A. (2007), « Changements technologiques, logiques institutionnelles et dynamiques industrielles: esquisse d'une approche co-évolutionnaire appliquée à l'industrie pharmaceutique et aux biotechnologies », *Innovations – Cahiers d'Économie de l'Innovation*, n° 25, pp. 85-109.
- DIMAGGIO P. J. et POWELL W. W. (1983), « The Iron Gage revisited: institutional isomorphism and collective rationality in organizational fields », *American Sociological Review*, Vol. 48, pp. 147-160.
- DIBIAGGIO L. et FERRARY M. (2003), « Communautés de pratiques et réseaux sociaux dans la dynamique de fonctionnement des clusters de hautes technologies », *Revue d'Économie industrielle*, n° 103, pp. 111-130.
- DUPUY C. et TORRE A., (2005), « Trust, Confidence and Proximity », in: Pitelis, C., Sugden, R. et Wilson, J.-R., (ed), *Clusters and Globalisation: The Development of Urban and Regional Economies*, Edward Elgar, Cheltenham UK, Northampton, USA
- FILIPPI M. et TORRE A. (2003), « Local organisations and institutions. How can geographical proximity be activated by collective projects? », *International Journal of Technology Management*, Vol. 26, n° 2-4, pp. 386-400.
- GAY B. et DOUSSET B. (2005), « Innovation and network structural dynamics: Study of the alliance network of a major sector of the biotechnology industry », *Research Policy*, Vol. 34, n° 10, pp. 1457-1475.
- GAY B. et LOUBIER E. (2009), « Dynamics and evolution patterns of business networks », ASONAM Conference, *International Conference on Advances in Social Networks Analysis and Mining*, Athens, IEEE Computer Society.
- GRANOVETTER M. (1985), « Economic Action and Social Structure: The problem of Embeddedness », *American Journal of Sociology*, Vol. 91, n° 3, pp. 481-510.
- GROSSETTI M. (2008), « Logiques sociales et spatiales de la création d'entreprises innovantes », *Géographie, Économie, Société*, Vol. 10, n° 1, pp. 5-7.
- GROSSETTI M. et BÈS M.P. (2002), « Proximité spatiale et relations science-industrie: savoirs tacites ou encastrement (Polanyi ou Polanyi) », *Revue d'économie régionale et urbaine*, n° 5, pp. 777-788. Repris dans *Problèmes économiques*, n° 2.828, 2003, pp. 28-32.
- HAGEDOORN J. (1993), « Understanding the rationale of strategic technology partnering », *Strategic Management Journal*, Vol. 14, n° 5, pp. 371-385.
- HITT M.A., KEATS B.W. et DeMARIE S.M. (1998), « Navigating in the new competitive landscape: Building strategic flexibility and competitive advantage in the 21<sup>st</sup> century », *Academy of Management Executive*, Vol. 12, n° 4, pp. 22-43.
- HOLMBERG S. R. et CUMMINGS J. L. (2009), « Building Successful Strategic Alliances: A Strategic Process and Analytical Tool for Selecting Alliance Partners », *Long Range Planning*, Vol. 42, n° 2, pp. 164-193.
- NEWMAN V. et CHAHARBAGHI K. (1996), « Strategic alliances in fast-moving markets », *Long Range Planning*, Vol. 29, n° 6, pp. 850-856.



- PORTER M. (1990), *The competitive advantage of nations*, The Free Press, New York.
- PORTER M. (2000), « Locations, Clusters and Company Strategy », in : Clark, G., Feldman, M. et Gertler, M. (eds), *The Oxford Handbook of Economic Geography*, Oxford University Press, Oxford, pp. 77-91.
- POWELL W.W., KOPUT K. et SMITH-DOERR L. (1996), « Interorganizational collaboration and the locus of innovation: Networks of learning in biotechnology », *Administrative Science Quarterly*, Vol. 41, pp. 116-145.
- POWELL W. W., KOPUT K. W., BOWIE J. et SMITH-DOERR L. (2002), « The Spatial Clustering of Science and Capital », *Regional Studies*, Vol. 36, pp. 291-305.
- POWELL W.W., WHITE D.R., KOPUT K.W. et OWEN-SMITH J. (2005), « Network dynamics and field evolution, the growth of interorganizational collaboration in the life sciences », *American Journal of Sociology*, Vol. 110, pp. 1132-1205.
- SILVERMAN B.S. et BAUM J. (2002), « Alliance-based competitive dynamics », *Academy of Management Journal*, Vol. 45, n° 4, pp. 791-806.
- SOH P. et ROBERTS E.B. (2003), « Networks of innovators: a longitudinal perspective », *Research Policy*, Vol. 32, pp. 1569-1588.
- SORENSEN O., RIVKIN J. W. et FLEMING L. (2006), « Complexity, networks and knowledge flow », *Research Policy*, Vol. 35, pp. 994-1017.
- TER WAL A. et BOSCHMA R. (2007), « Co-evolution of firms, industries and networks in space », *Papers in Evolutionary Economic Geography*, Utrecht University.
- TORRE A. (2006), « Clusters et systèmes locaux d'innovation. Un retour critique sur les hypothèses naturalistes de la transmission des connaissances à l'aide des catégories de l'Économie de la proximité », *Région et Développement*, n° 24, pp. 15-44.
- VICENTE J. et SUIRE R. (2007), « Informational cascades vs. network externalities in locational choice: evidences of 'ICT Clusters' formation and stability », *Regional Studies*, Vol. 41, pp. 173-184.
- WALKER G., KOGUT B. et SHAN W. (1997), « Social capital, structural holes and the formation of an industry network », *Organization Science*, Vol. 8, pp. 109-125.