

Les fondements micro du changement structurel régional Que nous enseignent 25 ans de proximités ?

The micro foundations of regional structural change What do we learn from 25 years of proximity research

Jérôme Vicente

LEREPS – Sciences-Po Toulouse, Université Fédérale de Toulouse

Pierre-Alexandre Balland

URU – Université d'Utrecht

Joan Crespo

LEREPS – Sciences-Po Toulouse, Université Fédérale de Toulouse

Résumé :

L'article étudie les contributions de vingt-cinq années de recherche sur les dynamiques de proximité au regard de leurs apports sur les fondements et l'analyse du changement régional. Il considère que, malgré des avancées importantes, il demeure des zones d'ombre sur l'articulation entre les déterminants microéconomiques de la formation des liens de proximité et les dynamiques macro-régionales. L'article montre que l'analyse des propriétés structurelles des réseaux permet d'éclairer cette articulation et réduire le gap observé entre les recherches micro et macro-fondées des dynamiques de proximité. En associant les dynamiques de changement structurel des régions à l'évolution de l'architecture de leurs réseaux, il suggère de rechercher les micro-fondements de ces dynamiques dans l'articulation de trois registres distincts de proximité. Les perspectives ouvertes dans cet article sont discutées dans le cadre de trois programmes de recherche apparus ces dernières années (résilience régionale, smart specialization, politiques de cluster).

Mots-clefs : proximités, réseaux, changement structurel, dynamiques régionales

JEL Codes : D85, R11, R58

Abstract

The paper focuses on the contributions of twenty-five years of research on proximity dynamics in terms of their contribution to the foundations and analysis of structural change at the regional level. It considers that, despite significant progress, there are still shadow zones in the link between the microeconomic determinants of the formation of proximity links and macro-regional dynamics. The article shows that the analysis of the structural properties of the networks makes it possible to clarify this articulation and to reduce the observed gap between micro and macro-based researches of proximity dynamics. By associating the dynamics of structural change of the regions with the evolution of the architecture of their networks, it suggests to look for the micro-foundations of these dynamics in the articulation of three distinct registers of proximity. The perspectives opened are discussed in the context of three research programs that have emerged in recent years (regional resilience, smart specialization, cluster policies).

Key-words : proximities, networks, structural change, regional dynamics

JEL Codes : D85, R11, R58

1. Introduction

Depuis le début des années 1990, les analyses des dynamiques industrielles et spatiales ont considérablement été renouvelées puis enrichies grâce aux apports de l'Ecole Française de la Proximité (Bellet *et al.*, 1993 ; Rallet et Torre, 1995) et aux développements menés au niveau européen par les tenants de l'économie géographique évolutionniste (Boschma, 2005). Derrière un concept, la proximité, et ses différentes déclinaisons, résident conjointement une cadre théorique et une grille d'analyse des dynamiques à l'œuvre dans l'espace productif, telles les dynamiques d'innovation, d'agglomération, de localisation/relocalisation, de spécialisation et diversification régionales. Au cœur du concept, réside également l'idée de la multiplicité des déterminants de la coordination et leurs interdépendances. Les coordinations sont géographiquement situées, et les relations marchandes, pour importantes qu'elles soient, ne peuvent à elles-seules expliquer les différentes dynamiques rappelées ci-dessus. Au-delà des facteurs de coordination indirecte que sont les signaux envoyés par les prix des produits, la productivité des facteurs et les coûts de la distance, d'autres déterminants interviennent et jouent sur les motifs des agents à entrer dans des processus de coordination directe, au travers d'échanges volontaires de connaissances, de contrats, d'alliances. Ces analyses ont donc ouvert un vaste champ de recherche sur la coordination entre des agents hétérogènes du point de vue de leurs attributs. Des attributs spatiaux en premier lieu, relatifs à la localisation des agents, mais également des attributs cognitifs, institutionnels, sociaux et organisationnels (Balland, 2012). La proximité ainsi déclinée permet une analyse des relations dyadiques, lesquelles peuvent aller de la collaboration à l'évitement, de la relation de long terme sous-tendue par une confiance mutuelle, à la défiance que l'on retrouve dans nombre de rapports concurrentiels (Uzzi, 1996 ; Vicente, *et al.*, 2007).

Nombre de réflexions théoriques et d'analyses empiriques sont venues enrichir ce cadre général depuis le milieu des années 1990 (Carrincazeaux *et al.*, 2007 ; Bouba-Olga *et al.*, 2008 ; Balland *et al.*, 2015). Mais comme dans tout programme de recherche, aussi prolifique soit-il, des questionnements demeurent en suspens. Si les analyses de la proximité ont su éclairer la complexité des liens entre coordination et géographie économique, elles n'en demeurent pas moins souvent analytiquement cantonnées à des approches dyadiques, donc essentiellement micro, avec des difficultés à remonter à un niveau plus agrégé. A l'inverse, d'autres approches, plus structurelles et méso-économiques, ont su empiriquement caractériser la diversité des structures régionales productives (Colletis *et al.*, 1999 ; Carrincazeaux and Gaschet, 2015 ; Crespo and Vicente, 2016), voire identifier leur dynamique de transformation et leur capacité d'innovation (Balland *et al.*, 2018). Cependant, si l'on retrouve sous formes d'agrégats les aspects cognitifs, institutionnels, sociaux et organisationnels, chacune des approches pêche par manque de fondements permettant de micro-fonder cette diversité et les dynamiques sous-jacentes au regard des décisions des agents. Si un des enjeux les plus visibles réside encore à ce jour dans la clarification des concepts et des déclinaisons des formes de proximité, un autre enjeu moins apparent, mais peut-être plus important, réside dans les avancées espérées sur ces mécanismes de transition micro-macro qui permettraient de mieux saisir les dynamiques régionales. Des travaux de recherches récents pourraient permettre de « faire la jonction » entre les approches dyadiques et les approches structurelles. Basées sur la caractérisation des dynamiques régionales au regard des réseaux qui les sous-tendent (ter Wal et Boschma, 2009 ; Boschma et Frenken, 2010), ces travaux ouvrent de réelles perspectives pour mieux identifier les facteurs critiques qui au niveau micro-économique expliqueraient les changements structurels observés au niveau régional. Néanmoins, même si la jonction est proche, elle n'est pas encore totalement aboutie. Certains travaux, tels Balland (2012) et Balland *et al.* (2013), sont parvenus à capturer les formes dyadiques de proximité à l'œuvre dans les décisions de collaboration à la R&D dans divers domaines technologiques et le long du cycle des marchés. Mais ces travaux ne parviennent pas à remonter au niveau structurel des réseaux pour capturer les dynamiques macro-régionales. A l'inverse, d'autres

travaux, tels ceux de Crespo *et al.* (2014 ; 2016), ont mis en relation les propriétés structurelles des réseaux d'acteurs et les trajectoires régionales, mais sans réellement parvenir à s'appuyer au niveau micro sur l'articulation des formes de proximité qui fondent la structuration et l'évolution de ces réseaux.

L'objectif de l'article est d'ouvrir des perspectives de recherche pour poursuivre ce processus de jonction entre une « micro-économie » des proximités basées sur les déterminants de la coordination et l'analyse des trajectoires régionales basées, elle, sur les déterminants du changement structurel. Pour ce faire, la section 2 rappelle brièvement les cadres conceptuels et analytiques des proximités ainsi que leurs avancées ces 25 dernières années, en focalisant sur leurs possibilités d'articulation entre les décisions des acteurs et les trajectoires régionales. La section 3 propose une grille d'analyse des propriétés structurelles des réseaux basées sur la mobilisation des formes de proximités dans les décisions de collaboration et la formation des écosystèmes régionaux. La section 4 montre les perspectives qu'ouvre une telle grille pour renouveler l'analyse du changement structurel au niveau des régions.

2. Les mécanismes de transition micro-macro au sein de l'économie de proximité

2.1. Les perspectives ouvertes par l'économie des proximités

L'analyse des phénomènes de transition et d'articulation micro – macro, lesquels sont bien connus en sciences économiques (Kirman, 1992), demeure un enjeu de recherche majeur auquel les travaux sur l'économie de proximités ne peuvent échapper s'ils entendent se saisir de la complexité des mécanismes de croissance et de changement structurel des régions. Entre les choix de coordination et localisation des agents et les trajectoires de développement des régions demeure une zone d'ombre faite de diffusion, de consolidation, de retournement voire de déclin. Rechercher les déterminants des mécanismes sous-jacents à ces transitions permet de mieux identifier les leviers d'action en faveur de l'action régionale. Non que l'économie de proximité n'ait pas avancé sur ces questionnements. A l'inverse, elle est certainement des courants de la science régionale qui sont allés le plus loin dans ces enjeux. En s'écartant de la figure Marshallienne de l'agent représentatif et de la seule prise en compte des interactions marchandes, aussi stratégiques soient-elles, pour mieux saisir la complexité des choix de coordination (Vicente, 1999 ; Pecqueur et Zimmermann, 2004), l'économie de proximité a avancé en la matière. Deux exemples de recherche pour s'en convaincre. D'un côté, le travail réalisé sous la direction de Zimmermann (Colletis *et al.*, 1999) sur les trajectoires des dynamiques productives locales répondait à des combinaisons temporelles singulières de proximités géographique, organisationnelle et institutionnelle. De l'autre, cette fois-ci en partant du niveau micro, les recherches de Grossetti (2008) et plus tard de Balland (2012) sur les choix de collaboration des individus révélaient l'importance des proximités sociales et des phénomènes d'encastrement et de découplage associés, sans pour autant parvenir à dépasser le stade des chaînes relationnelles ou de réseaux d'innovation ciblés pour parvenir à identifier des trajectoires régionales plus globales. Les efforts des approches macro de la proximité pour micro-fonder les dynamiques régionales étudiées ainsi que les efforts des approches micro pour saisir la complexité des trajectoires régionales n'ont pas à ce stade totalement éclairci cette zone d'ombre, mais ont déjà largement contribué à ouvrir des perspectives plus larges que les approches alternatives. C'est en poursuivant la confrontation entre ces deux approches que résident très certainement les moyens et les outils pour lever le voile sur ces mécanismes de transition.

2.2. Proximités et trajectoires régionales : approches macro

A une échelle que nous qualifierons de macro, les 25 années de recherche sur les dynamiques de proximité ont donné lieu à une série de travaux cherchant à identifier les sources de changement structurel des régions, au travers notamment des déterminants des processus de diversification régionale. Très tôt du côté des recherches menées en France et encore récemment au niveau international, un appareillage

analytique fondé sur les dynamiques de proximité a été mobilisé. Bien que situées aux deux extrêmes de la période en question, on retrouve des éléments d'analyse communs aussi bien du côté des travaux de Colletis *et al.* (1999) que du côté des recherches de Balland *et al.* (2018) et Boschma (2017).

Pour les premiers, sur la base d'une série de cas d'études de microrégions françaises, les dynamiques de diversification régionale reposent sur une conjonction des proximités géographique, organisationnelle et institutionnelle, lesquelles, via un processus de spécification des ressources, peut conduire une région à maintenir une trajectoire de croissance favorable. Ainsi, par un jeu de combinaison des ressources locales et d'attractivité exogène, une région peut transformer une logique de simple agglomération en une logique de coordination d'acteurs hétérogènes identifiant de nouvelles potentialités de développement, ou sortir d'une situation rigide de spécialisation par un processus coordonné de redéploiement des ressources vers de nouveaux marchés. Mais selon les auteurs, le processus de spécification des ressources en vue de soutenir une trajectoire de diversification ne peut se satisfaire de simples proximités géographique et organisationnelle, définis selon les termes de Torre et Gilly (2000). Le redéploiement des ressources vers de nouvelles combinaisons productives peut prendre du temps et nécessite au préalable l'identification d'opportunités productives requérant l'exploration de nouvelles coordination. Selon les auteurs, un tel processus ne peut aboutir qu'au-delà d'un certain seuil de confiance entre les acteurs et une forte proximité institutionnelle favorisant la mise en place et le bon fonctionnement de nouveaux dispositifs de coordination.

Pour les seconds, sur la base d'un appareillage différent reposant sur la modélisation statistique des « espaces de produits » de Hidalgo *et al.* (2007) et de larges bases de données régionales d'exportation (Boschma *et al.*, 2013) ou de brevets (Balland *et al.*, 2018), les trajectoires de diversification peuvent s'analyser au regard d'indices de proximité entre les produits et les connaissances au sein des espaces régionaux. La question sous-jacente et commune à ces travaux serait la suivante : peut-on prédire le potentiel de diversification d'une région au regard de la composition de ses ressources observées et de leur degré de connexion et de proximité ? L'intérêt de ces approches réside alors dans leur capacité à étudier les trajectoires régionales à partir non pas seulement de la co-localisation des ressources au sein d'un même espace, mais à partir de l'analyse du degré avec lequel ces ressources se révèlent être co-occurentes ou non dans la production des biens et des connaissances. Ainsi, dans le cadre des régions européennes, Balland *et al.* (2018) montrent que la capacité de ces dernières à obtenir un avantage technologique relatif dans un nouveau domaine technologique dépend positivement du degré de connexion entre les connaissances localisées dans la région. Ce résultat se double d'un avantage marquant pour les régions dans lesquelles ce degré de connexion est le plus élevé, lequel joue en faveur de l'obtention d'une position monopolistique dans la concurrence entre régions, du fait du degré plus élevé de complexité des technologies que ces régions sont en mesure d'atteindre. La seule proximité géographique entre les ressources, aussi diverses soient-elles, ne suffit à maintenir des opportunités de croissance. L'intensité de leur combinaison paraît jouer un rôle supérieur, au travers de formes de proximités non spécifiées par les auteurs, mais dont on imagine en arrière-plan qu'elles reposent sur des flux volontaires et coordonnés de connaissances entre les secteurs technologiques. Utilisant une méthodologie proche en mobilisant des index de proximité des connaissances dans les produits exportés par les régions espagnoles dont elles tirent un avantage comparatif, Boschma *et al.* (2013) mettent en évidence le fait que la capacité de ces dernières à développer de nouvelles industries dépend positivement de l'intensité de ces effets de proximité, mais une dépendance bien plus marquée au niveau régional duquel émergent ces nouvelles industries qu'elle ne l'est au niveau national. Ces deux contributions se limitent à des analyses dans lesquelles seules des dimensions géographiques et technologiques font l'objet de formulation d'hypothèses théoriques. Néanmoins, en écho à des travaux institutionnalistes, elles soulignent chacune en perspective le rôle que peuvent jouer les arrangements institutionnels dans la capacité des régions à structurer ces dynamiques de redéploiement des ressources.

Les approches macro de la proximité ont donc largement entamé l'identification des déterminants des dynamiques régionales, en particulier celles sous-tendues par des processus d'innovation et de diversification. Enquêtes qualitatives et mesures empiriques visant à caractériser ces proximités permettent de mieux capturer les facteurs endogènes du changement structurel et expliquer la diversité des trajectoires régionales. Comment se construisent ces proximités, quels sont les motifs individuels qui poussent les acteurs à les construire et ou les déconstruire. Autant de questions que ces travaux ne résolvent pas, considérant les proximités comme des caractéristiques agrégées au niveau régional, laissant de côté ou renvoyant ainsi à d'autres travaux la nécessité d'expliquer par quels mécanismes microsociaux ces proximités émergent et se combinent

2.3. Proximités et encastrement: approches micro

A une échelle que nous qualifierons de micro, les recherches sur les dynamiques de proximité ont largement contribué à mieux saisir les facteurs entrant en compte dans les décisions individuelles de coordination. L'idée sous-jacente : les trajectoires régionales de développement ne résultent pas seulement de dynamiques spatiales sous-tendues seulement par des dynamiques de marché. Elles résultent également de dynamiques d'interactions non marchandes entre des agents hétérogènes cherchant à accéder à des ressources ou échanger des connaissances, en n'excluant pas de se prémunir de la fuite de connaissances vers d'autres agents. Breschi et Lissoni (2001) ont très tôt défendu cette idée en remettant en discussion les mécanismes de coordination cachés derrière la force des effets de débordements des connaissances (*knowledge spillovers*) sur les dynamiques locales d'innovation : Derrière la significativité des distances et proximités géographiques, dont on peut aisément mesurer la force, se cachent des mécanismes sociaux plus complexes à saisir et dont il convient de chercher les fondements micro-économiques.

Grossetti (2008), à partir d'une comparaison de deux cas empiriques sur données régionales de liens science-industrie et créations d'entreprise, propose une telle tentative de micro-fondation des effets de proximité. L'approche est d'autant plus micro-fondée que le point de départ n'est pas celui de l'organisation, mais plus amont encore celui de l'individu, en situation d'accès à des ressources ou d'échanges de connaissances, et cherchant à établir des liens pour cela. Si la proximité géographique joue un rôle prépondérant dans la formation de liens dyadiques, sa force explicative varie selon la nature des dispositifs mobilisés par les acteurs, lesquels se cristallisent dans d'autres formes de proximité que Grossetti (2008), dans la lignée de Bouba Olga et Grossetti (2008), formalise de la façon suivante. Une forme de proximité sociale, lorsque, à l'origine d'une collaboration formelle entre deux organisations, se trouvent des relations sociales préexistantes entre deux ou quelques individus, qu'elles soient directes ou identifiable au sein d'une chaîne relationnelle à travers un ou quelques intermédiaires, indépendamment de l'organisation à laquelle ils appartiennent. Une forme de proximité organisationnelle, lorsque la collaboration trouvera son origine via la médiation d'une tierce organisation dont l'objectif qui lui est assigné est généralement de faciliter ou d'inciter aux collaborations (telles les agences de moyens ou les plateformes technologiques). Une forme de proximité temporaire, selon les termes de Torre (2008), lorsque la collaboration naîtra d'une rencontre lors d'un évènement (conférence, salon, exposition) servant de dispositif de médiation temporaire. Chacune de ces proximités pourra (ou non) donner lieu à une collaboration, laquelle pourra se maintenir sans que ne perdurent nécessairement les dispositifs de médiation qui en sont à l'origine. Le cadre d'analyse de Grossetti (2008) montre que ces 3 formes de proximité se combinent à la proximité géographique de façon singulière, réduisant le surdéterminisme associé à cette dernière. Si la proximité sociale jouera très largement avec la proximité géographique, les proximités organisationnelle et temporaire pourront beaucoup plus largement s'en soustraire. La dimension cognitive, tout comme la dimension institutionnelle, n'apparaissent que de façon ad-hoc, comme pouvant venir perturber une loi générale reliant la proximité géographique aux autres proximités étudiées.

Dans la même veine, mais sur la base de méthodologies sensiblement différentes, Balland (2012) cherche à capturer les motifs microéconomiques à la construction de collaboration à la R&D au sein d'un domaine technologique. Partant du cadre analytique de Boschma (2005), l'auteur teste le rôle que jouent les proximités géographique, organisationnelle, sociale, cognitive et institutionnelle sur la capacité des acteurs d'un réseau technologique (le réseau européen des collaborations à la R&D dans les systèmes de navigation par satellite soutenus par les programme-cadre de la Commission Européenne) à former sur une succession de périodes de nouvelles dyades (collaborations bilatérales) ou dissoudre des dyades existantes. Contraint par les spécificités du domaine technologique – des technologies présentant des caractéristiques de *General Purpose Technologies* – et du type de réseau étudié – les programmes européens incitent à privilégier les collaborations au sein de l'ensemble de l'espace européen (Vicente *et al.*, 2011) –, les résultats demeurent fortement dépendant du contexte et non généralisable. La méthode demeure cependant originale car elle permet d'identifier quels sont les facteurs critiques influençant les choix de collaborations scientifiques et technologiques, lorsque établir un lien peut avoir un coût et comporter des risques de fuites de connaissances. Dans le cas présent de cette recherche, les résultats se révèlent intéressants s'agissant des ressources que mobilisent les acteurs au regard des incitations publiques mises en place par les institutions européennes. Alors même que ces incitations portent sur un dépassement des frontières régionales et nationales pour favoriser un espace européen de la R&D, la proximité géographique entre les acteurs joue significativement en faveur de la construction des collaborations à la R&D. De plus, alors même que ces mêmes incitations visent à brouiller les frontières institutionnelles entre les recherches académiques et l'industrie, la proximité institutionnelle apparaît significativement comme une force jouant en faveur de ces mêmes collaborations. Il en va de même de la proximité organisationnelle, appréhendée par le degré d'intégration au sein des groupes industriels. A l'inverse, les proximités sociales, mesurées par des distances relationnelles au sein de réseaux, et cognitives, mesurées par l'appartenance à des segments technologiques d'un domaine composite, ne jouent pas significativement en faveur des collaborations.

Ces deux types d'approches réussissent le pari d'apporter des fondements micro basés sur la pluralité, et les complémentarités ou substituabilités, des registres de proximité. Elles parviennent également à discuter de l'encastrement des acteurs dans des réseaux sur la base de leurs motivations individuelles. Mais parce qu'elles ciblent un domaine technologique particulier et des histoires particulières de collaborations, elles ne parviennent pas à proposer un cadre d'analyse suffisamment robuste pour appréhender les mécanismes de changement structurel au niveau de la dynamique productive régionale d'ensemble. Elles semblent pourtant en contenir les prémisses à travers les mécanismes micro-fondés de structuration des réseaux.

3. Dyades, proximités, et analyses structurelles des réseaux : une voie d'approfondissement

Les vingt-cinq années de recherche sur les dynamiques de proximités ont conduit à la proposition d'un programme de recherche et des avancées aussi bien au niveau des dynamiques macro-régionales que des analyses micro-économiques des coordinations géographiquement situées. La difficulté réside encore dans l'articulation des deux dimensions. Les proximités sont appréhendées comme des caractéristiques agrégées dans les premiers travaux. Ces mêmes proximités sont à l'inverse appréhendées dans les seconds travaux au niveau individuel, comme les motifs à la coordination et à l'accès à des ressources. Les deux approches diffèrent donc sur l'échelle d'analyse, mais partagent un élément central qui peut constituer le point d'entrée d'une recherche sur les mécanismes de transitions micro-macro : la structuration des flux de connaissances au niveau régional. Une structuration qui résulterait du comportement des acteurs vis-à-vis de leur logique d'accès et d'échange de connaissance, et dont l'agrégation donnerait lieu à la formation de structures de réseau, dont les propriétés pourraient constituer un marqueur fort des dynamiques régionales.

3.1. Propriétés structurelles des réseaux : entre micro et macro

Caractériser un système productif régional au travers de la structuration des flux de connaissances constitue une opportunité de recherche ouverte pour mieux saisir les mécanismes de transition micro-macro à l'œuvre dans l'identification des trajectoires régionales. L'architecture des réseaux traversant les systèmes productifs régionaux constituent un marqueur de leur organisation. Etudier ces architectures et leur évolution ouvre ainsi une voix pour mieux comprendre les dynamiques macro-régionales (déclin, résurgence, diversification, spécialisation, ...) sur la base des déterminants micro des stratégies de formation, maintien ou dissolution des liens (Balland, 2012). Ahuja *et al.* (2012) proposent un cadre d'analyse des macrostructures de réseau qui repose sur une conception simple de trois fondamentaux. Un réseau se caractérise par des nœuds (incluant leurs caractéristiques), par des liens (incluant leur nature, leur force, et leur multiplicité), et par ses propriétés structurelles, c'est-à-dire les formes topologiques qu'il peut dévoiler. En balayant la littérature sur les propriétés structurelles des réseaux, ils identifient cinq propriétés principales, lesquelles permettent de caractériser la nature des processus de changement au sein des systèmes d'acteurs. Ces propriétés sont résumées dans le *tableau 1* par trois structures de réseaux différentes caractérisant trois systèmes régionaux composés d'un même nombre d'acteurs. La synthèse se veut simplement illustrative et non exhaustive compte-tenu des très nombreuses architectures qu'il est possible d'identifier.

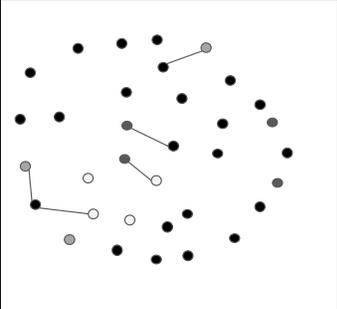
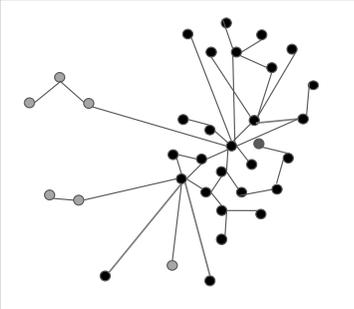
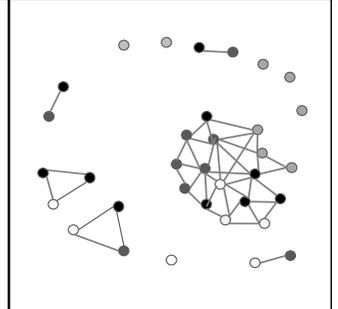
Propriétés structurelles			
Distribution des degrés	<i>Plate</i>	<i>Fortement pentue</i>	<i>Pentue</i>
Connectivité	<i>Très faible</i>	<i>Forte (une composante)</i>	<i>Faible (plusieurs composantes)</i>
Clustering	<i>Très faible</i>	<i>Faible</i>	<i>Très fort</i>
Densité	<i>Faible</i>	<i>Moyenne</i>	<i>Moyenne</i>
Assortativité	<i>Non significative</i>	<i>Très faible</i>	<i>Très forte</i>

Figure 1 : caractérisation des propriétés structurelles des réseaux (exemples)

Première propriété : la distribution des degrés des nœuds. Cette propriété reflète la variance dans la distribution des liens au sein d'un réseau, et indique le degré de hiérarchie que le réseau présente s'agissant de la distribution des capacités relationnelles des acteurs. Un réseau sera faiblement hiérarchique lorsque ses nœuds développeront des liens en nombre comparable, alors qu'il sera considéré comme fortement hiérarchique lorsque peu de nœuds auront un nombre élevé de liens alors que les autres nœuds seront peu connectés. Dans le cadre général des réseaux, le niveau de hiérarchie au sein d'un réseau sera un indicateur pertinent de la distribution de l'influence en son sein, ou de l'existence d'une homogénéité ou d'une hétérogénéité des statuts (Ahuja *et al.*, 2009). Dans le cas des systèmes régionaux, cet indicateur contribuera à caractériser quantitativement l'hétérogénéité des structures industrielles locales telle que celle observée qualitativement par Storper et Harisson (1991) et Markusen (1996). Il fournira une indication sur la présence d'acteurs en mesure de coordonner un processus systémique et décentralisé d'innovation, ou à l'inverse un déficit de coordination au sein d'une dynamique industrielle

régionale (Crespo *et al.*, 2014 ; Lucena-Piquero et Vicente, 2017). Dans la *figure 1*, les trois réseaux se distinguent de par la forme de leur distribution des degrés, le premier présentant une hiérarchie quasi-plate, le second une forte hiérarchie, avec un acteur central ayant un très fort degré, suivi par des acteurs aux degrés de plus en plus faibles, le troisième présentant également une hiérarchie forte, mais avec de nombreux acteurs ayant des centralités proches.

Deuxième propriété : la connectivité des réseaux. Cette propriété éclaire sur la circulation des flux de connaissances au sein d'un réseau. Un réseau parfaitement connecté, caractérisé par une seule composante tel le deuxième réseau de la *figure 1*, permet à toutes paires de nœuds prises aléatoirement d'être connectées par un chemin au sein du réseau. A l'inverse, pour les premier et troisième réseaux, des points de discontinuité apparaissent et éclatent chacun des réseaux en un nombre élevé de composantes de plus petite taille. Cette propriété de connectivité fournit une indication du degré de *small-worldness* d'un réseau (Watts et Strogatz, 1998 ; Zimmermann, 2002). Elle indique la capacité de certains des acteurs du réseau à former des pontages entre des cliques d'acteurs, qui sans eux demeureraient séparées. Cette propriété de connectivité fournit donc une indication quantitative sur la structuration des flux de connaissances au sein des systèmes régionaux, et en particulier sur la façon dont ces derniers parviennent à mettre en relation des sous-réseaux cohésifs d'acteurs afin d'accroître la taille de la composante principale du réseau (Rychen et Zimmermann, 2008 ; Morrison, 2008, Breschi et Lenzi, 2015 ; Crespo *et al.*, 2016).

Troisième propriété : le *clustering* des réseaux. Cette propriété indique à quel degré un réseau tend à se constituer en un ensemble de cliques fortement cohésives, laissant apparaître une forte tendance à la fermeture triadique et à la constitution de sous-communautés fortement connectées en leur sein et plus ou moins reliées entre elles. Si le *clustering* est très faible et peu significatif pour le premier réseau de la *figure 1*, il est faible (peu de fermeture triadique) pour le deuxième réseau, alors qu'à l'inverse il est élevé pour le troisième réseau (un *tersius gaudens* complète une très large part des dyades). Comme analysé par Breschi et Lenzi (2015) et Crespo *et al.* (2014) sur la base des travaux de Coleman (1988), un fort *clustering* au sein d'un système régional traduit une montée en cohésion au sein de l'écosystème relationnel, une limitation des comportements opportunistes et de défiance, facilitant la coordination sur des standards technologiques au sein de communautés composées d'acteurs dépendant les uns des autres dans leurs activités productives.

Quatrième propriété : la densité des réseaux. Cette propriété indique la part des liens réels parmi l'ensemble des liens possibles au sein d'un réseau. Dès lors que les liens se réfèrent à des échanges de connaissances, la densité du réseau donnera une indication quantitative de degré de collaboration en son sein. En sociologie des réseaux, le niveau de densité relationnelle éclairera sur les parts respectives de l'indépendance et de l'encastrement des acteurs du réseau (Uzzi, 1996). Si la densité relationnelle n'est en rien un indicateur de performance d'un système régional, elle demeure ainsi un indicateur pertinent de la façon dont se combinent concurrence et coopération au sein d'une même région. Si de très fortes densités semblent peu réalistes compte tenu des nécessités d'arbitrage que font les acteurs entre appropriation (des) et accessibilités (aux) connaissances (Antonelli, 2006), de très faibles densités peuvent être à l'inverse le signe d'un manque d'ancrage locaux des acteurs et d'une fragilité du système régional (Dalla Pria et Vicente, 2006). Le premier réseau de la *figure 1* se caractérise par une très faible densité, alors que les deux autres réseaux, en dépit de leurs différences topologiques, présentent un niveau équivalent de densité pouvant être considérée comme moyenne.

Cinquième propriété : l'assortativité des réseaux. Cette propriété est un indicateur du degré d'homophilie relationnelle des acteurs au sein des réseaux (Watts, 2004 ; Newman *et al.*, 2006). Elle met en relation le degré de chacun des nœuds avec le degré moyen des nœuds avec lesquels chacun est connecté. Elle indique le degré auquel des nœuds de même degré se connectent préférentiellement entre eux. Une assortativité positive indique que les nœuds à degré élevé (resp. faible) se connectent à d'autres nœuds à

degré élevé (resp. faible), alors qu'elle sera négative lorsque les nœuds à degré élevé (resp. faible) se connectent à des nœuds à degré faible (resp. élevé). En sociologie des réseaux, de nombreux travaux soulignent la forte assortativité des réseaux sociaux, les acteurs relationnellement « riches » ayant une forte propension à se connecter entre eux, exhibant ainsi une forte homophilie relationnelle. S'agissant des systèmes régionaux, Suire et Vicente (2014) et Crespo *et al.* (2014, 2016) ont montré que la propriété d'assortativité pouvait permettre de mettre en lumière différentes structures dites « cœur/périphérie », se distinguant par les degrés de conformisme et de risque dans les trajectoires d'innovation. Dans le *tableau 1*, si le premier réseau ne peut être interprété faute d'un nombre de liens suffisant, on note des niveaux d'assortativité sensiblement opposés pour les deuxième et troisième réseaux.

Chacune de ces propriétés peut donc révéler des indications sur l'architecture macro des systèmes régionaux en termes de structuration des flux de connaissances. Mais ces indications ne peuvent que partiellement permettre des interprétations sur les trajectoires régionales. En effet s'il peut exister des corrélations entre ces propriétés, ces corrélations ne sont en rien strictes et la façon dont ces propriétés se combinent fournit également de nombreux éclairages. A l'évidence, la densité pourra être corrélée au *clustering*, dès lors que la densité maximale d'un réseau est atteinte lorsque tout nœud se voit encastré dans des triades. Mais si le *clustering* favorise la confiance, alors son accroissement peut réduire la connectivité dès lors que la densité ne parvient pas à atteindre un certain seuil. A l'inverse, comme on le voit dans les deuxième et troisième réseaux qui exhibent un niveau équivalent de densité, un plus faible *clustering* peut permettre d'accroître la connectivité jusqu'à son maximum, permettant une continuité des flux de connaissances au sein du système régional. La hiérarchie, si elle joue en faveur d'une meilleure coordination des acteurs, peut conduire à l'isolement d'un nombre croissant de nœuds si la densité relationnelle n'est pas suffisante pour coupler coordination et connectivité au sein du réseau. Enfin, comme montré par Crespo *et al.* (2014), la corrélation entre hiérarchie et assortativité peut être positive ou négative. La montée en degré de certains acteurs au sein du système régional ne va pas nécessairement jouer en faveur d'une homophilie relationnelle des acteurs les plus connectés. Ici encore, les deuxième et troisième réseaux montrent des possibilités d'architectures dans lesquelles lorsque le *clustering* entre les acteurs les plus centraux diminue, l'assortativité se réduit en même temps que la connectivité augmente, permettant aux acteurs périphériques de se connecter aux acteurs centraux pour une meilleure accessibilité à des ressources et une régénération du cœur du réseau.

3.2. Registre de proximité et formation des dyades

Si les systèmes régionaux peuvent ainsi s'apparenter à des macrostructures relationnelles, vues comme des architectures de réseau aux propriétés singulières, alors tout changement dans la structure de réseau proviendra de changements ou de dynamiques dans les dyades. Mettre en relation les motifs qui poussent les acteurs à construire, maintenir ou dissoudre des liens avec les changements induits dans la structure macro est donc au cœur de ce gap observé entre les approches micro et macro des travaux sur les dynamiques de proximité. Si la littérature a bien avancé sur les effets positifs et négatifs des proximités sur les propensions des individus à former des liens et échanger des connaissances, parfois même sur les combinaisons complexes de ces mêmes effets (Boschma, 2005 ; Torre, 2008 ; Rivera *et al.*, 2010), les effets sur les propriétés des structures de réseaux restent encore à étudier. La faute peut-être à des confusions dans les définitions et catégories des proximités, sources de débats dans la communauté, en particulier relatives aux questions d'opérationnalisations empiriques (Bouba Olga et Grossetti, 2008). En effet, suivant le travail théorique de Rivera *et al.* (2010) sur les dynamiques des dyades au sein des réseaux sociaux, les risques de confusion portent sur trois dimensions intrinsèques aux différentes proximités. Une première dimension concerne les attributs des acteurs (homophilie), la deuxième est liée à l'espace relationnel des acteurs (mécanismes d'encastrement social), alors que la troisième dimension se limite à l'environnement culturel et géographique (les cercles). Certaines des proximités étudiées jusqu'à

aujourd'hui dans la littérature semblent tomber dans plusieurs de ces trois catégories, créant certaines des confusions ci-dessus.

3.2.1. *Homophilie*

L'homophilie comme motif à la formation de dyade est la première de ces dimensions. Elle se réfère aux caractéristiques individuelles des acteurs, indépendamment donc de l'environnement relationnel, institutionnel ou géographique de ces mêmes acteurs. Les proximités cognitive et technologique peuvent aisément entrer dans cette dimension. Elles se mesurent selon le degré de similarité des compétences que possèdent les acteurs ou les organisations et vont pouvoir influencer la dynamique de construction, maintien ou dissolution des liens dans des directions qui peuvent profondément varier d'un contexte à l'autre. « Qui se ressemblent s'assemblent » est loin d'être une loi générale en la matière. Si la proximité dans les ressources cognitives peut faciliter la construction d'un lien, générer un bénéfice réciproque et assurer son maintien, elle peut aussi générer des pertes, freiner la construction d'un lien ou entraîner la dissolution d'un lien existant. A l'inverse, l'hétérophilie dans les bases de connaissances, si elle n'est que rarement dominante dans les interactions sociales, peut générer des bénéfices à la construction d'un lien entre des organisations faisant face à de nouveaux problèmes productifs. Comme le relève Suire et Vicente (2014), l'homophilie pourra jouer en faveur de la construction des liens lorsque les contraintes de standardisation et d'interopérabilité qui caractérisent de nombreux domaines de l'industrie et des services requièrent la mise en commun de savoirs pour atteindre les marchés de masse lors des phases d'exploitation. Ces liens sont de nature stratégique et leur maintien est rendu fragile par les nécessités d'appropriation des bénéfices issues des connaissances produites qui restent propres à chaque organisation (Antonelli, 2006). A l'inverse, l'hétérophilie pourra jouer en faveur de la construction de liens lorsqu'il s'agira d'explorer des combinaisons inédites de connaissances en vue de construire de nouveaux marchés. Les risques de défaut d'appropriation sont plus faibles dans ce cas de figure, mais le maintien de la relation demeure dépendant de la concrétisation des marchés visés.

A ce stade-là, il paraît difficile d'inférer un lien entre de degré d'homophilie des acteurs et les propriétés structurelles des réseaux. Dans un territoire de grande taille où seraient localisés des acteurs hétérogènes, le degré de connectivité des réseaux serait faible si l'homophilie des bases de connaissances l'emportait dans les motifs à la construction des liens. Dans un tel cas de figure, le système pourrait se caractériser par un ensemble de cliques de spécialisation non connectées entre elles. A l'inverse, l'introduction d'une dose d'hétérophilie pourrait participer à un accroissement de la connectivité du réseau. Mais avancer sur de telles conjectures requiert d'introduire d'autres dimensions des mécanismes de formation des dyades.

3.2.2. *Encastrément social*

Au-delà des attributs des acteurs, d'autres mécanismes jouent en faveur de la construction, maintien et dissolution des dyades. Position, distance relationnelle et encastrément au sein d'un réseau jouent sur la propension des acteurs individuels et collectifs à engager ou non une relation d'échange. En se référant aux registres de proximité discutés ces vingt-cinq dernières années, les proximités sociale (Boschma, 2005 ; Bouba-Olga et Grossetti, 2008) et organisationnelle (Rallet et Torre, 2005) trouvent leur pertinence essentiellement dans cette dimension, qui joue plus sur la dynamique des relations que sur celle des caractéristiques individuelles. Ces deux formes de proximité relationnelle, la première dédiée aux individus et la deuxième aux organisations, ont en commun selon Rivera *et al.* (2010) de présenter des niveaux élevés de stabilité, de favoriser le *clustering* d'une part, et la hiérarchie d'autre part.

Les dynamiques de proximités sociale et organisationnelle sont un indicateur (*i*) de la force de la relation et de la confiance qu'elle engendre lorsqu'elle se maintient dans le temps (Uzzi, 1996 ; Uzzi et Spiro, 2005). L'amitié ou la connaissance réciproque entre deux individus ainsi que les liens entre deux

organisations formalisés dans un cadre contractuel accroîtront la probabilité d'échange de connaissances dans le futur. Au-delà de l'évidence, cette régularité traduit une forte *path dependency* dans la structuration des réseaux qui n'est pas sans importance pour comprendre l'évolution de leurs propriétés structurelles. Dans des environnements stables, leur prédictibilité s'accroît au fur et à mesure qu'ils se constituent, alors que l'aléa et l'incertitude sur les trajectoires possibles demeurent forts dans des environnements naissants sans histoire longue (DiMaggio and Powell, 1983), ou en cas de chocs exogènes sur la structure (Suire et Vicente, 2014).

Ces mêmes dynamiques sont un indicateur (ii) de degré de *clustering* des réseaux. Depuis Simmel (1950) et Granovetter (1985), nombre de travaux ont montré que la distance relationnelle entre deux nœuds était négativement corrélée à la formation d'un lien entre ces deux mêmes nœuds ; avec cette propriété remarquable de fermeture triadique, révélant que deux acteurs ou deux organisations reliés par un intermédiaire commun ont une probabilité forte de construire un lien direct dans les périodes suivantes (Watts et Strogatz, 1998 ; Uzzi et Spiro, 2005, Fleming *et al.*, 2007). Ces résultats sont confortés par l'analyse de Burt (2000), révélant que les liens au sein de fermetures triadiques ont une probabilité de dissolution moins forte que les liens non encastrés dans des triades. Réduction des coûts dans la recherche d'information sur des partenaires alternatifs, confiance et limitation de l'opportunisme sont invoqués comme motif à la formation de ce type de dyades formant triades (Granovetter, 1985 ; Coleman, 1990). Seuls des chocs exogènes une fois encore viennent affaiblir cette propriété, comme la Grande Dépression sur l'évolution des réseaux de l'industrie musicale de Broadway (Uzzi et Spiro, 2005), ou l'éclatement de la bulle Internet sur les réseaux de l'industrie de la téléphonie mobile (Crespo *et al.*, 2016).

Enfin, ces mêmes dynamiques de proximités sociale et organisationnelle sont un indicateur (iii) des motifs de construction, maintien et dissolution des liens qui vont produire les hiérarchies qui peuvent ou non se former au sein des réseaux. Que cela concerne les individus ou les organisations, la propension à former des liens va dépendre fortement et selon les contextes de la position qu'occupent les acteurs dans la distribution des degrés du réseau. Tout comme la propriété de *clustering*, une forme d'additivité a été mise en évidence à plusieurs reprises, faisant du temps long une source d'accroissement des hiérarchies au sein des réseaux (Crespo *et al.*, 2014). Depuis Merton (1968) et Barabasi et Albert (1999), de petites différences de degré de centralité dans l'émergence des réseaux peuvent produire au fil du temps de lourdes hiérarchies. Les acteurs les plus centraux auront une propension plus forte à créer de nouveaux liens de par la préférence de la part des nouveaux entrants d'échanger avec les acteurs dont le statut et la position les rendent plus attractifs. Dans le cas de systèmes régionaux, cela traduit l'existence d'acteurs centraux capables de coordonner un processus systémique d'innovation autour d'une technologie dominante autour de laquelle viendraient se greffer des connaissances complémentaires en vue de mieux jouer des transversalités au niveau régional (Cooke, 2012). La montée en hiérarchie d'un réseau régional se fera au grès de la croissance en maturité des marchés sur lesquels la région construit son avantage (Suire et Vicente, 2014). Néanmoins, des effets de seuil apparaissent dans la montée en hiérarchie des réseaux d'organisations concrets tels les systèmes régionaux d'innovation. Les travaux de Saxenian (1990), puis de Powell *et al.* (2005), montrent qu'en contexte de turbulences économiques, les acteurs peuvent être amenés à privilégier des liens avec des acteurs peu connectés afin de renouveler les connaissances et explorer de nouvelles trajectoires productives. Ainsi la montée en hiérarchie au sein des réseaux régionaux d'innovation pourra présenter des degrés d'assortativité qui évoluent au fil du temps. (Lucena-Piquero et Vicente, 2017). Alors que les proximités sociale et organisationnelle produiront une montée en hiérarchie favorisant l'assortativité des réseaux durant les phases de croissance du cycle des technologies et des marchés ; à l'inverse, elles conduiront à une baisse de l'assortativité dans les phases de maturité et de déclin, sans pour autant remettre en cause les hiérarchies existantes. Comme souligné par Rivera *et al.* (2010) et Crespo *et al.* (2014, 2016), la corrélation entre hiérarchie et assortativité change de sens au grès des cycles.

3.2.3. *Les cercles*

Si des motifs à la création, maintien et dissolution de liens reposent sur des proximités d'attributs (proximité cognitive) et des proximités liées à des formes d'encastrement relationnel (proximités sociale et organisationnelle), d'autres motifs reposent enfin sur l'environnement social et culturel des acteurs (Rivera *et al.*, 2010). Les proximités géographiques et institutionnelles entrent dans cette catégorie. En effet, être géographiquement proches peut accroître les chances de rencontres et de leur maintien indépendamment de l'homophilie cognitive et de la position respective des acteurs dans des réseaux et chaînes relationnelles. De même, partager des règles communes (un cadre juridique), éprouver un sentiment d'appartenance à un cercle (une élite des grandes écoles), constituent des motifs d'attachement préférentiel qui peuvent perdurer au-delà de la stabilité ou de la durée de vie de ces règles et cercles, et sans que quelconques homophilies ou expériences passées de relations n'aient influencé l'échange de connaissances. Ces cercles (Grossetti, 2005), ces règles partagées (Kirat et Lung, 1999 ; Talbot, 2008) ou focus sociaux (Rivera *et al.*, 2010) vont favoriser la confiance et la stabilité des structures relationnelles, pouvant aller jusqu'à renforcer la densité des réseaux et le *clustering*. Mais également, parce qu'ils contraignent l'espace des relations possibles, ils pourront fragiliser la connectivité d'ensemble des réseaux, dès lors qu'ils limitent les opportunités de connections au sein de cercles plus étendus, à l'intersection de systèmes de règles disjoints, ou entre des espaces régionaux distants les uns des autres.

3.3. *Propriétés structurelles des réseaux et proximités : éléments de dynamiques*

Les systèmes régionaux sont donc des macrostructures de réseaux résultant de l'agrégation de liens entre de acteurs. Des macrostructures dont les propriétés évoluent au grès des stratégies de construction, maintien et dissolution de ces mêmes liens. Les motifs derrière ces stratégies résultent de différentes formes de proximités entre les acteurs, différentes formes qui elles-mêmes s'insèrent dans trois logiques distinctes : les attributs, les relations, et l'environnement. Dessiner des trajectoires types de systèmes régionaux d'innovation semble toujours à ce stade aussi hasardeux, ne serait-ce que par la complexité des interactions entre les trois logiques. Difficile en effet d'isoler les effets des uns des autres sans risque de surdéterminisme, et difficile de retirer des lois générales d'une causalité observée en un lieu et une période tant les contingences sont nombreuses. Il ressort néanmoins des régularités exploitables relatives au rôle que peuvent jouer les chocs exogènes et les cycles économiques sur les raisons qui poussent les acteurs à modifier leurs comportements relationnels et modifier ainsi les propriétés des structures de réseaux.

En effet, d'un côté, l'homophilie cognitive, l'encastrement social et l'appartenance aux mêmes cercles vont jouer en faveur d'une forte confiance au sein d'un système régional d'innovation. Cette confiance participera à la structuration d'une action collective en faveur d'une spécialisation régionale, le plus souvent autour de quelques acteurs leaders aux fortes capacités relationnelles, agrégeant et coordonnant les forces autour d'un processus systémique d'innovation permettant à la région d'atteindre une position clef sur les marchés de masse (Suire et Vicente, 2014). Dans ce type de trajectoire, les cercles géographiques et institutionnels vont jouer en faveur d'une forte densité relationnelle, alors que l'homophilie cognitive et l'encastrement social et organisationnel joueront en faveur d'une forte cohésion et stabilité des réseaux par la multiplication de fermetures triadiques (*clustering*), lesquelles viendront verrouiller la trajectoire de spécialisation régionale. Le risque est que cette dynamique de spécialisation se double d'une assortativité croissante des réseaux, lorsque les acteurs les plus centraux auront préférentiellement tendance à se connecter entre eux, laissant de côté les nouveaux entrants à la périphérie, et participant ainsi à des déconnexions au sein des réseaux (voir le troisième réseau de la *figure 1*).

De l'autre côté, ce lock-in technologique peut se transformer, ou non, en lock-in régional (Crespo *et al.*, 2014) dès lors que les conditions de marché changent ou que les marchés entrent en phase de déclin. Les acteurs changent de stratégie relationnelle et les dissolutions de liens peuvent l'emporter sur leur maintien.

La confiance étant réduite par le choc, les proximités sociale et organisationnelle peuvent ne plus jouer leur rôle de stabilisation de la structure d'interactions, les acteurs cherchant à accéder à des connaissances nouvelles pour explorer de nouvelles recombinaisons productives. Si la variété cognitive est présente dans le cercle géographique, de nouveaux liens apparaissent alors localement, réduisant l'assortativité des réseaux. Les acteurs isolés et potentiellement pourvoyeurs de connaissances nouvelles viennent se connecter plus fortement que par le passé au cœur du réseau régional, pouvant aller jusqu'à en modifier profondément la structure en même temps qu'émergent de nouvelles spécialisations (voir le deuxième réseau de la *figure 1*). A l'inverse, en l'absence de variété cognitive, les acteurs se retrouvent dans l'incapacité d'explorer localement de nouveaux liens, fragilisant la cohésion d'ensemble du réseau régional du fait des difficultés à redéployer les compétences locales vers de nouveaux marchés. Les acteurs peuvent être alors amenés à dépasser le cercle géographique par d'autres formes de proximité temporaire (Torre, 2008) pour pallier au déficit d'opportunités locales de nouvelles rencontres productives, mais avec la difficulté de ne pas parvenir à recréer une cohésion locale suffisamment forte pour verrouiller à terme une nouvelle trajectoire technologique.

On le voit, les proximités, qu'elles concernent les attributs, les relations, ou les cercles, ne peuvent jouer de façon univoque. La proximité cognitive comme facteur de création de liens pourra jouer positivement en contexte de croissance des marchés et devenir un facteur de blocage si les liens se maintiennent en contexte de crise. Les proximités sociales et organisationnelles permettront d'assurer confiance et sécurisation du processus d'intégration technologique, mais se transformeront en potentiel facteur de blocage en confortant une trop forte assortativité des réseaux en cas de nécessité de redéploiement des compétences. Enfin, les proximités géographique et institutionnelle, parce qu'elles facilitent les rencontres et leur maintien dans le temps, vont venir limiter l'ouverture et la connectivité des réseaux au sein de cercles plus larges géographiquement et culturellement, au sein desquels peuvent se trouver de nouvelles opportunités de rencontres.

4. Perspectives de recherche sur l'analyse micro-fondée du changement structurel dans les régions

L'analyse précédente montre que s'il n'est pas possible de dresser des trajectoires régionales types liés à l'évolution des structures de réseaux, il demeure néanmoins possible de faire le lien entre les approches micro et macro des dynamiques de proximité et ainsi mieux caractériser que par le passé les motifs micro-économiques qui sont à l'origine des changements structurels au sein des régions. Par là-même, s'offrent de nouvelles grilles de lecture pour approfondir un certain nombre de processus à l'œuvre dans les régions, ou mieux saisir encore les déterminants des politiques publiques développées pour les soutenir. Parmi eux, trois thèmes sont aujourd'hui centraux et ont récemment connu un large intérêt dans la communauté académique de science régionale. (i) Le thème de la résilience régionale (Simmie et Martin, 2010). (ii) Celui de la « smart specialisation », aujourd'hui central dans l'agenda européen des politiques d'innovation (McCann et Ortega-Argilés, 2015). (iii) Enfin celui des politiques de clusters, et les formes d'incitation à l'innovation qui leur sont généralement associées (Uyarra et Ramlogan, 2012).

4.1. Proximités, propriétés structurelles des réseaux d'innovation et résilience régionale

Simmie et Martin (2010), Bristow et Healy (2014), Crespo *et al.* (2014) et Boschma (2015) ont posé les bases des mécanismes sous-jacents aux propriétés de résilience des régions. Plus qu'une simple capacité d'adaptation à des chocs exogènes permettant un retour à un équilibre, ces travaux ont étudié la capacité endogène des régions à contenir des crises et retrouver des cycles de croissance. Pour Simmie et Martin (2010), les capacités de résilience régionale sont une fonction de la capacité des acteurs à recombinaison les connaissances accumulées localement vers de nouveaux marchés. Pour Bristow et Healy (2014),

l'agencement institutionnel, entendu comme la façon dont les acteurs institutionnels se coordonnent dans l'anticipation, la réaction et la transformation pour explorer les voies de sortie de crise, est un facteur important de la capacité de résilience régionale. Il ne peut, selon les auteurs, y avoir de façon unique de sortir de la crise, mais des façons contextualisées, dépendantes de la culture institutionnelle et de la structuration des réseaux d'acteurs historiquement constitués. Pour Crespo *et al.* (2014), les capacités régionales de résilience sont étroitement fonction des propriétés structurelles des réseaux. Ils s'intéressent en particulier aux propriétés qui permettent aux réseaux d'innovation localisés de combiner l'exploitation sur des marchés matures avec l'exploration sur des marchés émergents. Enfin, Boschma (2015) montre que la capacité de résilience régionale repose sur le potentiel régional de diversification, et sur la façon dont dynamique des réseaux et dynamique des institutions viennent concrétiser ce potentiel.

Chacune de ces approches contient à différents degrés d'explicitation des éléments d'analyse développés précédemment s'agissant de la perspective d'un cadre unifié des dynamiques de proximité articulant décisions micro-économiques et propriétés structurelles des systèmes régionaux. Les trajectoires régionales ne s'apparentent pas à des dynamiques de spécialisation sans fin ni même à des sauts aléatoires d'un domaine de spécialisation à un autre. Chaque vague de spécialisation régionale peut contenir la force de la vague suivante dès lors que la volonté des acteurs de réagir à des chocs les pousse à chercher des nouvelles opportunités productives dans leur cercle géographique. La diversification et l'émergence de nouveaux marchés pourront ainsi résulter de la capacité des acteurs à modifier les structures de réseaux qui ont conduit à la stabilité du système régional. Ce dernier ne répondant plus aux impératifs des marchés, les acteurs devront s'appuyer sur les cercles géographiques et institutionnels pour construire collectivement de nouvelles formes d'encastrement favorisant plus les ouvertures que les fermetures sociale et organisationnelle, et en privilégiant l'exploration de liens entre des acteurs cognitivement plus distants que ceux qui pouvaient prévaloir durant la phase de stabilité des marchés. Sans diversité cognitive, et sans volonté des acteurs les plus centraux de sortir de l'assortativité relationnelle des réseaux dans lesquels ils sont encastrés, un tel processus de résilience ne peut avoir lieu. Une redistribution des liens entre les acteurs les plus centraux et les acteurs faiblement encastrés mais pourvoyeurs de connaissances nouvelles apparaît alors comme une source de maintien de la trajectoire de développement, favorisant un redéploiement des connaissances ancrées historiquement vers de nouvelles opportunités de marchés. Ces redistributions des liens peuvent parfois « naturellement » s'opérer, comme l'a montré Saxenian (1990) dans le cadre de la courte crise qu'a connue la Silicon Valley dans les années 1980 au moment de la baisse de compétitivité des semi-conducteurs californiens. Elles peuvent cependant ne pas fonctionner, mêmes poussées par des incitations publiques, comme l'ont remarquablement bien montré Cho and Hassink (2009) dans le cadre de l'industrie textile à Daegu en Corée du Sud. Dans ce dernier cas, de forts clientélisme et conservatisme ont bloqué toute entrées d'acteurs locaux pourvoyeurs de connaissances complémentaires (design, machines, ..) dans le cœur historique et fortement cohésif du système régional, réduisant à néant les perspectives de redéploiement des compétences locales vers de nouveaux marchés.

4.2. Proximités et smart specialization

Les politiques de smart specialization promues par les instances européennes sont aujourd'hui au cœur des nouvelles formes d'incitations publiques à l'innovation au sein des régions (McCann et Ortega-Argilés, 2015). Dans leurs soubassements théoriques, on retrouve des éléments de dynamiques spatiales et industrielles largement développées précédemment par les travaux sur les dynamiques de proximité. L'originalité de ce type d'approche des incitations publiques réside d'une part dans la reconnaissance d'une contextualisation des actions à mener pour favoriser l'innovation dans chacune des régions européennes. On s'éloigne alors des approches « one size fits all » des politiques régionales. D'autre part, l'originalité repose sur une acception particulière de la spécialisation, qui ne fait pas directement référence à un secteur ou une industrie, mais à un « domaine » potentiellement transversal à différents marchés

(Foray *et al.*, 2011), conduisant certains auteurs parmi la communauté académique à préférer le concept de « specialized diversification » (Boschma et Gianelle, 2014).

L'élaboration d'un cadre articulant les micro-fondations des proximités et les propriétés structurelles des systèmes régionaux peut ici aussi être utile à la construction d'un cadre d'analyse et d'études, voire d'évaluation, des politiques de smart specialization. En effet, on retrouve ces articulations au cœur des mécanismes et schémas d'incitation développés dans le design de ces politiques. McCann et Ortega-Argilés (2015) insistent sur le concept de « connectedness » (Connectivité). Derrière ce concept réside l'idée de favoriser une diversification des marchés qui soit non aléatoire mais orientée autour des cœurs de compétences transversales historiquement constitués dans les régions. Il s'agit de construire de nouvelles incitations qui brisent les frontières industrielles et activent des complémentarités non encore exploitées, desquelles pourraient émerger de nouvelles spécialisations. On voit alors l'importance de travailler sur des incitations collaboratives qui déforment les réseaux lorsque ces derniers ont eu tendance par le passé à se diviser en différentes composantes non reliées entre elles, chacune de ses composantes présentant des forts degrés de cohésion, de densité, et d'homophilie cognitive. De plus, comme également souligné par McCann et Ortega-Argilés (2015), de telles incitations ne peuvent fonctionner que si elles parviennent à briser les cercles d'élites locales qui capturent une rente au détriment de l'exploration de nouveaux marchés. Les propriétés structurelles des réseaux, et en particulier leur degré d'assortativité, permettent alors, parallèlement à la cartographie des compétences locales, de mener des diagnostics pertinents au regard des blocages que pourront présenter certaines régions en matière de potentiel de diversification. Enfin, comme souligné par Balland *et al.* (2018), une politique de smart specialization, parce qu'elle s'appuie sur des potentiels de nouvelles combinaisons de connaissances, ne pourront avoir les mêmes effets sur la croissance régionale selon le profil des régions. En effet, dès lors que la valeur ajoutée de la diversification est corrélée au degré de complexité des produits, seules les régions les plus denses présenteront des degrés de variété cognitive suffisamment élevés pour atteindre des marchés pourvoyeurs de technologies complexes. Les régions périphériques, au degré de variété cognitive plus faible, et ce indépendamment de leur capacité à structurer les réseaux, prendront le risque de se voir reléguer sur des marchés reposant sur des technologies moins complexes et au potentiel de valeur ajoutée plus faible. Une politique de smart specialization consiste donc à identifier les leviers individuels et collectifs d'une meilleure structuration des réseaux favorisant connectivité et coordination (hiérarchie), ouverture cognitive et relationnelle (faible assortativité), et déverrouillage institutionnel des cercles d'élites, afin de favoriser la montée en complexité des produits.

4.3. Proximité, défaillances de réseaux et politiques des clusters

Les politiques de clusters ont connu en engouement important, en Europe en particulier, depuis le début des années 2000 (Uyarra et Ramlogan, 2012 ; Vicente, 2016). Elles s'appuient sur la reconnaissance, parallèlement aux défaillances de marché, de défaillances systémiques (Woolthuis *et al.*, 2005 ; Pisani-Ferry, 2016) et de défaillances de réseaux (Nishimura et Okamuro, 2011 ; Vicente, 2017) dans la capacité des régions et des nations à produire des innovations. Les politiques de clusters reposent donc pour l'essentiel sur des incitations collaboratives visant à densifier les réseaux régionaux afin de mieux jouer des complémentarités locales entre les firmes, et entre les firmes et les universités. Elles se développent le plus souvent au niveau national, sous forme d'un processus de sélection prenant la forme d'une distribution de vecteurs à deux dimensions [Une Région/Un domaine technologique]. Ces politiques visent donc à sélectionner les régions selon leur excellence technologique afin de les rendre plus performantes encore (Fontagné *et al.*, 2013), à l'aide d'un soutien public à la constitution de réseaux d'innovation.

De nombreuses évaluations ont été menées sur différentes politiques de clusters en Europe et ailleurs de par le monde, donnant des résultats très contradictoires d'une évaluation à l'autre (Falck *et al.*, 2010 ; Martin *et al.*, 2011 ; Nishimura et Okamuro, 2011 ; Brossard et Moussa, 2014), si bien qu'une large part

de la littérature en est venue à critiquer fortement ce type de politiques d'innovation et remettre en cause leur rôle, du fait des effets d'aubaine et du faible rendement de la dépense publique (Duranton, 2011). Néanmoins, faut-il jeter le bébé avec l'eau du bain ? En effet, l'essentiel de ces évaluations cherche à mesurer le rendement de ces incitations de nature collaborative sur les outputs régionaux (brevets, emploi, exportations) à l'aide de régressions dont sont absentes toutes variables relatives à l'objet même de la politique mise en œuvre : la structuration des réseaux. Le cadre d'analyse développé dans cet article pourrait permettre de lever les contradictions soulevées par les différentes évaluations. En effet, ce n'est pas tant l'existence de réseaux au sein des régions qui favorise la performance régionale à l'innovation que les propriétés mêmes de ces réseaux. Certains réseaux, nous l'avons vu, peuvent générer du conformisme et bloquer la dynamique de diversification (forte assortativité, homophilie cognitive). De plus, certaines propriétés de réseaux seront d'autant plus propices à l'innovation que l'on se situe sur une phase particulière du cycle de vie des technologies (Brenner et Schlump, 2011 ; Crespo et *al.*, 2014). Intégrer des éléments du cadre d'analyse articulant les trajectoires de développement aux micro-motifs relatifs aux attributs cognitifs, à l'encastrement social et organisationnel, et aux cercles géographiques et institutionnels, devrait permettre de mieux évaluer le rôle que joue l'acteur public dans la structuration des réseaux d'innovation au sein des clusters. En guise d'exemple, l'acteur public peut être amené à favoriser l'assortativité des réseaux, lorsque, ne souhaitant pas absorber une part du risque, il sélectionne et soutient les acteurs les plus connectés du cœur du réseau, au détriment des nouveaux entrants, alors même que le cluster opère sur des technologies matures, et que le renforcement des processus d'encastrement social et organisationnel viendra alors limiter le nécessaire processus de diversification. A l'inverse, il peut être amené à soutenir à l'excès les collaborations entre acteurs peu connectés entre eux, alors même que le cluster pêche avant tout par un manque de centralisation dans la coordination du processus d'innovation. Les défaillances de réseaux ne sont donc pas seulement associées à leur densité, mais à des propriétés plus complexes et contextuelles au regard du cycle de vie des marchés. Contexte et complexité que l'acteur public doit être en mesure d'appréhender pour garantir un rendement plus élevé de la dépense publique en faveur de la structuration des réseaux au sein des clusters (Suire et Vicente, 2015).

5. Conclusion

Avancer dans la définition d'un cadre d'analyse de l'articulation entre les décisions micro de coordination et les trajectoires de développement des régions était l'objectif de cette contribution. La proposition faite et étudiée ici repose sur le rôle charnière des propriétés structurelles des réseaux qui constituent l'architecture des systèmes régionaux d'innovation. D'une part, ces réseaux résultent de décisions individuelles de formation, maintien et dissolution de lien dépendantes de différentes formes de proximités. D'autre part, ces réseaux exhibent des propriétés agrégées pouvant être mises en lien avec différents types de trajectoire régionale, permettant ainsi d'approfondir l'analyse des déterminants du changement structurel au sein des régions.

Un tel cadre d'analyse reste encore à approfondir. Mais à ce stade, plusieurs enseignements peuvent en être tirés. (i) Capturer le rôle que jouent les proximités sur la formation des dyades requiert de distinguer les proximités qui se réfèrent aux attributs des acteurs, à leur encastrement dans des structures d'interactions, et aux cercles et environnements dans lesquels les acteurs sont insérés. Ces registres sont clairement distincts du point de vue des facteurs qui motivent ou non les acteurs à former des liens. Ils constituent trois échelles qui interagissent ensemble plutôt qu'elles ne se substituent les unes aux autres. (ii) les dynamiques de dyades au sein d'un système régional façonnent la structuration des réseaux. Il en résulte des propriétés structurelles qui dessinent des architectures régionales, lesquelles donnent des indications sur les dynamiques régionales à l'œuvre. (iii) Il n'est pas possible, ni même pertinent, de faire émerger des propriétés de structure qui seraient « universellement » efficaces. (iv) A l'inverse, il est possible, et pertinent, de repérer des défaillances de structures au regard des capacités des régions à

répondre à des chocs ; tout comme il est possible, et pertinent, d'associer des évolutions de structures de réseaux au positionnement des régions le long du cycle de vie des technologies et des marchés.

Ces quelques enseignements peuvent constituer des pistes de recherche à approfondir, aussi bien qu'un cadre en mouvement pouvant servir à améliorer les protocoles de recherches empiriques de l'analyse des facteurs du changement structurel au sein des régions.

6. Bibliographie

Ahuja, G., Polidoro, F., Mitchell, W. (2009). Structural homophily or social asymmetry? The formation of alliances by poorly embedded firms. *Strategic Management Journal* 30(9): 941-958.

Ahuja, G., Soda, G., Zaheer, A. (2012). The genesis and dynamics of organizational networks. *Organization Science* 23(2): 434-448.

Antonelli, C. (2006). The business governance of localized knowledge: An information economics approach for the economics of knowledge. *Industry & Innovation* 13(3): 227-261.

Balland, P.A. (2012). Proximity and the evolution of collaboration networks: Evidence from research and development projects within the global navigation satellite system (GNSS) industry ». *Regional Studies* 46(6): 741-756.

Balland, P.A., Suire, R., Vicente, J. (2013). Structural and geographical patterns of knowledge networks in emerging technological standards: evidence from the European GNSS industry. *Economics of Innovation and New Technology* 22(1): 47-72.

Balland, P.A., Boschma, R., Frenken, K. (2015). Proximity and innovation: From statics to dynamics. *Regional Studies* 49(6): 907-920.

Balland, P.A., Boschma, R., Crespo, J., Rigby, D. (2018). Smart specialization policy in the EU: Relatedness, knowledge complexity and regional diversification. *Regional Studies*. A paraître.

Barabási A.L., Albert, R. (1999). Emergence of scaling in random networks. *Science* 286(5439): 509-512.

Bellet, M., Colletis, G., Lung, Y. (Eds) (1993). Économie de proximités. *Revue d'Economie Régionale et Urbaine*, numéro spécial, 3.

Boschma, R. (2005). Proximity and innovation: A critical assessment. *Regional Studies* 39(1): 61-74.

Boschma, R. (2015). Towards an evolutionary perspective on regional resilience. *Regional Studies* 49(5): 733-751.

Boschma, R. (2017). Relatedness as driver of regional diversification: a research agenda. *Regional Studies* 51(3): 351-364.

Boschma, R., Gianelle, C. (2014). Regional branching and smart specialization policy. JCR Technical Report. Luxembourg: European Commission.

Boschma, R., Minondo, A., Navarro, M. (2013). The emergence of new industries at the regional level in Spain: a proximity approach based on product relatedness. *Economic Geography* 89(1): 29-51.

Boschma, R., frenken, K. (2010). The spatial evolution of innovation networks. A proximity perspective. In: Boschma, R., Martin, R. (eds). *Evolutionary Economic Geography*. Edward Elgar. Cheltenham UK.

Bouba-Olga, O., Grossetti, M. (2008). Socio-économie de proximité. *Revue d'Economie Régionale et Urbaine* 3: 311-328.

Brenner, T., Schlump, C. (2011). Policy measures and their effects in the different phases of the cluster life cycle. *Regional Studies* 45(10): 1363-1386.

Breschi, S., Lissoni, F. (2001). Knowledge spillovers and local innovation systems: a critical survey. *Industrial and Corporate Change* 10(4): 975-1005.

- Breschi, S. Lenzi, C. (2015). The Role of External Linkages and Gatekeepers for the Renewal and Expansion of US Cities' Knowledge Base, 1990–2004. *Regional Studies* 49(5): 782-797.
- Bristow, G., Healy, A. (2014). Regional resilience: an agency perspective. *Regional Studies* 48(5): 923-935.
- Brossard, O., Moussa, I. (2014). The French cluster policy put to the test with differences-in-differences estimates. *Economics Bulletin* 34(1): 520-529.
- Burt, R.S. (2000). Decay functions. *Social Networks* 22(1): 1-28.
- Carrincazeaux, C., Lung, Y., Vicente, J. (2008). The scientific trajectory of the French school of proximity: Interaction and institution-based approaches to regional innovation systems. *European Planning Studies* 16(5): 617-628.
- Cho, M., Hassink, R. (2009). Limits to locking-out through restructuring: the textile industry in Daegu, South Korea. *Regional Studies* 43(9): 1183-1198.
- Coleman, J.S. (1988). Social capital in the creation of human capital. *American Journal of Sociology* 94: 95-120.
- Coleman, J.S. (1990). *Foundations of social theory*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Colletis, G., Gilly, J.P., Leroux, I., Pecqueur, B., Perrat, J., Rychen, F., Zimmermann, J.B. (1999). Construction territoriale et dynamiques productives. *Sciences de la société* 48 : 25-46.
- Cooke, P. (2012). Relatedness, transversality and public policy in innovative regions. *European Planning Studies* 20(11): 1889-1907.
- Crespo, J., Vicente, J. (2016). Proximity and distance in knowledge relationships: from micro to structural considerations based on territorial knowledge dynamics (TKDs). *Regional Studies* 50(2): 202-219.
- Crespo, J., Suire, R., Vicente, J. (2014). Lock-in or lock-out? How structural properties of knowledge networks affect regional resilience. *Journal of Economic Geography* 14(1): 199-219.
- Crespo, J., Suire, R., Vicente, J., (2016). Network structural properties for cluster long run dynamics: Evidence from collaborative R&D networks in the European mobile phone industry. *Industrial and Corporate Change* 25(2): 261-282.
- Dalla Pria, Y., Vicente, J. (2006). Interactions mimétiques et identité collective: gloire et déclin du Silicon Sentier. *Revue Française de Sociologie* 47(2) : 293-317.
- DiMaggio, P.J., Powell, W.W. (1983). The Iron Cage revisited: Institutional isomorphism and collective rationality in organizational fields. *American Sociological Review* 48(2): 147-160.
- Durantón, G. (2011). 'California Dreamin': The Feeble Case for Cluster Policies. *Review of Economic Analysis* 3(1): 3-45.
- Falck, O., Heblich, S., Kipar, S. (2010). Industrial Innovation: Direct Evidence from a Cluster-Oriented Policy. *Regional Science and Urban Economics* 40(6): 574-582.
- Fleming, L., King, C., Juda, A.I. (2007). Small worlds and regional innovation. *Organization Science* 18(6): 938-954.
- Fontagné, L., Koenig, P., Mayneris, F., Poncet, S. (2013). Cluster policies and firm selection: Evidence from France. *Journal of Regional Science* 53(5): 897-922.
- Foray, D., David, P.A., Hall, B.H. (2011). Smart specialization. From academic idea to political instrument, the surprising career of a concept and the difficulties involved in its implementation. MTEI-working paper. Lausanne.
- Granovetter, M. (1985). Economic action and social structure: The problem of embeddedness. *American Journal of Sociology* 91(3): 481-510.
- Grossetti, M. (2005). Where do social relations come from?: A study of personal networks in the Toulouse area of France. *Social Networks* 27(4): 289-300.
- Grossetti, M. (2008). Proximities and embedding effects. *European Planning Studies* 16(5): 629-642.

- Hidalgo, C.A., Klinger, B., Barabási, A.L., Hausmann, R. (2007). The product space conditions the development of nations. *Science* 317: 482-487.
- Kirat, T., Lung, Y. (1999). Innovation and proximity: Territories as loci of collective learning processes. *European Urban and Regional Studies* 6(1): 27-38.
- Kirman, A. (1992). Whom or what does the representative individual represent? *Journal of Economic Perspectives* 6(2): 117-136.
- Lucena-Piquero, D., Vicente, J. (2017). The visible hand of cluster policy makers: An analysis of Aerospace Valley (2006-2015) using a place-based network methodology. *Papers in Evolutionary Economic Geography*. #17.23. University of Utrecht.
- Markusen, A. (1996). Sticky places in slippery space: a typology of industrial districts. *Economic Geography* 72(3): 293-313.
- Martin, P., Mayer, T., Mayneris, F. (2011). Spatial Concentration and Plant-Level Productivity in France. *Journal of Urban Economics* 69(2): 182-195.
- McCann, P., Ortega-Argilés, R. (2015). Smart Specialization, regional growth and applications to European Union cohesion policy. *Regional Studies* 49(8): 1291-1302.
- Merton, R.K. (1968). The Matthew effect in science. *Science* 159: 56-63.
- Morrison, A. (2008). Gatekeepers of knowledge within industrial districts: who they are, how they interact. *Regional Studies* 42(6): 817-835.
- Newman, M., Barabási, A., Watts, D.J. (2006). *The Structure and Dynamics of Networks*. Princeton University Press, Princeton USA.
- Nishimura, J., Okamuro, H. (2011). Subsidy and networking: The effects of direct and indirect support programs of the cluster policy. *Research Policy* 40(5): 714-727.
- Pecqueur, B., Zimmermann, J.B. (Eds) (2004). *Économie de proximités*, Paris, Hermes Science Publications.
- Pisani-Ferry, J. (2016). *Quinze ans de politiques d'innovation en France*. Rapport technique, France Stratégie. Paris.
- Powell, W.W., White, D.R., Koput, K.W., Owen-Smith, J. (2005). Network dynamics and field evolution: The growth of interorganizational collaboration in the life sciences. *American Journal of Sociology* 110(4): 1132-1205.
- Rallet, A., Torre, A. (Eds) (1995). *Économie industrielle et économie spatiale*. Paris, Economica.
- Rivera, M.T., Soderstrom, S.S., Uzzi, B. (2010). Dynamics of dyads in social networks: assortative, relational and proximity mechanisms. *Annual Review of Sociology* 36 : 91-115.
- Rychen, F., Zimmermann, J.B. (2008). Clusters in the global knowledge-based economy: knowledge gatekeepers and temporary proximity. *Regional Studies* 42(6): 767-776.
- Saxenian, A.L. (1990). Regional networks and the resurgence of Silicon Valley. *California Management Review* 33(10): 89-112.
- Simmel, G. (1950). *The sociology of Georg Simmel*. New-York: Free Press.
- Simmie, J., Martin, R. (2010). Regional economic resilience: Towards an evolutionary approach. *Cambridge Journal of Regions, Economy and Society* 3(1): 29-51.
- Storper, M., Harrison, B. (1991). Flexibility, hierarchy and regional development: the changing structure of industrial production systems and their forms of governance in the 1990s. *Research Policy* 20 (5): 407-422.
- Suire, R., Vicente, J. (2014). Clusters for life or life cycles of clusters: In search for the critical factors of clusters resilience. *Entrepreneurship and Regional Development* 26 (1-2): 142-164.
- Suire, R., Vicente, J., (2015). Récents enseignements de la théorie des réseaux en faveur de la politique et du management des clusters. *Revue d'Economie Industrielle* 152: 91-119.
- Talbot D. (2008). Les Institutions créatrices de proximités. *Revue d'Economie Régionale et Urbaine* 3: 289-310.

- Ter Wal A.L.J., Boschma, R. (2009). Applying social network analysis in economic geography: Framing some key analytic issues. *The Annals of Regional Science* 43(33): 739-756.
- Torre, A. (2008). On the role played by temporary geographical proximity in knowledge transfer. *Regional Studies* 42(6): 69-889.
- Torre, A., Gilly, J.P. (2000). On the analytical dimension of proximity dynamics. *Regional Studies* 34(2): 169-180.
- Uyarra, E., Ramlogan, R. (2012). Cluster policy: A review of the evidence. *NESTA Working Paper*.
- Uzzi, B. (1996). The sources and consequences of embeddedness for the economic performance of organizations: The network effect. *American Sociological Review* 61(4): 674-698.
- Uzzi, B., Spiro, J. (2005). Collaboration and creativity: The small world problem. *American Journal of Sociology* 111 (2): 447-504.
- Vicente, J. (1999). Interactions et diversité spatiale des modes de coordination: quelques repères. *Revue d'Economie Régionale et Urbaine* 4: 827-850.
- Vicente, J. (2016). *Economie des clusters*. Paris: Repères, La Découverte.
- Vicente, J. (2017). Network failures and policy challenges along the life cycle of clusters. In Fornahl, D., Hassink, R. (Eds), *The Life Cycle of Clusters: A Policy Perspective*. Edward Elgar, Cheltenham UK.
- Vicente, J., Dalla Pria, Y., Suire, R. (2007). The ambivalent role of mimetic behavior in proximity dynamics: evidence from the French 'Silicon Sentier'. In Surinach, J. et al. (Eds). *Knowledge externalities, innovation clusters and regional development*. Edward Elgar, Cheltenham UK.
- Vicente, J., Balland, P.A., Brossard, O. (2011). Getting into networks and clusters: evidence from the Midi-Pyrenean GNSS collaboration network. *Regional Studies* 45 (8): 1059-1078.
- Watts, D.J. (2004). The "new" science of networks. *Annual Review of Sociology* 30 : 243-270
- Watts, D.J. Strogatz, S.H. (1998). Collective dynamics of 'small-world' networks. *Nature* 393(6684): 440-442.
- Woolthuis, R.K., Lankhuizen, M., Gilsing, V. (2005). A system failure framework of innovation policy design. *Technovation* 25(6): 609-619.
- Zimmermann, J.B. (2002). Grappes d'entreprises et petits mondes: Une affaire de proximités. *Revue économique* 53(3): 517-524.