



HAL
open science

Les réseaux dans le temps et dans l'espace

Laurent Beauguitte

► **To cite this version:**

Laurent Beauguitte (Dir.). Les réseaux dans le temps et dans l'espace : Actes de la deuxième journée d'études du groupe fmr. 2013. halshs-00869371

HAL Id: halshs-00869371

<https://shs.hal.science/halshs-00869371>

Submitted on 3 Oct 2013

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

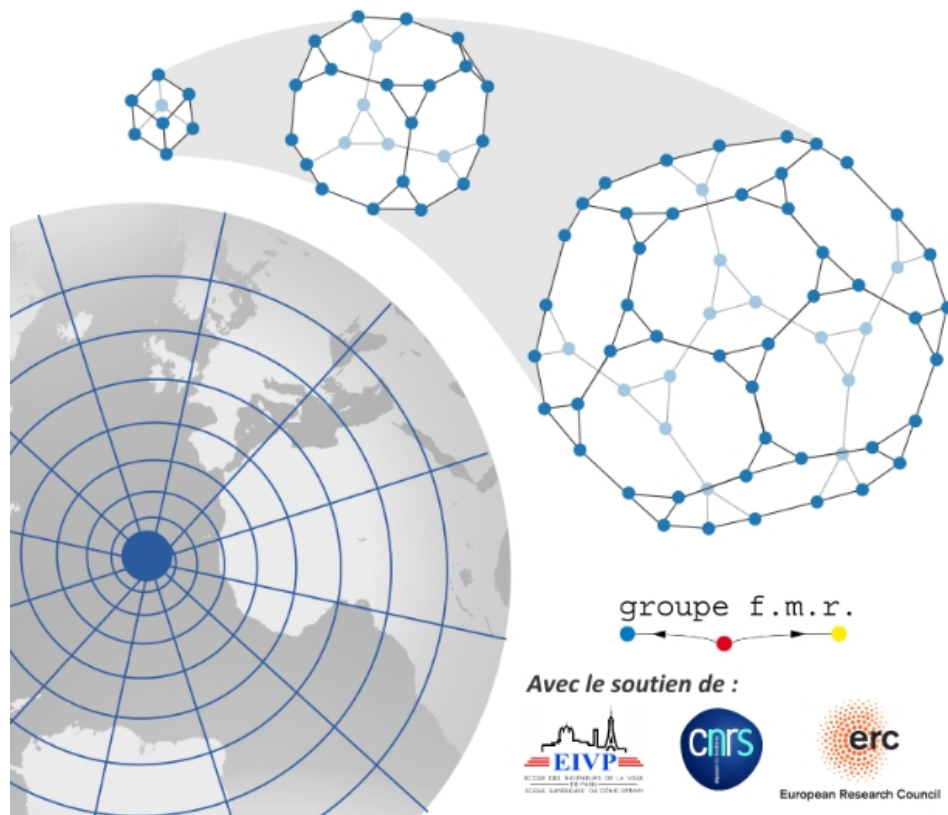


Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial 4.0 International License

Les réseaux dans le temps et dans l'espace

Actes de la deuxième journée d'étude du groupe fmr

coordonnés par Laurent Beauguitte



Paris, 19 septembre 2013

Cette journée d'études a été rendue possible grâce au soutien de l'École d'ingénieurs de la ville de Paris, du CNRS et de l'*European Research Council*. Le groupe fmr tient à remercier également l'UMR Géographie-cités, Claire Lemercier et la revue *Netcom* pour leurs soutiens.

Comité scientifique : Françoise Bahoken, Laurent Beauguitte, Matthieu Drevelle, César Ducruet, Serge Lhomme et Marion Maisonobe

Coordinateur : Laurent Beauguitte

Pour citer cette publication :

Laurent Beauguitte (coord.), 2013, *Les réseaux dans le temps et dans l'espace*, Paris, Actes de la deuxième journée d'études du groupe fmr (flux, matrices, réseaux), <http://halshs.archives-ouvertes.fr/FMR/>.

Table des matières

Programme de la journée	5
Résumés	7
Abstracts	13
Actes	19
D. Florentin, Réduire pour durer. Surdimensionnement et transformation infrastructurelle : les réseaux techniques face aux défis des consommations diminuées	19
É. Polge, Dynamiques de proximité dans les réseaux socio-économiques territoriaux	31
P. Bonnin et S. Douady, Analyse et modélisation de la morphogénèse du réseau des rues	47
M. Watteaux, L'analyse archéogéographique des réseaux routiers dans la longue durée	74
A. Grandclement, Les dynamiques spatiales des réseaux d'innovation : articuler réseaux d'acteurs et réseaux de lieux	101
J. Brailly, G. Favre et E. Lazega, Temps et espace : l'impact de la colocalisation temporaire des acteurs sur la morphologie de l'espace marchand. Une approche multiniveau	120
G. Garrote, Entre franchissement et enfermement : pluralité et variabilité de configuration des réseaux notabiliaires territorialisés	143
V. Rebolledo-Dhuin, Les réseaux financiers de quartier dans la librairie parisienne au XIX ^e siècle. Support et révélateur de la mobilité sociale et professionnelle	162
A. Barrat, C. Bidart et Q. Grossetti, Des liens et des lieux : évolution des profils de spatialisation des réseaux personnels au moment de l'entrée dans la vie adulte	192

R. Louf, P. Jensen et M. Barthelemy, Évolution temporelle des réseaux spatiaux : une approche coût-bénéfice	215
B. Lefebvre, Les chaînes hospitalières en Inde. Quels modèles pour approcher la diffusion spatiale de ces réseaux de soins?	230
T. Démare, C. Bertelle, A. Dutot et L. Lévêque, Interface maritime et interface métropolitaine : vers la modélisation de l'axe Seine par les réseaux	249
Bibliographie	284
Liste des figures	288
Liste des tableaux	289
Auteur-e-s	290

Programme de la journée d'études

Introduction par Laurent Beauguitte

Première session : **Réseaux spatiaux socio-techniques**, animée par Serge Lhomme

Daniel Florentin, *Réduire pour durer. Surdimensionnement et transformation infrastructurelle : les réseaux techniques face aux défis des consommations diminuées (eau, assainissement, chaleur urbaine)*

Étienne Polge, *Dynamiques de proximité dans les réseaux socio-économiques territoriaux*

Philippe Bonnin et Stéphane Douady, *Analyse et modélisation de la morphogénèse du réseau des rues*

Magali Watteaux¹, *L'analyse des réseaux routiers dans la longue durée. Nouvelles approches méthodologique et conceptuelle*

Deuxième session : **Réseaux et économie**, animée par Marion Maisonobe

Antoine Grandclement, *Les dynamiques spatiales des réseaux d'innovation : articuler réseaux d'acteurs et réseaux de lieux*

Julien Brailly, Guillaume Favre et Emmanuel Lazega, *Temps et espace : l'impact de la colocalisation temporaire des acteurs sur la morphologie de l'espace marchand*

Gabriel Garrotte, *Entre franchissement et enfermement : pluralité et variabilité de configuration des réseaux notabiliaires territorialisés*

Viera Rebolledo-Dhuin, *Les réseaux financiers de quartier dans la librairie parisienne au XIX^e siècle. Support et révélateur de la mobilité sociale et professionnelle*

Troisième session : **Modéliser les réseaux**, animée par César Ducruet

Alain Barrat, Claire Bidart et Quentin Grossetti, *Évolution des profils de spatialisation des réseaux personnels au moment de l'entrée dans la vie adulte*

Rémi Louf, Pablo Jensen et Marc Barthelemy, *Évolution temporelle des réseaux spatiaux : une approche coûts-bénéfices*

1. L'intervenante n'a pu être présente lors de la journée d'études.

Bertrand Lefebvre, *La diffusion des chaînes hospitalières en Inde : Quels modèles spatiaux pour approcher la formation de ces nouveaux réseaux de soins ?*

Cyrille Bertelle, Thibaut Démare, Antoine Dutot et Laurent Lévêque, *Interface maritime et interface métropolitaine : vers la modélisation de l'axe Seine par les réseaux*

Conclusion par Françoise Bahoken et Matthieu Drevelle

Résumés et mots clés

Daniel FLORENTIN, *Réduire pour durer. Surdimensionnement et transformation infrastructurelle : les réseaux techniques face aux défis des consommations diminuées (eau, assainissement, chaleur urbaine)*

Résumé : Depuis une vingtaine d'années, les réseaux techniques européens, qu'il s'agisse des réseaux d'eau, d'assainissement ou de chaleur, sont souvent présentés comme en crise. D'un côté, les mouvements de libéralisation de l'économie des réseaux conduisent à une fragmentation territoriale accrue ; de l'autre, les réseaux techniques de la plupart des villes européennes se voient confrontés à un défi imprévu, celui de la diminution continue des consommations d'eau, d'eaux usées et de chaleur urbaine. Ce problème du surdimensionnement s'explique aussi bien par les processus de désindustrialisation et de déclin démographique que par des innovations techniques et des changements de comportement de consommation. Il entre cependant en contradiction avec l'un des principes de développement du réseau qui postule sa croissance continue comme gage de performance. Face à ce défi, les opérateurs des réseaux techniques sont obligés de s'adapter, et sont amenés à transformer leurs réseaux. C'est cette transformation que nous chercherons à modéliser qualitativement, pour montrer notamment les changements territoriaux occasionnés, mais également la transformation de l'objet réseau lui-même.

Mots clés : *shrinking networks*, surdimensionnement, Allemagne, stratégies d'entreprises, reterritorialisation, modèle

Étienne POLGE, *Dynamiques de proximité dans les réseaux socio-économiques territoriaux. Le cas des Arrangement Productif Locaux dans les territoires ruraux d'Amazonie brésilienne*

Résumé : Dans cet article, nous montrons comment une analyse fine des dynamiques des réseaux sociaux et sa lecture en termes de proximités peuvent être mobilisées et articulées pour étudier les processus de développement économique local. Cette approche, mobilisée dans une étude de cas sur un territoire d'action publique en Amazonie brésilienne, permet de mettre en avant l'impact d'un dispositif d'appui aux filières agricoles structuré autour des arrangements productifs locaux sur les réseaux socio-économiques locaux.

Mots clés : réseaux sociaux, proximités, Arrangements Productifs Locaux, territoire d'action publique, filière agricole, développement local

Philippe BONNIN et Stéphane DOUADY, *Analyse et modélisation de la morphogenèse du réseau des rues*

Résumé : Le but de notre communication est de présenter plusieurs notions de distance, dont celles de *distance simplex* et de *centralité simplex* qui sont mises en œuvre au sein de notre recherche (ANR MoNuMoVi), appuyées principalement sur l'étude du développement diachronique du réseau viaire. La méthodologie mise en œuvre pour l'étude de la morphogenèse semble nouvelle dans le domaine des SIG. D'autres notions, celle de continuité des voies par exemple, posent également la question de « l'horizon » ou de la « frontière » non seulement du réseau, mais de chaque point de celui-ci.

Mots clés : morphogenèse, réseau viaire, distance, centralité, ville

Magali WATTEAUX, *L'analyse archéogéographique des réseaux routiers dans la longue durée. Nouvelles approches méthodologique et théorique*

Résumé : Cet article souhaite exposer la manière dont sont étudiés les réseaux routiers en archéogéographie depuis une vingtaine d'années. Délaissant l'approche par tronçons et par périodes isolées les unes des autres, l'accent est porté sur une lecture diachronique, systémique, multiscalaire et complexe, fondée sur une différenciation des niveaux composant ces réseaux. Il en ressort une analyse et une interprétation renouvelées des réseaux routiers historiques, dont les résultats intéressent de ce fait tout autant l'historien que le géographe ou l'aménageur contemporain. Après un rappel des principales étapes historiographiques qui ont permis ce renouveau des études, seront présentés la méthodologie et un exemple dans le sud de la Vendée.

Mots clés : réseaux routiers, archéogéographie, histoire, Vendée, résilience

Antoine GRANDCLEMENT, *Les dynamiques spatiales des réseaux d'innovation : articuler réseaux d'acteurs et réseaux de lieux*

Résumé : Cet article souhaite éclairer les dynamiques spatiales et temporelles des réseaux de collaboration des pôles de compétitivité en s'appuyant sur les méthodes d'analyse des réseaux sociaux. L'aller-retour entre une cartographie classique des réseaux de lieux et une approche par les réseaux sociaux des réseaux d'acteurs (entreprises et laboratoires de recherche) permet de saisir la richesse des jeux d'échelles à l'œuvre dans ces réseaux. Le corpus constitué de six pôles de compétitivité de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur autorise une lecture comparative de la structure et de la géographie de communautés d'acteurs différentes mais ancrées dans un même territoire régional.

Mots clés : réseaux d'innovation, pôles de compétitivité , méthodes d'analyse des réseaux sociaux

Julien BRAILLY, Guillaume FAVRE et Emmanuel LAZEGA, *Temps et espace : l'impact de la colocalisation temporaire des acteurs sur la morphologie de l'espace marchand. Une approche multiniveau*

Résumé : Nous souhaitons dans cette contribution étudier l'impact du temps et de l'espace sur la morphologie de l'échange marchand, tout en reconstituant les systèmes d'interdépendances à la fois à l'échelle des individus et celle des organisations. Les récentes avancées en économie géographique soulignent que les foires commerciales ou salons de professionnels constituent des lieux incontournables pour observer la morphologie des échanges marchands internationaux. Nous explorons alors cette problématique au travers de l'étude d'un salon d'échange de contenu audiovisuel en Europe de l'est. Après avoir détaillé la littérature concernant les salons et foires commerciales, nous étudions l'impact de deux types de colocalisations (sur le même lieu avant/sur d'autres lieux récemment) sur des données de réseau multiniveau. Afin de contrôler d'autres effets, structuraux ou pas, fortement significatifs quant à l'explication du lien, nous mobilisons des modélisations de type *Exponential Random Graph Models* à chaque niveau. Nous observons alors des différences significatives entre les deux niveaux : plus des organisations sont présentes depuis longtemps sur le même salon et plus elles ont de chances de contracter, alors que plus les individus ont participé aux mêmes salons récemment, mais dans lieux différents, et plus ils ont de chances d'échanger des conseils.

Mots clés : colocalisation temporaire, réseaux multi-niveaux, encastrement relationnel, ERGM

Gabriel GARROTE, *Entre franchissement et enfermement : pluralité et variabilité de configuration des réseaux notabiliaires territorialisés*

Résumé : L'étude proposée analyse le rapport de notables au territoire départemental dans le premier tiers du XIX^e siècle. Elle se propose d'interroger les interactions entre réseaux et territoires à partir de deux études de cas. La première s'appuie sur l'étude des conseils d'arrondissement et de département pour questionner l'aptitude des notables à mettre le territoire en réseau et à s'inscrire dans des réseaux qui transcendent l'espace géographique. La seconde porte sur les parentèles qui tiennent les administrations de la sous-préfecture du Rhône et analyse le réseau comme source de pouvoir sur un territoire circonscrit. Croisant individu et parentèle, ancrage local et rayon-

nement, elles constituent une voie d'accès pour comprendre l'affirmation et le maintien de l'influence de notables dans le temps et l'espace.

Mots clés : stratégie, multilocalité, réseaux, parentèle, élites, notables

Viera REBOLLEDO-DHUIN, *Les réseaux financiers de quartier dans la librairie parisienne au XIX^e siècle. Support et révélateur de la mobilité sociale et professionnelle*

Résumé : Héritière des anciennes corporations de métiers, la librairie parisienne du XIX^e siècle constitue une économie localisée fondée sur l'escompte commercial. L'analyse de réseaux de crédit permet de mettre au jour l'enjeu de la proximité pour la circulation de papier et de révéler la structure comme l'évolution des systèmes de financement dans ce secteur. Elle appelle néanmoins d'autres méthodes pour prendre pleinement en compte l'épaisseur historique des intermédiaires qu'elle met en exergue.

Mots clés : librairie, crédit, escompte, *cluster*, famille, prosopographie

Alain BARRAT, Claire BIDART et Quentin GROSSETTI, *Des liens et des lieux : évolution des profils de spatialisation des réseaux personnels au moment de l'entrée dans la vie adulte*

Résumé : La distribution spatiale des réseaux personnels est socialement marquée. Elle porte la trace de mobilités diverses au cours de la vie (résidences, vacances, voyages), mais peut aussi donner des indications sur la « surface sociale » de la personne en termes de ressources. Cette distribution peut être analysée de façon à identifier des profils typiques, récurrents, en termes de distances spatiales entre Ego et Alters, mais aussi en termes de répartition géographique. Il est surtout intéressant de pouvoir mesurer les évolutions de ces profils. Avec le temps les réseaux changent-ils d'échelle, de forme, de polarisation, se recentrent-ils ou se dispersent-ils ? En fonction de quels critères sociaux, de quelles transitions biographiques, de quels événements ?

À partir d'un panel longitudinal qui suit 75 individus sur 9 ans en 4 vagues d'enquête au moment du passage de la jeunesse à la vie adulte, nous explorons ces questions dans une démarche pluridisciplinaire. Une première exploration « de visu » des représentations cartographiques de ces réseaux consiste ici à identifier ces profils en tenant compte de données sociales et géographiques, et d'évaluer leurs évolutions dans le temps. Celles-ci peuvent être reliées aux événements biographiques comme le départ du foyer des parents, l'entrée dans la vie professionnelle, l'installation en couple, etc. Une attention particulière sera portée sur la mobilité résidentielle. Cette démarche

exploratoire sur l'espace des réseaux au long des transitions biographiques de la jeunesse permet de poser quelques jalons sur la dynamique spatiale des réseaux personnels en deux dimensions, au-delà de la question de la distance.

Mots clés : réseaux personnels, réseaux spatiaux, localisation, enquête longitudinale, dynamiques des réseaux

Rémi LOUF, Pablo JENSEN et Marc BARTHELEMY, *Évolution temporelle des réseaux spatiaux : une approche coût-bénéfice*

Résumé : Un des traits les plus importants des réseaux spatiaux - comme les réseaux de transport, le réseau électrique, Internet et les réseaux de neurones - est l'existence d'un coût associé à la longueur des liens. Un tel coût a une influence profonde sur la structure globale de ces réseaux, qui exhibent la plupart du temps une organisation spatialement hiérarchique. À ce jour, le lien entre les contraintes locales et la structure à grande échelle n'est toujours pas expliquée, et nous présentons ici un modèle très général pour la croissance de réseaux spatiaux qui s'inspire du concept d'analyse coût-bénéfice. Ce modèle dépend d'une échelle unique et génère une famille de graphes qui va du graphe en étoile à l'arbre couvrant minimum. Nous montrons que la hiérarchie spatiale émerge naturellement dans le régime intermédiaire, avec des structures composées de *hubs* servant chacun une zone séparée. Elle apparaît donc comme la conséquence à grande échelle de la comparaison locale entre coûts et bénéfices. Notre modèle fait ainsi un premier pas vers une meilleure compréhension de la croissance des réseaux spatiaux et de leur évolution. Enfin, nous estimons les paramètres importants pour différents réseaux ferrés à travers le monde et trouvons que, de façon remarquable, tous ces réseaux tombent dans le régime intermédiaire. Ce résultat suggère que la hiérarchie spatiale est une caractéristique essentielle des systèmes réels, et qu'elle possède sûrement un avantage évolutif.

Mots clés : réseaux spatiaux, réseaux de transport, analyse coût-bénéfice, géographie quantitative, physique statistique

Bertrand LEFEBVRE, *Les chaînes hospitalières en Inde. Quels modèles pour approcher la diffusion spatiale de ces réseaux de soins ?*

Résumé : Depuis les années 1980, on assiste en Inde au développement de nouveaux réseaux de soins hospitaliers privés. Parce que les groupes qui composent ce secteur très dynamique sont variés en termes de taille, de composition du capital, de stratégies d'implantation (métropolitaine, régionale, locale), l'organisation spatiale du secteur reste difficile à appréhender. À partir d'un SIG sur le système urbain indien et d'une base de données rassemblant les établissements des groupes hospitaliers, on se propose d'étudier

leur diffusion spatiale. On mobilise la théorie de la percolation pour rendre compte de l'hétérogénéité du milieu de diffusion et visualiser la formation de *clusters* à différents niveaux du réseau urbain.

Mots clés : réseaux hospitaliers, Inde, diffusion spatiale, percolation, système urbain

Thibaut DÉMARE, Cyrille BERTELLE, Antoine DUTOT et Laurent LÉVÊQUE, *Interface maritime et interface métropolitaine : vers la modélisation de l'axe Seine par les réseaux*

Résumé : Ce travail s'articule en deux parties. La première décrit le territoire de l'axe Seine : comment les flux de marchandises sont initiés ? Comment des acteurs de natures hétérogènes s'organisent ensemble et communiquent entre eux ? Quels sont les bâtiments logistiques et leurs fonctions ? Par où transitent ces flux de marchandises ? Les réponses à ces questions nous permettent ainsi de constituer une base de connaissances sur laquelle nous nous appuyons pour modéliser, dans la deuxième partie, cet environnement que nous percevons comme un système complexe. Nous nous servons de la théorie des graphes pour représenter les réseaux physiques du territoire et du modèle agent pour décrire le réseau d'acteurs. Cette conception autorise une communication entre ces deux représentations afin d'intégrer des mécanismes de rétro-action.

Mots clés : flux de marchandises, chaîne logistique, axe Seine, modélisation, système complexe

Abstracts and keywords

Daniel FLORENTIN, *What are you shrinking about ? Over-dimensioned urban infrastructures under transformation. How to face and adapt to the diminution of consumption levels in the water, wastewater and central district heating socio-technical systems ?*

Abstract : Over the last couple of decades, European Large Technical Systems (LTS), may they be water, sanitation, or central district heating systems, have been experiencing a form of crisis. They are torn between waves of liberalisation that lead to mounting territorial fragmentation on the one hand, and a somewhat unplanned challenge relating to the continuous diminution of consumption of these various networks. Deindustrialisation processes, demographic decline as well as technical innovations or behavioural changes do admittedly account for this issue of over-dimensioned infrastructures. Yet, such a new process is contradicting one of the key principles of LTS whose performance increases while continuously growing and extending. To face this challenge, networks utilities have to adapt themselves, and are required to transform their networks. This transformation will be at the centre of this paper : we will try to develop a qualitative model of this process, illustrating the territorial changes generated by this diminution and the changes of the network as a heuristic artefact.

Keywords : shrinking networks, over-dimensioned infrastructures, Germany, utilities, adaptation strategies, re-territorialisation, model

Étienne POLGE, *Proximity dynamics in the territorial socio-economic networks. The case of the Local Productive Arrangements in the rural territories of Brazilian Amazonia*

Abstract : In this article, we show how a fine analysis of dynamic social networks and its interpretation in terms of proximities can be mobilized and articulated to study the local economic development processes. This approach, applied in a case study on a territory of public action in Brazilian Amazonia, makes it possible to highlight the impact of a food supply chain structured by Local Productive Arrangements on the local socio-economic networks.

Keywords : social networks, proximities, Local Productive Arrangements, territory of public action, food supply chain, local development

Philippe BONNIN et Stéphane DOUADY, *Analyzing and modelling streets networks morphogenesis*

Abstract : The research focuses on the construction of a numerical model of network development pathways in urban growth. The channels are stable elements, objectives and visible from the urban organization, reflecting its structure and special operation. But the streets are not only representative of the functioning (past and present) of the city : they determine to a large extent its future development. The goal is to develop a numerical model that calculates from existing tracks, likely or possible locations for a new extension or modification of the network. To validate the results of this model, we need to develop automatic analysis of structures of channels, both at the local point of view (the neighborhood), and the global (the entire city), compared quantitatively and the detailed information collected in the field. We rely on retrospective successive historical maps (georeferenced and vectorized) analysis, transcribed on GIS (Geographical Information Systems) dynamics, including an original way of temporal data. The results submitted to the social planners and actors working in the field with simple and intuitive visualization methods.

Keywords : morphogenesis, road network, distance, centrality, city

Magali WATTEAUX, *The archaeogeographical analysis of the road networks in the long-lasting. New methodological and theoretical approaches*

Abstract : This paper aims to expose how the road networks are studied in archeogeography during the last twenty years. Abandoning the approach by sections of antique roads and by isolated periods, the emphasis is put on a diachronic, systemic, multi-scale and complex lecture, based on different levels constructing these networks. The result is a renewed analysis and interpretation of historic roads that interests the historian as much as the geographer or the contemporary developer. After recalling the main historiographical steps of this new approach, we will present the methodology of these studies and an example in the Southern Vendée.

Keywords : road networks, archaeogeography, history, Vendée, resilience

Antoine GRANDCLEMENT, *The spatial dynamics of innovation networks : The coevolution of networks of places and networks of actors*

Abstract : This paper uses social network analysis to better understand the spatial and temporal dynamics of innovation networks. It articulates a conventional mapping of networks of places and the analysis of networks of actors in order to handle the challenge raised by overlapping levels of scale.

The comparison of six competitiveness clusters of the French Provence-Alpes-Côte d'Azur region enlightens the specificities of the structure and geography of these networks and the role of key actors.

Keywords : innovation networks, competitiveness clusters, social network analysis

Julien BRAILLY, Guillaume FAVRE and Emmanuel LAZEGA, *Space and time : temporary cluster effect on the market place morphology*

Abstract : In this paper we aim to study the impact of time and space on the morphology of markets. while reconstructing interdependencies systems both at the level of individuals and of organizations. Although the literature in economic geography does not explicitly separate the impact of the coparticipation to trade fairs at each level (individuals and organizations), could we observe the same logic at each level, and if not, what are the consequences? Can these two levels which are interconnected evolve asynchronously? We will explore these issues through the study of the market of TV content in Eastern Europe. This sector is a global space punctuated by a large number of events throughout the year in five continents (fairs and festivals). After detailed literature on fairs and trade shows, we study the impact of two types of co-localizations (in the same place before/in other places recently) with multilevel network data. In order to control other structural effects to explain a relationship, we mobilize Exponential Random Graph Models at each level. We then observe significant differences between the two levels : the more two organizations attend during a long time to the same event, the more likely they are to contract, while the more two individuals attend together to lots of event recently, but in different locations, the more they are likely to share informations.

Keywords : temporary cluster, multilevel network, relational embeddedness, ERGM

Gabriel GARROTE, *Between crossing by and being closed : plurality and variability of territorialised notabilities' networks*

Abstract : Our study analyses the way members of the notability are linked to districts' territories, during the first third of the 19th century. We shall focus on the relationship between networks and territories through two studies. The first one analyses districts councils to show how their members stand at the core of a network which settles their influence and spreads over the whole of the districts territory. The second one focuses on families which dominate the all administrations of the Villefranche district, considering their network as the source of their power over a definite territory. These

examples, by bringing together individuals and families, local settlement and broader influence, will allow us to understand how the influence of notables is reinforced and maintained in time and space.

Keywords : strategy, multilocality, network, family, elites, notability

Viera REBOLLEDO-DHUIN, *The financial district networks in the Parisian book trade at the Nineteenth Century. Support and revealer of the social and professional mobility*

Abstract : Heiress of the guilds, the Parisian book trade of the 19th Century is a localized economy based on commercial discount. The credit network analysis allows bringing to light the stake in the closeness for the circulation of paper and reveal the structure as the evolution of financial systems in this profession. However it calls others methods to fully consider the historic thickness of the intermediaries that highlights.

Keywords : bookselling, credit, discount, cluster, family, prosopography

Alain BARRAT, Claire BIDART et Quentin GROSSETTI, *Ties and places : Changing patterns of spatial distribution of personal networks at the time of entry into adult life*

Abstract : The spatial distribution of personal networks is socially determined. It bears traces of various mobilities during life course (residences, travels, holidays), but can also provide information about the “social surface” of the person in terms of resources. This distribution can be analyzed in order to identify typical, recurrent patterns in terms of spatial distances between Ego and Alters, but also in terms of geographical distribution. It is especially interesting to measure the evolutions of these profiles. As time passes, do the networks change their scale, form or focus, do they spread or concentrate ? Depending on which social criteria, which biographical transitions or events ?

From a longitudinal panel survey following 75 individuals over 9 years in four waves, at the time of transitions from youth to adulthood, we explore these questions with a multidisciplinary approach. A first “visual” exploration of the geolocalizations on maps of these networks allows here to identify these profiles, taking into account both social and geographic data, and to evaluate their changes over time. These can be related to life events, as leaving parents’ home, starting to work, forming a couple, etc. A special focus will be made on residential mobility. This exploratory analysis of the spatial distributions and profiles of personal networks along the biographical transitions in youth can help giving some research tracks for the spatial dynamics of personal networks in two dimensions, beyond the issue of distance.

Keywords : social network, spatial network, localization, longitudinal survey, network dynamics

Rémi LOUF, Pablo JENSEN et Marc BARTHELEMY, *A cost-benefit approach to the growth of spatial networks*

Abstract : One of the most important features of spatial networks - such as transportation networks, power grids, the Internet, and neural networks - is the existence of a cost associated with the length of links. Such a cost has a profound influence on the global structure of these networks, which usually display a hierarchical spatial organization. The link between local constraints and large-scale structure is not elucidated, however, and we introduce here a generic model for the growth of spatial networks based on the general concept of cost benefit analysis. This model depends essentially on a single scale and produces a family of networks that range from the star graph to the minimum spanning tree and are characterized by a continuously varying exponent. We show that spatial hierarchy emerges naturally, with structures composed of various hubs controlling geographically separated service areas, and appears as a large-scale consequence of local cost benefit considerations. Our model thus provides the basic building blocks for a better understanding of the evolution of spatial networks and their properties. Finally, we estimate the important parameters for various world railway networks and find that, remarkably, they all fall in this intermediate regime, suggesting that spatial hierarchy is a crucial feature for these systems and probably possesses an important evolutionary advantage.

Keywords : spatial networks, transportation networks, cost-benefit analysis, quantitative geography, statistical physics

Bertrand LEFEBVRE, *Hospital chains in India. What models for assessing the spatial diffusion of these health networks ?*

Abstract : Since the 1980s, new private hospital networks are emerging in India. The spatial organisation of this dynamic sector remains difficult to analyse because of the variation in size, capitalisation and development strategies (metropolitan, regional, local) of hospital chains. Using a GIS on India's urban system and a database presenting the hospitals controlled by hospital chains, we assess the spatial diffusion of the sector. We use percolation theory to take into account the heterogeneity of diffusion medium and to visualize the formation of clusters at different levels of India's urban network.

Keywords : hospital networks, India, spatial diffusion, percolation, urban system

Thibaut DÉMARE, Cyrille BERTELLE, Antoine DUTOT and Laurent LÉVÊQUE, *Maritime interface and metropolitan interface : Toward the modelling of the Seine Axis by networks*

Abstract : This work is in two parts. The first one describes the Seine axis territory : how do flows of goods start ? How do actors of different natures organize themselves and communicate between them ? What are the logistics buildings and their functions ? What are the paths of these flows of goods ? The answers to these questions allow us to establish a knowledge base which help us to model, in the second part, the environment seen as a complex system. We use the graph theory in order to represent the physical network of the territory and the agent-based model to describe the actors' network. This concept allows a communication between these two representations in order to add retro-actions mechanisms.

Keywords : flow of goods, supply chain, Seine axis, modelling, complex system

Réduire pour durer. Surdimensionnement et transformation infrastructurelle : les réseaux techniques face aux défis des consommations diminuées (eau, assainissement, chaleur urbaine)

Daniel FLORENTIN ²

C'était pendant l'été 1998 à Magdeburg ³ : la température du sol montait et l'eau stagnait. Non pas l'eau de pluie ou les belles eaux de l'Elbe, mais l'eau qui circule dans les conduites d'eau potable. Dans certains quartiers, l'eau stagnait dans les canalisations depuis plus de quinze jours là où, avec un flot moyen, il est déconseillé de dépasser cinq jours de résidence dans les tuyaux. La conséquence en fut assez rapide : des bactéries se sont développées en masse et ont généré une situation de crise sanitaire, pendant laquelle l'eau du robinet ne fut plus potable quelques jours durant. L'eau fut traitée et chlorée immédiatement, pratique rare en Allemagne où la population est traditionnellement attachée à une eau non traitée (Kempmann, 2008 [131]). Cette crise touchant le réseau d'eau n'est cependant pas qu'un épiphénomène issu de contingences malheureuses agissant en chaîne. Elle révèle en fait une crise de plus long terme affectant un grand nombre de grands réseaux techniques européens, et en particulier les réseaux d'eau et d'assainissement : le surdimensionnement infrastructurel lié aux importantes diminutions des consommations d'eau au cours des vingt dernières années (Credoc, 2003 [206]). Ce surdimensionnement largement imprévu transforme les réseaux à l'opposé de ce qui fut, depuis le 19^e siècle, leur logique d'évolution, fondée sur la croissance continue de la demande et l'extension constante du réseau (Coutard et Rutherford, 2009 [75]). Il fait du coup émerger une nouvelle figure longtemps impensée, voire inédite des réseaux techniques urbains, les *shrinking networks*, qu'on peut traduire imparfaitement par des réseaux en rétraction ou réseaux en déclin.

Comme l'a montré Stephen Graham (2010 [114]), l'interruption du réseau vient briser son fonctionnement normal et rend un objet peu à peu naturalisé soudainement visible. La desserte universelle ou quasi-universelle des différents réseaux techniques urbains dans les sociétés occidentales et en particu-

2. Doctorant au LATTs (Laboratoire Techniques, Territoires et Sociétés), Aménagement du Territoire et Géographie, Université Paris Est.

3. Capitale régionale de Saxe-Anhalt, à 100km de Berlin.

lier ouest-européennes a ainsi contribué à les rendre invisibles, presque dépolitisés (Perry, 1995 [197]) : « they are no longer considered unnatural. They are boring, even tedious » (Mau, 2003 [167]). Les infrastructures sont ainsi *blackboxed*, pour reprendre le terme de Graham : un système d'infrastructure qui fonctionne bien disparaît presque par définition (Star, 1999 [248]). Le dysfonctionnement vient non seulement tirer de l'ennui et de la léthargie les usagers, mais permet aussi de repenser le réseau dans son ensemble : il rappelle que les infrastructures techniques sont des systèmes beaucoup plus vulnérables et moins stables que ce que de nombreuses représentations sociales laissent accroire (Summerton, 1994 [252]) et qu'elles sont profondément ancrées dans un territoire, c'est-à-dire dans un espace et une société en mouvement. Pour le dire autrement, les grands systèmes techniques urbains structurent une large part du métabolisme urbain et interagissent avec les systèmes sociaux, ce qui en fait des réseaux sociotechniques (Kaika et Swyngedouw, 2002 [130]) en constante mutation, et non des objets naturalisés et considérés comme éternels et acquis. Le dysfonctionnement observé à Magdeburg permet de mettre en lumière une nouvelle phase d'évolution des réseaux, jusqu'ici peu analysée, et qui suit la quasi-universalisation du réseau. Sans forcément aller jusqu'à imaginer une ville sans grands réseaux, comme y incitait de façon volontairement provocante Sylvain Petitet (2011 [198]), on peut s'interroger sur l'évolution de ces *shrinking networks*, nouvel avatar d'une vision post-moderne du grand réseau technique.

Le cas de Magdeburg n'est qu'un exemple parmi d'autres et révèle en ce sens plus qu'un simple problème ponctuel : il met en lumière un phénomène agissant sur le long terme, celui des grands réseaux techniques en déclin, les *shrinking networks*. Cette contribution cherche, dans une première partie, à replacer cette thématique des *shrinking networks* dans les réflexions sur les réseaux en crise ou en transformation (Dupuy, 2011 [86]). Un second temps sera consacré à l'amorce d'un modèle qualitatif d'évolution de ces réseaux en « décroissance », qui gagnent en importance dans la plupart des contextes urbains européens, en insistant sur une donnée nouvelle : l'enjeu pour la stabilité de ces réseaux n'est plus forcément leur extension, mais leur renouvellement, pour les insérer dans ce que Graham appelle la *city of repair* (Graham, 2007 [115]). Nous nous appuyerons pour cela en particulier sur un des cas les plus avancés de ces *shrinking networks*, celui des villes de l'Est de l'Allemagne, tirant parti d'un travail de terrain de six mois au sein d'un opérateur multi-services, le Stadtwerk de Magdeburg.

1. Les *shrinking networks*, un des avatars des réseaux en crise ?

Les grands réseaux techniques ont largement participé à la constitution des sociétés urbaines contemporaines (Offner, 1996 [188]; Graham, 2010 [114]). Ils forment souvent la face cachée du métabolisme urbain et permettent d'assurer une grande partie des mobilités et circulations qui font la ville moderne. Cependant, depuis une vingtaine d'années, ces systèmes connaissent une crise multiforme, regroupant des enjeux aussi bien techniques, économiques, spatiaux que politiques. C'est notamment par le biais de ces différents faisceaux de crise que certains réseaux se sont transformés en *shrinking networks*. Cette nouvelle figure du réseau vient déstabiliser les modèles traditionnels d'évolution des réseaux (Offner, 1993 [187]) et les fonctions qui lui sont habituellement dévolues (Dupuy et Offner, 2005 [87]).

1.1 Un pouvoir de solidarité territoriale fragilisé

Plusieurs processus exogènes contribuent à cette fragilisation des grands systèmes techniques et de leur capacité à solidariser un territoire, qu'on peut synthétiser autour de trois fils directeurs.

Le premier est celui d'une crise liée aux processus de libéralisation qui ont touché la plupart des réseaux techniques urbains au cours des vingt dernières années. À l'échelle urbaine, les travaux de Graham et Marvin (2001 [113]) ont montré que les processus de dérégulation et de libéralisation des réseaux d'infrastructure ont contribué à une fragmentation socio-spatiale accrue et à la création de territoires à plusieurs vitesses. Cette fragmentation est notamment due au fait que certaines populations relativement favorisées sortent volontairement des grands réseaux traditionnels; des *premium network spaces* se développent autour de ces populations⁴. À l'opposé, des populations plus défavorisées risquent d'avoir un accès à un service dégradé. Ce réseau à plusieurs vitesses, même s'il ne reste qu'embryonnaire pour les réseaux d'eau, d'assainissement et de chauffage urbain, met profondément à mal la logique de grands systèmes techniques, en la privant d'une partie de ses usagers. Le phénomène de libéralisation se traduit également par une diversification de l'offre, avec le développement d'approches plus individualisées, à l'opposé des logiques d'échelle large des grands systèmes techniques (Coutard et Rutherford, 2009 [75]). Dans une ville comme Magdeburg, l'opérateur du chauffage urbain - le Stadtwerk de la ville - a ainsi vu son monopole

4. Graham et Marvin donnent de multiples exemples de cette fragmentation et de la création de ces *premium network spaces*, comme certaines *gated communities*, ces nouvelles « privatopia », ou des infrastructures de transports ou de télécommunications permettant de contourner le système traditionnel.

territorial contesté par de nombreux concurrents proposant des solutions de chauffage alternatives et décentralisées, notamment alimentées au gaz ou au pétrole. Cette diversification crée une forme d'effet ciseau pour la stabilité des grands systèmes techniques : le marché se réduit alors que les coûts fixes, qui représentent souvent jusqu'à 80 à 90% des coûts pour les réseaux d'eau ou d'assainissement, sont sinon en augmentation du moins stables. L'avantage comparatif du grand réseau s'en érode d'autant.

À cette transformation des cadres de gouvernance s'ajoute un deuxième faisceau contribuant à cette crise multiforme, lié aux transformations économiques européennes, et en particulier aux mouvements de désindustrialisation. Traditionnellement, les groupes industriels sont parmi les plus gros consommateurs des réseaux d'eau ou de chauffage urbain : leur transformation ou leur disparition progressive altère le système du grand réseau, en le privant là encore d'une partie de ses usagers. Le phénomène est d'autant plus marquant que la plupart des grosses industries ont mis en place des systèmes inspirés par la vision hyperindustrialisée de l'écologie industrielle (Buclet, 2011 [53]) en créant des systèmes de production plus cycliques et plus enclins au recyclage, avec leurs propres réseaux de chaleur, d'eau ou de traitement des eaux usées (Seiler et Poch, 2003 [239]). La grande station d'épuration de la région de Magdeburg a ainsi développé un système de récupération énergétique qui lui permet de couvrir ses besoins en chauffage urbain et de diminuer fortement ses besoins en électricité.

Cette transformation multiforme est parfois enrichie d'un troisième faisceau de crise, celui du déclin urbain et des *shrinking cities*. Ce déclin pérenne, qui a fait l'objet de nombreuses synthèses sur les cas européens (Fol et Cunningham-Sabot, 2010 [101]) se caractérise par de multiples facteurs agissant conjointement et s'auto-entretenant : déclin démographique, déclin économique, vacance urbaine et finances locales souvent exsangues. Il est particulièrement prégnant dans la partie orientale de l'Allemagne et dans une bonne partie de l'Europe de l'Est, marquée par les difficultés de la transition post-socialiste. Ce phénomène de déclin urbain n'est pas sans effet sur les réseaux d'eau, d'assainissement ou de chauffage urbain, puisqu'il rend le grand réseau, pour ses usagers, plus cher, moins efficient et plus instable (Koziol, 2008 [134]). Les coûts fixes sont répartis sur une population moindre et sur un territoire aussi étendu. Ainsi, pour le cas de Magdeburg, la ville a continué à s'étendre jusqu'aux dernières annexions de 2006, tout en ayant vu sa population chuter de 290 000 habitants en 1990 à un peu plus de 230 000 habitants en 2012 et son économie industrielle être détruite en moins de deux ans, ce qui faisait autant d'usagers en moins pour les différents réseaux techniques urbains.

1.2 Transformations des modes de consommation et vulnérabilité accrue

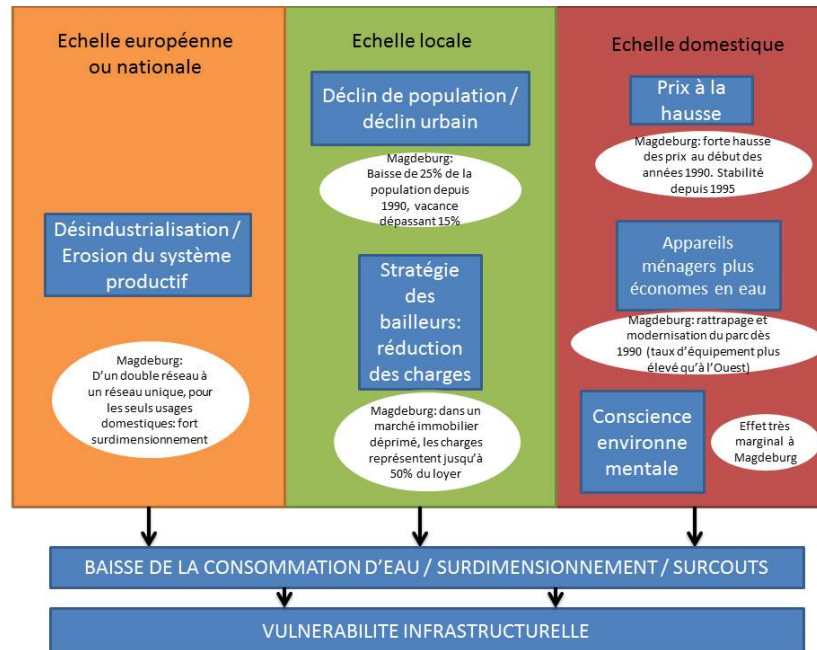
La crise des grands systèmes techniques ne se limite cependant pas à ces facteurs exogènes, mais repose aussi sur des transformations d'ampleur plus réduite. Ces mutations concernent essentiellement des changements de consommation des réseaux techniques urbains. Ils s'expliquent par des raisons diverses : des progrès techniques permettent par exemple d'avoir des douches ou des toilettes moins aquavores ; une meilleure isolation permet une consommation de chauffage plus sobre ; une augmentation des prix force un grand nombre de ménages à réduire leur consommation d'eau ou d'énergie ; les discours écologiques sur la préservation des ressources incitent à une moindre utilisation du réseau.

L'ensemble de ces changements contribue à tisser le canevas d'une forme de vulnérabilité infrastructurelle, dont les rouages appliqués au cas de Magdeburg sont détaillés dans le schéma 1. Cette vulnérabilité reflète et amplifie tout à la fois les crises affectant les grands réseaux d'infrastructure. Elle concerne non seulement l'infrastructure elle-même, mais aussi les opérateurs et les usagers de ce système sociotechnique. Dans un système où les coûts fixes sont si élevés et où les coûts doivent être portés par les seuls usagers, certains chercheurs vont même jusqu'à décrire les comportements (choisis) de consommation réduite, en particulier des réseaux d'eau, comme relevant d'une schizoïdie avancée. Cette idée est à rapprocher de ce qu'Herbert Marcuse appelait le principe de sublimation répressive qui se traduit concrètement par le fait de réduire sa consommation et de payer davantage (Barraqué, 2005 [17]).

1.3 La vulnérabilité en acte : le cas des villes de l'Est de l'Allemagne

Cette crise protéiforme des grands réseaux crée ainsi des réseaux vulnérables, et remet en cause leur fonctionnalité de façon pérenne (Moss, 2008 [179]). Les diminutions de consommation unitaire sont surtout sensibles dans le domaine de l'eau et par conséquent de l'assainissement dans un très grand nombre de grandes villes européennes. Les améliorations des conditions d'isolation et le développement de techniques de construction censées rendre les bâtiments plus sobres énergétiquement touchent progressivement de façon similaire les réseaux de chauffage urbain. Dans des villes comme Paris, Copenhague, Madrid, Hanovre ou Amsterdam, soit dans des contextes de relative croissance urbaine, on observe ainsi une décorrélation entre la croissance

FIGURE 1 – La vulnérabilité infrastructurelle. L'exemple des réseaux d'eau



économique et la consommation de certains réseaux⁵, notamment le réseau d'eau (Credoc, 2006 [206]; Barraqué *et al.*, 2011 [18]; Wissen et Naumann, 2006 [268]). Toutefois, les villes en déclin (*shrinking cities*), et en particulier les villes ayant connu la transformation post-socialiste, offrent une vision aggravée de ces réseaux en rétraction. À cet égard, le cas des villes de l'Est de l'Allemagne est particulièrement saisissant, puisque tous les réseaux techniques sont concernés par ces diminutions.

À Berlin, les consommations d'eau ont diminué de plus de 50% entre 1990 et 2010 (Hüesker *et al.*, 2011 [127]). Dans une ville comme Magdeburg, les chiffres sont encore plus marquants : entre 1990 et 2010, les volumes consommés ont diminué des 2/3 pour l'eau, de moitié pour le chauffage urbain. Ces diminutions imposent des coûts supplémentaires pour fluidifier le réseau comme les *flushing* (chasse d'eau) réguliers d'eau fraîche dans les réseaux d'eau ou d'assainissement pour éviter la stagnation ou les blocages.

5. Malgré une certaine croissance urbaine, ces différentes agglomérations ont vu la consommation d'eau par habitant et par an baisser, et par voie de conséquence l'utilisation des réseaux d'assainissement.

Ces surcoûts peuvent également s’incarner par exemple dans les pertes de chaleur importantes pour les réseaux de chauffage. Ces diminutions varient d’un quartier à l’autre, mais ont pour trait commun d’avoir des effets sur l’ensemble du réseau (Moss, 2003 [178]). La crise bactérienne décrite en introduction illustre parfaitement ce phénomène d’une crise localisée rejaillissant sur l’ensemble du réseau. Du même coup, la gestion de cette nouvelle forme de réseau vient déstabiliser les modèles traditionnels de compréhension des réseaux et impose de le repenser dans son entier, et à plusieurs échelles à la fois, dans les zones problématiques et à l’échelle de l’ensemble du réseau. Face à ce défi nouveau et imprévu des diminutions de consommation se pose alors la question des évolutions possibles de ces grands réseaux surdimensionnés, au fort ancrage territorial et à grande intensité capitalistique : en d’autres termes, peut-on imaginer un modèle d’évolution des *shrinking networks* ?

2. Quelle évolution pour les *shrinking networks* ?

Les modèles formalisant le développement des réseaux sociotechniques sont souvent centrés sur une logique de croissance et d’extension continue de ces réseaux (Offner, 1993 [187]), cherchant à atteindre l’idéal de la deserte universelle (Dupuy, 2011 [86]). Cependant, ces modèles d’évolution, qui fonctionnent, d’après Gabriel Dupuy, selon une fonction logistique, résumée souvent sous le nom simplifié de « courbe en *S* » ne parviennent pas à rendre compte de certaines évolutions du réseau après leur universalisation, dans une phase de diminution des consommations. Ce que nous cherchons à proposer, c’est une amorce de modèle qualitatif des *shrinking networks*, qui vient prolonger les modèles antérieurs plus qu’il ne vient les contredire. Nous reprendrons en grande partie les canevas proposées par Jean-Marc Offner ou Gabriel Dupuy pour montrer comment les *shrinking networks* les transforment et amènent à les penser différemment. Dupuy et Offner rappellent ainsi que le premier numéro des cahiers du groupe Réseau définissait le réseau par trois éléments : une structure, une dynamique et une logique. En partant de ce triptyque, nous détaillerons les changements de structure, de dynamique d’évolution et de logique propre aux *shrinking networks*.

2.1 Comment mettre en place un *smart shrinking* ? Changement de structure et transformation de l’échelle de gestion

Si une bonne partie des diminutions de consommation est subie par les opérateurs de réseaux techniques, elles sont aussi l’occasion pour adapter les réseaux et mettre en place de nouveaux modes de gestion, en phase avec ces

évolutions. Comme le souligne Jörg Londong, les pays industriels européens ont connu un déclin de la consommation en eau qui ne devrait pas s'inverser : il faut prendre ce problème à bras le corps, pour en tirer parti (Londong, 2003 [157]). L'idée est donc mettre en place une gestion raisonnée de ces réseaux, autrement dit un *smart shrinking*.

Au niveau de l'ensemble du réseau, une alternative se profile entre une transition vers des réseaux décentralisés, plus petits et un maintien voire une reconcentration des réseaux, plus grands. Dans des situations de baisse de consommation, les réseaux de chauffage urbain connaissent une forte concurrence de réseaux décentralisés qui pourraient prendre leur relais à moyen terme, et ce d'autant plus facilement qu'un réseau de chauffage urbain a besoin d'une certaine densité de connexions et de volumes consommés pour être rentable. Dans le cas de Magdeburg, une coopérative de logements a même développé sa propre filiale énergétique proposant des solutions décentralisées de chauffage pour tirer les prix à la baisse et potentiellement remplacer l'opérateur local central. Le cas des réseaux d'eau et d'assainissement en zone urbaine est un peu différent et s'apparente davantage à une reconcentration et à une progressive régionalisation de l'approvisionnement en eau. Les coûts de transition vers des systèmes décentralisés sont souvent exorbitants, d'autant que les infrastructures en place ne sont souvent pas refinancées avant plusieurs décennies et représentent un manque à gagner important en cas de transition brutale. Face aux diminutions drastiques de consommation d'eau, de nombreuses stations de pompage ont ainsi été fermées, et les réseaux se sont recentrés autour d'une ou deux stations de pompage principales. Le schéma est assez similaire, que l'on soit à Halle, Magdeburg, Berlin ou Leipzig (Moss, 2008 [179] ; Hüesker *et al.*, 2010 [127]). La crise bactérienne de 1998 à Magdeburg a même conduit à une autre transformation : pour limiter la stagnation de l'eau dans Magdeburg, le réseau régional d'approvisionnement a été prolongé, pour ne plus s'arrêter à Magdeburg, mais continuer jusqu'à Wittenberg. Peu à peu, on essaie d'interconnecter certains réseaux pour diminuer la stagnation et compenser par une emprise territoriale plus grande les effets d'un marché déclinant. Le réseau solidarise dans ce cas un territoire plus étendu, là où les solutions décentralisées peuvent souvent conduire à une fragmentation spatiale accrue et à une augmentation des disparités socio-spatiales (Wissen et Naumann, 2006 [268]).

Dans le cas de l'eau comme du chauffage urbain, on observe ainsi une tendance similaire, celle d'un changement d'échelle de gestion, que ce soit pour passer à une échelle plus régionale ou plus locale de la distribution. Cela tendrait à montrer que l'évolution des *shrinking networks* transforme des réseaux urbains en réseaux infra-urbains ou quasi-régionaux. Cette re-

concentration et ce changement d'échelle s'accompagnent par ailleurs de mesures locales. Pour pallier les difficultés de stagnation de l'eau dans les zones les plus problématiques, le Stadtwerk de Magdeburg diminue la redondance du réseau en supprimant certaines canalisations, augmente la pression dans les canalisations ou réduit le diamètre des réseaux. À Halle, c'est le réseau de chauffage urbain qui fait l'objet d'un redimensionnement, avec des conduites plus petites, et une température plus basse, pour s'adapter à une demande en berne et limiter les pertes de chaleur qu'elle occasionne.

Finalement, cette gestion remet en question un certain nombre des paramètres constitutifs du réseau. Pour Jean-Marc Offner (1993 [187]), un réseau technique est ainsi constitué de cinq principes fondamentaux :

- une morphologie, ce qui correspond au tracé des canalisations ;
- une infrastructure, à savoir un réseau-support ;
- une fonctionnalité, ce qui recouvre les usages du réseau ;
- un mode de régulation ;
- une territorialité.

Il explique que certains de ces paramètres évoluent parfois pour un réseau, mais qu'on note rarement la transformation de plus d'un ou deux de ces paramètres. La nouveauté du *shrinking network* est de rebattre profondément les cartes de ces principes de fonctionnement du réseau. Les stratégies d'adaptation observées dans un certain nombre de villes de l'Est de l'Allemagne montrent :

- une transformation de la morphologie, puisqu'une partie des réseaux est mise hors service ;
- un changement du réseau-support avec le redimensionnement des tuyaux ;
- des changements dans les usages, avec la nécessité de créer des effets de chasse d'eau pour éviter la stagnation ;
- un changement de mode de régulation, pour passer à une gestion par la demande et non par l'offre afin de limiter les effets néfastes du déclin sur l'infrastructure ;
- et enfin une transformation des territorialités, pour passer soit à des réseaux plus étendus en les interconnectant, soit à des réseaux plus décentralisés ; le réseau solidarise un territoire plus large ou plus réduit, selon la branche de l'alternative adoptée.

L'ensemble de ces mutations montre que le modèle de compréhension du réseau est transformé en profondeur, et que cette transformation n'est pas qu'un ajustement à la marge du réseau existant (Naumann et Bernt, 2009 [183]). Cela correspond bien à une forme de changement de paradigme, de l'idéal de croissance continue à la gestion d'une demande plus faible dans

une société plus sobre énergétiquement, voire en décroissance organisée. Ce changement de structure s'accompagne ainsi de transformations dans les dynamiques d'évolution des *shrinking networks*.

2.2 Un changement de dynamique : l'enjeu du renouvellement et de la maintenance

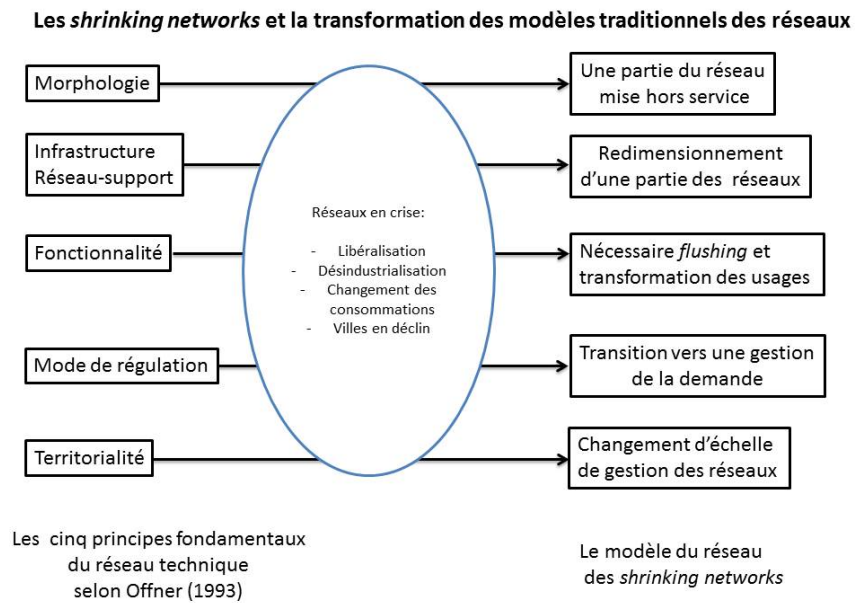
Là où le modèle classique du grand réseau voit sa force et son avantage dans le fait que sa performance croît avec sa taille (Coutard et Rutherford, 2009 [75]), la figure du *shrinking network* vient contrebalancer cette dynamique. L'universalisation de l'accès au réseau et sa moindre utilisation font que l'enjeu se déplace d'une dynamique d'extension du réseau et de construction de nouvelles infrastructures à celle de son renouvellement, de sa maintenance et de son optimisation fonctionnelle (Londong, 2003 [157]). Cette transformation inscrit les *shrinking networks* dans l'idéal que forge Stephen Graham, celui d'une *city of repair* (Graham, 2007 [115]).

La stabilité des réseaux techniques en déclin passe ainsi par une prise en compte intense de ces logiques de *repair and maintenance*. La mise en place de mesures de redimensionnement ou de transformations des échelles de gestion participe de ce mouvement de réparation et de transformation du réseau, et fait finalement écho aux idées de Graham selon lesquelles ces logiques de maintenance sont source d'innovation et d'improvisation, sans forcément un retour à un état exactement similaire à l'état antérieur.

Cependant, l'ensemble de ces mesures a un coût extrêmement important, qui se chiffre à plusieurs millions d'euros pour une simple ville comme celle de Magdeburg afin de renouveler le réseau et de l'adapter aux nouvelles logiques de consommation. D'après une étude de l'institut allemand DiFu de 2002, les besoins en investissement pour les infrastructures allemandes sur la période 2000-2009 ont été estimés à 686 milliards d'euros, dont les deux tiers pour la seule modernisation des infrastructures. Les sommes réellement engagées sont nettement en deçà des chiffres proposés par l'étude (Kluge et Scheele, 2003 [133]). La faible politisation ou l'invisibilité de réseaux ayant atteint leur maturité ou leur universalité (Graham, 2010 [114] ; Star, 1999 [248]) fait que les investissements déployés par les différents opérateurs sont souvent largement plus faibles que ce qui est nécessaire. Les taux de renouvellement des réseaux d'eau dans les villes de l'Est de l'Allemagne dépassent d'ailleurs rarement les 0,5% ou 0,7% par an, ce qui implique une rénovation complète en 140 à 200 ans, alors que les canalisations n'ont que rarement une durée de vie supérieure à 70 ou 80 ans.

L'un des enjeux majeurs consiste finalement à déterminer les acteurs qui porteront le poids économique de ces investissements : le système actuel aurait tendance à faire porter sur les usagers finaux ce poids, ce qui conduirait à des augmentations des factures peu supportables économiquement et politiquement. Les logiques de maintenance mises en place par les opérateurs de réseau restent donc encore souvent marquées par une vision de court terme, alors que les réseaux d'infrastructures sont des objets de transformation sur le long terme. On peut du coup imaginer que, en l'absence d'une intervention majeure des pouvoirs publics, qui ont déjà largement assuré le financement de la construction des infrastructures, la réalisation de ces investissements est sans doute dépendante d'une prochaine crise majeure des réseaux, qui forcera à la mise en place de ces mesures pour stabiliser les réseaux en place.

FIGURE 2 – Les *shrinking networks* et la transformation des modèles traditionnels des réseaux



Conclusion

Les *shrinking networks* représentent un défi à plusieurs égards. Ils constituent un challenge technique pour les ingénieurs, amenés à repenser les réseaux dans une logique inédite, celle d'une stagnation voire d'une décroissance de la demande. Ils constituent également un défi en termes de gouvernance et de planification urbaine, pour trouver la bonne échelle de gestion sans nécessairement renforcer les disparités sociales et spatiales préexistantes. Ils représentent enfin un enjeu politique : bien que faiblement politisés, car souvent naturalisés dans les sociétés européennes habituées à des réseaux universels fonctionnant sans accroc, ils constituent un des piliers du métabolisme urbain ; leur stabilité conditionne plus ou moins directement la stabilité de l'ensemble du système urbain, ce qui en fait un objet profondément politique. Les *shrinking networks* sont non seulement une nouvelle figure du réseau qui va à l'encontre des manières traditionnelles d'envisager les grands réseaux techniques urbains, mais une figure relativement pérenne pour la plupart des sociétés européennes. À ce titre, la modélisation de leurs évolutions est un travail à approfondir, car ils pourraient bien être une des incarnations durables d'une vision post-moderne des réseaux urbains.

Dynamiques de proximité dans les réseaux socio-économiques territoriaux. Le cas des Arrangement Productif Locaux dans les territoires ruraux d'Amazonie brésilienne

Étienne POLGE⁶

Introduction

L'analyse des proximités a connu des avancées théoriques importantes ces dernières années et a fourni des modèles distinguant les proximités géographiques et organisées, permettant de mieux comprendre les processus d'innovation et de développement local. Ces nouvelles approches ont été rendues opérationnelles et appliquées dans le domaine des recherches sur la géographie des collaborations entre entreprises (Weterings et Boschma, 2009 [265]) ou entre chercheurs (Ferru, 2009 [99]).

Les analyses de réseaux sociaux, quant à elles, popularisées par Granovetter (1973 [118]), sont basées sur l'étude des interactions entre acteurs et des configurations de réseaux qu'elles forment. Les positions des acteurs dans le réseau donnent des informations sur le rôle que chacun joue dans le réseau, lequel peut déterminer leur logique d'action. L'intérêt de l'analyse des réseaux sociaux pour l'analyse du développement rural a été mis en avant (Murdoch, 2000 [181]) puis, plus récemment, des chercheurs ont opérationnalisé ces approches pour analyser les déterminants de la participation à des actions collectives en croisant différents types de réseaux (productif, familial, amical) (Crespo *et al.*, 2012 [76]) ou en intégrant des dimensions spatiales (Houdart *et al.*, 2011 [126]).

Le croisement de ces deux types d'analyses, complémentaires, s'est avéré fécond. Ainsi Boschma a axé ses recherches dans ce sens en pour comprendre les processus d'innovation entre entreprises en utilisant des bases de données secondaires telles que celles des brevets (Wal et Boschma, 2009 [254] ; Balland *et al.*, 2013 [12]). Giuliani et Bell ont développé empiriquement ces approches dans un article sur les processus d'innovation dans un *cluster* de vin chilien (Giuliani et Bell, 2005 [110]). D'autres travaux récents ont également mobilisé cette approche pour analyser les modalités de construction de territoires d'action publique tel que les pôles de croissance français (Grandclement, 2012 [117]) mais essentiellement à partir de bases de données secondaires et dans un cadre essentiellement urbain, ou les territoires ruraux du pro-

6. Doctorant Inra Sad-apt, équipe proximité / Cirad Tetis, équipe USIG.

gramme Leader (Chevalier et Maurel, 2012 [64]), sans s'intéresser toutefois aux coordinations à caractère économique.

Dans cet article, nous cherchons à montrer comment l'analyse des réseaux et sa lecture en termes de proximités peuvent permettre d'étudier les processus de développement économique local. Il s'agit alors d'analyser finement les forces qui, en régissant les logiques d'actions et la formation des groupes d'acteurs (dont les intérêts sont parfois très différenciés), contribuent à façonner les territoires. Pour illustrer nos propos, nous nous intéressons aux dynamiques des réseaux socio-économiques structurés par un dispositif d'appui aux filières agricoles mis en place dans le cadre du territoire d'action publique du Nordeste Paraense en Amazonie brésilienne à travers des Arrangements Productifs Locaux (APL).

Nous faisons l'hypothèse que l'analyse croisée des réseaux et des dynamiques de proximités apporte des éléments éclairants quant à la compréhension des réseaux socio-économiques et leurs évolutions. Dans une première partie, nous présentons notre approche théorique, les choix méthodologiques opérés et l'intérêt de nos terrains d'étude. Dans une seconde partie, nous analysons les réseaux sociaux des acteurs de deux dispositifs de gouvernance aux dynamiques contrastées.

1. Une analyse des dynamiques de proximités dans les Arrangements Productifs Locaux en Amazonie brésilienne

1.1 Choix des terrains de l'étude

Nous avons choisi de nous intéresser au territoire d'action publique du Nordeste Paraense en Amazonie brésilienne car un dispositif d'appui aux filières agricoles basé sur le renforcement des réseaux socio-économiques, coordonné par un collège de développement territorial (Codeter) réunissant les différents acteurs du développement rural du territoire, y a été particulièrement dynamique jusqu'en 2010. Le territoire est constitué d'un ancien front pionnier en cours de consolidation qui connaît des processus de structuration de filières agricoles pouvant illustrer nos propos. L'appui aux APL fruit a été priorisé par le Codeter. Parmi ces APL, l'APL Açaï⁷ et l'APL Goyave ont fait l'objet d'une attention particulière. En effet ce sont deux APL dans lesquels l'organisation de producteurs est très active. D'un point de vue analytique, ces 2 APL étaient intéressants car ils sont très contrastés de par leur contexte local (colonisation ancienne *vs* colonisation récente) et

7. L'açaï est une baie issue d'un palmier (*Euterpe oleracea*).

le type de production (extractivisme⁸ et filière géographiquement dispersée vs production intensive et filière géographiquement concentrée).

1.2 Cadre d'analyse des proximités

La prise en compte de l'espace dans les analyses des coordinations entre acteurs est relativement récente. C'est en remettant à jour les éléments théoriques d'Alfred Marshall autour des districts industriels que les chercheurs italiens ont pu expliquer la vigueur économique de la « troisième Italie » et donner naissance à un vaste champ nouveau de réflexion. Les agglomérations de PME bénéficieraient d'externalités spatiales positives, qui profiteraient au développement des territoires. Différents types d'agglomérations ont alors été décrits. Certains ont mis en avant la création de savoirs locaux non délocalisables, d'autres la réduction de coûts de transaction à travers la confiance qui s'établit entre les agents et les organisations (Scott, 1986 [238]) ou encore la formation de milieux propices à l'innovation (Aydalot *et al.*, 1986 [9]).

Les travaux de Porter autour des *clusters* (Porter, 1990 [207]), notion élargie du district, ont connu un grand retentissement et sont à la base, dans différents pays, de nombreuses politiques publiques visant à faciliter l'agglomération d'entreprises appartenant aux mêmes secteurs ou à des activités complémentaires. C'est dans cet esprit que les Arrangements Productifs Locaux (APL), version brésilienne des Systèmes Productifs Locaux français, sont promus par le gouvernement brésilien (voir annexe).

Pourtant, des voix se sont rapidement faites entendre pour relativiser l'importance de la proximité géographique. Ainsi, pour les chercheurs du groupe Dynamiques de proximité, si la proximité géographique peut faciliter la coordination entre les acteurs, elle n'est pas suffisante. L'existence de proximités organisées entre les acteurs est nécessaire.

La Proximité Organisée repose sur deux logiques essentielles (Rallet et Torre, 2004 [212]) qui ne sont pas antinomiques :

- la logique d'appartenance désigne le fait que deux ou plusieurs acteurs appartiennent à un même graphe de relations, ou encore à un même réseau, que leur relation soit directe ou intermédiée ;
- la logique de similitude correspond à l'adhésion mentale à des catégories communes. Elle se traduit par le fait que des individus se trouvent à de faibles distances cognitives les uns des autres. Il peut s'agir de personnes qui partagent des valeurs communes en termes de culture ou de religion, qui ont un langage commun ou dont les normes sociales

8. L'extractivisme désigne l'activité très développée en Amazonie brésilienne de cueillette à des fins commerciales des ressources naturelles non ligneuses de la forêt.

sont proches. Elle peut faciliter les interactions entre des personnes qui ne se connaissaient pas auparavant mais adhèrent à des références similaires.

Aussi la proximité géographique ne doit pas être nécessairement permanente pour permettre la coordination des acteurs. La proximité géographique temporaire peut également permettre de maintenir ou de construire des relations de proximités organisées. Les proximités organisées sont en construction et en déconstruction permanentes, au gré des dynamiques qui fondent les relations entre acteurs. Le renouvellement peut s'avérer parfois lent et devenir facteur de blocage au regard des dynamiques des territoires ou de la volonté de changement de différents groupes d'acteurs.

Au niveau d'un territoire, le croisement entre la proximité géographique et la proximité organisée conduit à la définition de la proximité territoriale dans laquelle se construisent les processus de gouvernance des territoires (Torre et Beuret, 2012 [256]). Dans un territoire, la proximité géographique peut aussi être subie et être source de conflit. Le conflit va alors créer une nouvelle dynamique et constituer un moyen pour les acteurs de se faire entendre.

1.3 Méthode de l'analyse des coordinations

Nous cherchons à mettre en avant la force explicative des réseaux sociaux et de leur analyse en termes de proximités pour une bonne compréhension du fonctionnement des APL. Pour ce faire, une analyse diachronique du réseau des acteurs principaux de chaque APL a été réalisée à deux dates, 2008 et 2012. 2008 correspond à une période dynamique, pendant laquelle les acteurs du territoire se sont souvent réunis, alors que 2012 est une période pendant laquelle il y a eu très peu de réunions, suite à une certaine désarticulation du programme de développement territorial.

Les informations réunies sur chaque APL sont constituées à partir de données primaires. Nous avons d'abord demandé aux représentants de différentes institutions de développement rural d'identifier quels acteurs jouaient un rôle significatif dans le fonctionnement de chaque APL. Sur cette base, nous avons dressé une liste d'acteurs, soumise à chaque interviewé afin qu'il la complète. À partir de cette liste complétée, nous avons constitué un échantillon représentatif de la diversité des acteurs impliqués dans les filières, échantillon composé d'agriculteurs provenant de différents villages, d'intermédiaires, d'acteurs impliqués dans les institutions de la société civile et d'acteurs des institutions publiques locales et territoriales. Nous avons alors demandé à chaque acteur, sur cette base, de caractériser les relations qu'il

entretient avec les autres acteurs de l'échantillon et l'évolution de ces relations dans le temps à partir de deux indicateurs : la fréquence des contacts significatifs et les activités menées en commun. Il a également été demandé aux interviewés de préciser les distances parcourues et les coûts liés à ces déplacements (facilité) face à face, ainsi que leur utilisation des TIC. C'est sur cette base qu'ont été identifiés les types de proximités dominantes entre les acteurs.

Nous avons construit, pour chaque APL, une matrice relationnelle binaire et non orientée à partir des ego-réseaux⁹ de chaque acteur. Le seuil que nous avons choisi pour matérialiser le lien entre deux acteurs est celui de deux relations significatives (plus de 10 minutes) par mois, en face à face ou par téléphone (de façon à considérer également les proximités entretenues par les TIC). Pour terminer, les données manquantes ont été complétées par le croisement des informations contenues dans les différents entretiens.

Nous avons mobilisé le logiciel Ucinet pour effectuer des mesures de centralité (*multiple centrality measures*) sur la matrice relationnelle et le logiciel Netdraw pour modéliser le réseau. Des groupes ont également été mis en évidence par l'algorithme des factions (la constitution de quatre groupes s'est avérée la plus adéquate pour différencier les groupe d'acteurs, au regard des erreurs détectées par le logiciel). Le schéma obtenu nous permet de repérer la structure générale du réseau. Il est ainsi possible d'identifier des groupes d'acteurs davantage liés entre eux, les ponts existants entre les groupes, ainsi que le rôle d'intermédiaire de certains acteurs qui contrôlent le lien avec les acteurs isolés. La comparaison diachronique entre les indices de centralité nous permet d'identifier les acteurs les plus centraux, ainsi que de préciser l'évolution des relations et la place occupée dans le réseau par certains acteurs clefs.

Un zonage des proximités sur le schéma du réseau a été effectué de manière à qualifier la nature des relations identifiées et leur plasticité en fonction des actions publiques territorialisées. Dans certains groupes, les acteurs entretiennent des relations de type « proximité géographique permanente », issues des contacts fréquents dus au lieu d'habitation par exemple, tandis que d'autres entretiennent des relations de type « proximité géographique temporaire » qui est recherchée à travers un déplacement fréquent ou même une double localisation (exploitants qui habitent en ville par exemple). À ces relations s'ajoutent des liens de proximités organisées. Ainsi, dans le cas des APL, des proximités organisées vont se renforcer autour de la production

9. Ici, un ego-réseau est considéré comme un réseau constitué d'un acteur central et des liens directs qu'il entretient avec d'autres acteurs.

et de la structuration de la filière. Ces proximités suivent une logique de similitude lorsque les acteurs ont le même type d'activité, qu'ils partagent les mêmes références et la même histoire. Elles suivent davantage une logique d'appartenance lorsqu'il s'agit d'acteurs de types différents avec des rôles différents mais investis dans le même projet. Ainsi, les relations entre les représentants des institutions publiques locales et des représentants des agriculteurs fonctionnent davantage selon des logiques d'appartenance même si, dans la durée, des références communes peuvent se construire et se consolider. Et inversement, des acteurs peuvent évoluer, changer de référentiel et se concentrer sur des logiques d'appartenance en délaissant les relations qui suivent des logiques de similitude.

2. Des réseaux socio-économiques contrastés

2.1 L'APL Goyave, une logique d'appartenance locale excluante

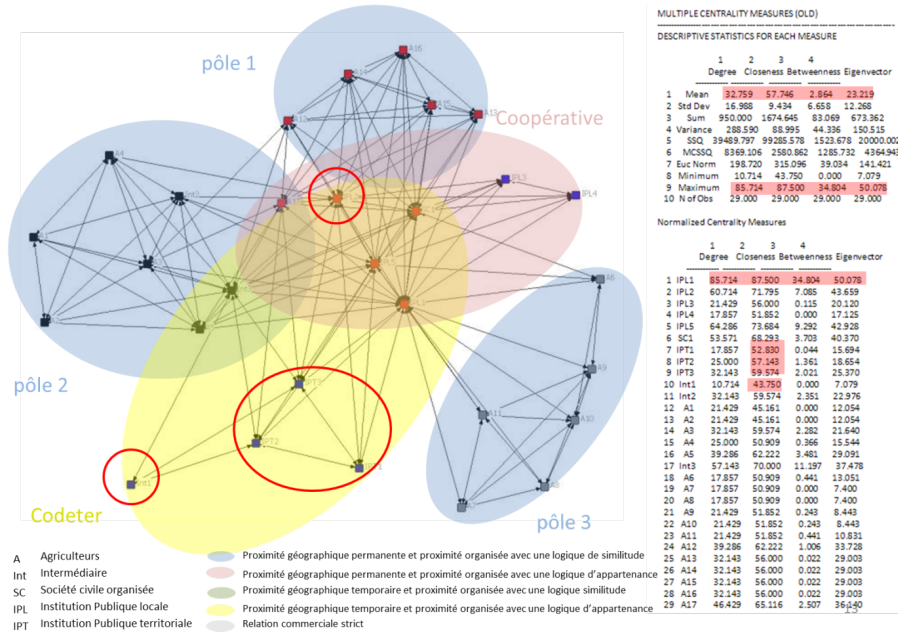
L'APL Goyave a été porté par les institutions territoriales, grâce au dynamisme de la coopérative et à l'appui de l'ensemble des institutions publiques locales. La plupart des producteurs sont coopérateurs et proviennent de trois pôles de production, qui correspondent à des villages situés à 5 km, 15 km et 20 km de la ville centre, respectivement pour le pôle 1, 2 et 3. L'échantillon d'acteurs (29 acteurs) interviewés a été constitué pour avoir une représentativité satisfaisante des intervenants actifs dans l'APL. Ainsi, il comprend des agriculteurs qui appartiennent à chacun des trois pôles de production et qui sont représentatifs de la diversité des systèmes de production (17), un représentant du syndicat agricole, des intermédiaires (3), des représentants des institutions publiques locales (5) et des représentants des institutions publiques territoriales actives au niveau du dispositif de gouvernance territorial et dans l'APL (3).

Situation en 2008

Dans le schéma ci-dessous (figure 3), nous avons représenté le réseau des acteurs construit à partir des fréquences des communications significatives entre acteurs puis nous avons qualifié les liens dans les différents groupes identifiés.

L'analyse de réseau montre que le réseau social des acteurs de l'APL Goyave est structuré en un centre et des groupes périphériques peu liés entre eux. Il n'y a pas d'acteurs isolés. L'algorithme des factions nous a amené à identifier quatre groupes distincts, dont deux sont composés uniquement d'agriculteurs et les autres plus hétérogènes.

FIGURE 3 – Le réseau de l'APL Goyave en 2008



Au regard des indices de centralité, un acteur apparaît particulièrement central dans le réseau. Il s'agit de IPL1 (cercle rouge en haut du graphe de la figure 3) qui a le maximum pour tous les indices de centralité. Il est lié à un grand nombre d'acteurs de l'APL et a un rôle de pont entre les différents groupes. Les acteurs des institutions publiques territoriales ont des liens avec des acteurs centraux, ce qui leur permet d'avoir un indice de proximité (*closeness*) relativement élevé malgré des liens limités en nombre (degrés). Les indices de centralité nous permettent également d'identifier l'acteur Int1 (cercle rouge en bas à gauche du schéma de la figure 3), lié seulement à l'intermédiaire Int3 qui est pour sa part très central et à deux acteurs IPT. Cet acteur est le président de la coopérative qui achète une grande partie de la production. Les trois acteurs IPT (cercle en bas à droite du schéma de la figure 3) n'ont pas des liens avec beaucoup d'acteurs du réseau mais sont liés aux acteurs les plus centraux (d'où des indices de *closeness* non négligeables).

Il est alors possible de caractériser les types de relations qu'entretiennent les acteurs dans l'APL, à l'aide de l'approche des proximités, qui intègre

la dimension spatiale dans l'analyse des processus d'action collective des acteurs. Nous considérons ici que l'ensemble des acteurs locaux (habitants dans la municipalité de Dom Eliseu) se trouve dans des situations de proximité géographique (plus ou moins forte) qui ne sont cependant pas forcément activées et ne correspondent pas nécessairement à des proximités organisées.

Ainsi, les coordinations par des proximités organisées selon des logiques de similitude dominent dans les trois pôles de production. Les entretiens réalisés nous montrent que les acteurs de ces pôles, peu mobiles, sont insérés dans des communautés depuis un certain nombre d'années et ont des activités relativement semblables. Dans les pôles 2 et 3, l'élevage est dominant tandis que l'on retrouve majoritairement des activités agricoles dans le pôle 1. Ces acteurs entretiennent le plus souvent beaucoup de liens familiaux dans le village. Néanmoins ils sont également en contact avec d'autres acteurs, extérieurs au village, avec lesquels ils se coordonnent davantage selon une logique d'appartenance. Ces contacts peuvent également faire évoluer leurs représentations et le mode de coordination qu'ils adoptent dans leur village. Aussi le niveau d'intégration au marché à travers le développement des cultures de rente peut faire évoluer les modes de coordination. On observe également un gradient de l'importance de la logique de similitude. Ainsi, deux des pôles (pôle 2 et pôle 3) sont relativement isolés et les agriculteurs qui les composent entretiennent des liens familiaux forts. Le premier dispose d'organisations sociales à travers la paroisse, le sport, et le développement du village, tandis que l'autre ne dispose que d'une association de producteurs. Le troisième village (pôle 1) est très proche de la ville et dispose de différents types d'organisations sociales (association de producteurs, paroisse, club sportif) : du coup, les agriculteurs ont tendance à vivre en ville et à ne venir sur leurs terres que pour les opérations culturales. Des liens forts entre les agriculteurs de ce pôle persistent encore en 2008.

Devant la nécessité de vendre collectivement pour pouvoir trouver des débouchés à la production de goyave, les institutions publiques locales ont mobilisé et activé les logiques d'appartenance de la proximité organisée déjà existantes entre les leaders des pôles et les institutions publiques. Les difficultés de commercialisation amènent ces acteurs locaux à mobiliser les institutions publiques territoriales *via* le Codeter. Ces coordinations avec des acteurs plus éloignés ont joué un rôle important. Celles-ci sont ainsi davantage de type proximités géographiques temporaires et proximités organisées selon une logique d'appartenance. Elles correspondent aux coordinations qui se sont créées et se sont consolidées au cours des réunions régulières du Codeter, complétées par des communications *via* les NTIC et par la gestion des projets de développement de l'APL goyave mis en œuvre par le Codeter.

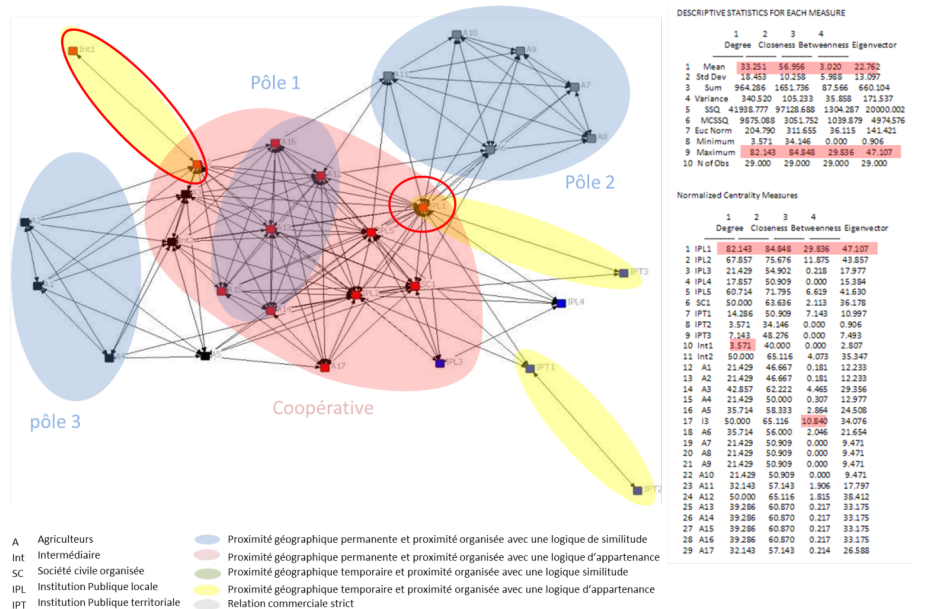
Aussi, des représentants des institutions publiques au niveau régional, également responsables de l'animation du Codeter, ont entretenu des relations régulières avec les acteurs locaux, ce qui a permis la mise en relation avec des acteurs régionaux de la filière et ouvert des débouchés commerciaux.

Avec le développement de la production, les proximités organisées locales se sont renforcées autour de la coopérative et ont facilité le fonctionnement de cette dernière, mobilisant ainsi des agriculteurs élus et des institutions publiques tels qu'une entreprise publique d'assistance technique, la préfecture et les banques. Leurs relations fréquentes autour d'un projet commun a permis de créer ce type de relation. Leur proximité géographique facilite le renforcement de ces liens basés sur une confiance et une articulation des différentes compétences locales dans la filière.

Situation en 2012

L'analyse montre que le réseau est devenu plus dense (augmentation du degré moyen), en particulier dans le groupe central. Deux groupes restent cependant plus détachés du centre. En observant les factions, un groupe s'est dispersé, laissant apparaître des acteurs isolés et des acteurs en position d'intermédiaires ce qui constitue potentiellement une source de pouvoir.

FIGURE 4 – Le réseau de l'APL goyave en 2012



L'analyse des données issues des mesures de centralité nous montre que IPL1 (cercle en haut à droite du schéma de la figure 4) reste l'acteur le plus central et reste en lien avec les IPT. La centralité de Int3 a diminué mais cet acteur se retrouve l'unique acteur en lien avec Int1 qui est le principal client de la coopérative (en haut à gauche du schéma de la figure 4) .

Les coordinations correspondant à la logique d'appartenance sont plus nombreuses que dans la période précédente, et cette dernière tend à supplanter la logique de similitude qui régissait les coordinations entre acteurs dans les communautés. Une grande partie des agriculteurs du pôle 1, proches de la ville, y habite désormais, rendant la logique de similitude moins forte. Les liens répondant à une logique de similitude se sont également réduits au niveau du pôle 3. Un conflit a éclaté concernant le mode de gouvernance de la coopérative. Certains acteurs se sont davantage impliqués dans la coopérative, tandis que d'autres s'en sont éloignés, s'organisant davantage autour de leur logique de similitude propre, mais plus réduite.

L'intermédiaire Int3, qui est également producteur de goyave, se retrouve ainsi le seul acteur en relation constante avec le client principal de la coopérative, ce qui lui permet de détenir un pouvoir considérable sur l'ensemble du dispositif. Le réseau a tendance à se polariser et il n'y a plus d'acteurs qui entretiennent des relations de proximité à la fois dans les pôles et au sein de la coopérative. La continuité des types de coordination n'est ainsi plus assurée. Les logiques d'appartenance entretenues par les proximités géographiques temporaires ne sont plus qu'unilatérales et se maintiennent surtout du fait des liens institutionnels qui relient les acteurs, car la Codeter n'exerce plus cette action de liant et d'appui à l'APL. Le réseau professionnel en dehors de l'APL se limite à quelques personnes, alors que de grandes difficultés d'adaptation aux contraintes de la filière (maladies, irrigation, défi de la production durable, ouverture à d'autres partenaires...) se font sentir.

2.2 L'APL Açaï, des logiques de similitude peu propices à la coopération régionale

Présentation de l'APL Açaï

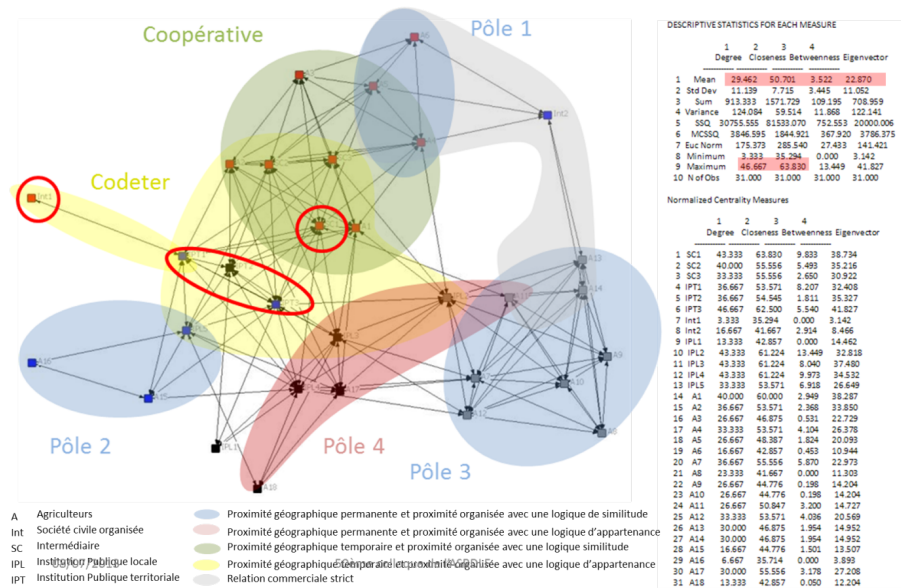
La délimitation et les caractéristiques de l'APL Açaï sont moins clairement définies que celui de la goyave au niveau du Codeter, en raison du caractère très dispersé de la production. Cependant, les efforts des institutions régionales se sont concentrés sur la valorisation de l'usine de transformation d'une coopérative par un investisseur et entrepreneur privé, les coopérateurs n'ayant pourtant pas de grosses capacités de production d'açaï. La réussite des initiatives engagées passe alors par la mobilisation des potentiels d'ex-

traction de l'açaï à un niveau davantage régional. L'échantillon représentatif des acteurs impliqués dans cet APL (31 acteurs) comprend des acteurs des institutions publiques territoriales (3), des acteurs des institutions publiques locales (5), des représentants de la société civile organisée (3), des intermédiaires (2) ainsi que des producteurs des quatre pôles de production de cette région (18) qui présentent chacun des caractéristiques distinctes : un village proche lié à la coopérative, une coopérative d'amérindiens de collecte d'açaï, un pôle de production traditionnel et un pôle de plantation en développement.

Situation en 2008

En première observation, le réseau n'est pas particulièrement structuré autour d'un centre. Nous pouvons repérer des groupes relativement densément liés. Un acteur intermédiaire Int1 est isolé (cercle en haut à droite du schéma de la figure 5), seulement lié à un acteur d'une institution publique territoriale, IPT1. Nous pouvons aussi remarquer un acteur (Int2) qui lie deux groupes par ailleurs non connectés.

FIGURE 5 – Le réseau de l'APL açaï en 2008



Les mesures de centralité nous montrent que les indices moyens des centralités sont plus faibles que pour l'APL Goyave, y compris pour l'acteur le

plus central, SC1 (cercle en haut à droite du schéma). Les IPT se trouvent au centre du réseau (cercle le plus bas du schéma). L'algorithme des factions identifie des groupes mais qui ont une portée explicative moindre que précédemment. Nous pouvons cependant identifier des groupes qui correspondent effectivement à des organisations ou à des groupes d'acteurs proches géographiquement.

Les pôles 1, 2 et 3 correspondent à des communautés traditionnelles. Des référentiels marqués s'y sont construits au fil des ans, les pôles sont relativement isolés et peu de lien existent entre les acteurs des différents pôles, distants géographiquement. Dans ces trois pôles, l'açaï est consommé traditionnellement depuis longtemps. Lorsqu'il s'est révélé un véritable potentiel économique, les agriculteurs ont commencé à gérer les espaces forestiers en vue de densifier la présence du palmier. Dans le pôle 4, l'agriculture est bien développée et des coordinations fortes se sont construites à travers des relations fréquentes entre les leaders de communautés proches de la ville et les institutions publiques locales (en particulier l'Emater) autour de projets de développement agricole. Ces coordinations suivent davantage des logiques d'appartenance, renforcées par une proximité géographique forte. L'açaï n'est pas consommé traditionnellement mais constitue une opportunité économique qui demande une artificialisation du milieu (irrigation). Des plantations d'açaï ont ainsi été mises en place dans les parcelles collectives des différents villages proches de la ville centre de la municipalité (Capitão Poço).

Un autre type de coordination s'est construit, depuis les années 90, entre les agriculteurs de la coopérative, pourtant éloignés géographiquement. Des projets collectifs ont été menés autour de la production de fruits. Mais c'est surtout la dynamique autour de la formation par alternance (de nombreuses formations ont été mises en place, entre cours en salle et expérimentation agro-écologique dans l'exploitation, et des promotions d'élèves agriculteurs ont été formées) qui a réellement rapproché les agriculteurs. Ces initiatives ont permis aux agriculteurs, à travers la construction d'un référentiel commun, la mise en place de coordinations suivant davantage une logique de similitude.

Nous pouvons aussi identifier un groupe d'acteurs qui entretient des relations de proximité géographique temporaire suivant des logiques de similitude. Correspondant aux liens créés et/ou renforcés par le Codeter, elles permettent de rapprocher les acteurs de différents pôles de production susceptibles de donner une cohérence à une filière locale de l'açaï. Pendant cette période, alors que l'usine de transformation de la coopérative est hors d'usage, un intermédiaire (Int) qui entretient des relations fréquentes avec

IPT1 souhaite investir dans la transformation locale de l'çaï. Celle-ci, grâce à l'amélioration de la qualité du produit et les relations privilégiées avec les agriculteurs, semble constituer un avantage compétitif par rapport à une filière plus longue constituée d'intermédiaires transporteurs tels que Int2.

Situation après 2010

En 2012 le réseau a évolué. L'acteur Int1 isolé en 2008 devient central (cercle en haut du schéma de la figure 6) tandis que les acteurs des IPT (cercle en bas à gauche et en bas à droite du schéma) se retrouvent isolés. En revanche, les groupes identifiés par l'algorithme des factions n'ont pas beaucoup évolué.

Les mesures de centralité nous permettent cependant d'analyser le réseau de manière plus précise. Nous pouvons relever que le nombre moyen de liens a diminué. L'acteur SC1 (cercle en bas à droite du schéma de la figure 6) reste le plus central mais l'acteur IPL2 se distingue également avec une centralité d'intermédiation forte.

Lorsque nous analysons les dynamiques de proximités, nous identifions à nouveau les pôles de production 1, 2 et 3. Le pôle 4, qui se coordonnait selon une logique d'appartenance, s'est scindé en deux groupes avec l'émergence de la coopérative d'Amérindiens appuyée par IPL2 d'un côté et le développement des projets collectifs de plantations d'çaï dans l'autre. Les formations par alternance et les projets maintiennent la proximité temporaire de type logique de similitude des acteurs de la coopérative.

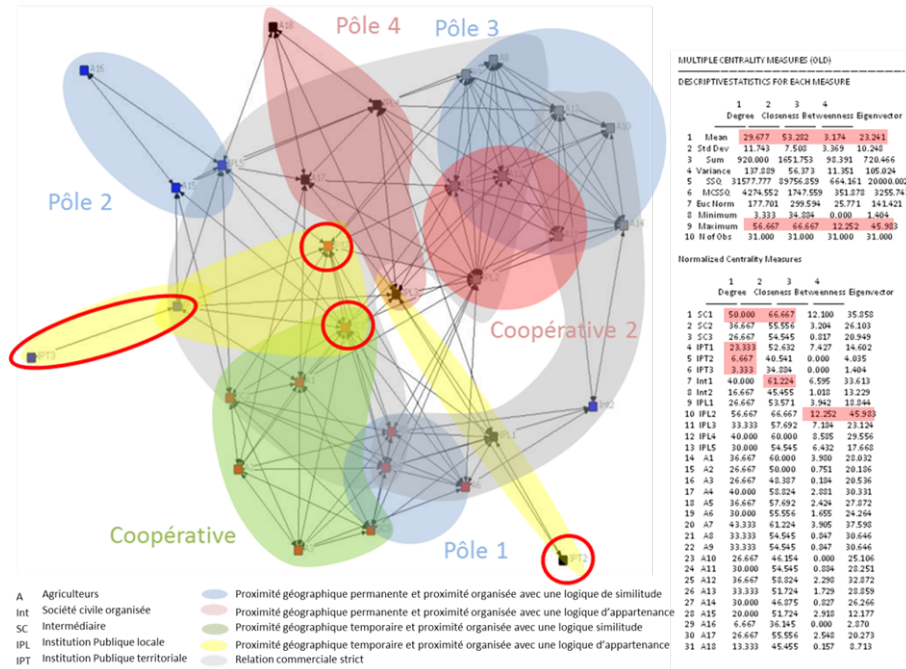
Cependant les proximités temporaires de type appartenance sont éclatées et ne permettent plus de lier les différents pôles de production. Ce type de coordination est maintenu seulement avec le groupe de la coopérative car des projets du territoire sont encore en cours. Les relations qui lient les différents pôles sont dorénavant davantage de type marchand autour de l'acteur Int1 et la collecte/transformation de l'çaï. La diminution de l'activité du Codeter n'a pas permis à Int1 d'activer les proximités qui s'étaient créées entre les différents pôles de production. Il se retrouve en compétition directe avec d'autres intermédiaires, qui n'ont pas d'ancrage territorial.

Conclusion

L'objectif de cet article était de réussir à caractériser le fonctionnement des coordinations dans des dispositifs d'appui aux filières agricoles.

Les analyses des réseaux sociaux permettent de positionner des acteurs dans les réseaux et les chaînes relationnelles en jeu dans les processus d'action collective et l'analyse des dynamiques de proximité qualifie les interactions entre les acteurs. Le croisement entre les deux éclaire le fonctionnement des

FIGURE 6 – Le réseau de l'APL açai en 2010



coordinations dans les APL. Nous pouvons ainsi, dans une approche dynamique, analyser l'évolution des configurations des réseaux sociaux et donner des éléments explicatifs grâce à des entretiens ethnographiques poussés. L'analyse des proximités facilite cette approche.

Notre étude montre le caractère moteur du dispositif de gouvernance territorial (Codeter) dans la construction de nouvelles proximités organisées autour des filières agricoles. Ces proximités rendent possible la structuration des APL. Mais c'est par l'articulation et le *continuum* entre les différentes proximités aux différentes échelles permis par le Codeter que l'APL peut se développer durablement. Ceci rend en effet possible l'échange entre des acteurs peu enclins au dialogue. Par exemple les institutions régionales dont les capacités d'expertise et les possibilités d'accès aux ressources extérieures sont reconnues peuvent mieux s'articuler avec des acteurs locaux, dotés d'une connaissance fine du local et d'un lien social privilégié (selon des logiques de similitude ou des logiques d'appartenance) grâce à la proximité géographique permanente. Ces dispositifs bénéficient alors d'un ancrage

local fort des activités mais aussi d'une plus grande adaptation due au processus d'innovation potentiellement renforcé par les liens extérieurs à l'APL. Cette articulation, entretenue par le Codeter en 2008, se fragilise dans les deux APL en 2012. Dans l'APL goyave, une grande partie des producteurs et acteurs locaux sont liés par des proximités organisées relativement fortes (malgré des conflits) mais le sont peu aux Institutions publiques territoriales. Dans l'APL Açai, par contre, l'action des institutions publiques territoriales est plutôt forte mais sans réussir à mobiliser les producteurs. Elles n'ont pas su en effet valoriser les proximités locales.

L'action du Codeter n'a pas été assez structurante et ne s'est pas suffisamment inscrite dans la durée pour que des coopérations fortes entre les groupes d'acteurs se maintiennent après l'arrêt des financements liés au fonctionnement du Codeter (coûts de déplacement, alimentation pour les réunions et salaire de l'animateur). Les groupes d'acteurs évoluent alors de manière plus indépendante les uns des autres, ce qui conduit à leur fragilisation face aux contraintes extérieures. La formation des agents de développement local doit être poursuivie pour dépasser ces difficultés conjoncturelles.

Dans cette communication, la proximité géographique a été déclinée en « près » (au niveau municipal) et « loin » (au-delà de la municipalité et des municipalités voisines). Pour avoir une caractérisation plus fine, il devrait être possible de mieux valoriser les apports des approches spatiales pour tester les corrélations entre différents types de proximité. Les interprétations issues des réseaux sociaux spatialisés doivent être approfondies pour fournir une véritable valeur ajoutée dans la compréhension des fonctionnements des coordinations. D'autre part, nous n'avons pas ici rendu compte des contextes sociopolitiques et des dispositifs de gouvernance territoriale dans lesquelles s'insèrent ces réseaux socio-économiques qui ont un rôle déterminant. Nos travaux en cours visent ainsi à mieux intégrer ces différents aspects à l'analyse des réseaux socio-économiques.

Annexe : Les Arrangement Productifs Locaux

On retrouve une expérience voisine des districts, appliquée aux pays émergents, et tout particulièrement à certaines régions d'Amérique du Sud comme le Brésil, avec les APL (*Arranjos Produtivos Locais* ou *Local Productive Arrangements*). Cette notion se présente à la fois comme une réinterprétation des travaux sur les systèmes localisés et un prolongement des recherches réalisées par des auteurs comme Schmitz, à l'*Institut of Development Studies* (IDS) de l'Université du Sussex, qui ont retenu la dimension de compétence sociale de l'approche en termes de districts (Schmitz, 1995

[235]). Le terme d'arrangement, plus léger que celui de système, fait référence au fait que l'on se trouve, dans de nombreuses régions en voie de développement, dans une logique de relations que l'on ne peut totalement qualifier de systémique, et que les interactions que l'on y constate sont parfois seulement naissantes.

Aussi les APL sont-ils tout d'abord définis en termes très larges, comme des agrégations territoriales d'agents économiques, politiques et sociaux, concentrées sur un ensemble spécifique d'activités économiques qui présentent des liens entre elles, ces liens pouvant être lacunaires ou à consolider (Cassiolato et Lastres, 2003 [57]). On voit que les dimensions d'agglomération et de regroupement, en particulier de firmes de petite dimension, tiennent ici un rôle très important, plus parfois que les interactions. Les groupes d'acteurs se présentent en effet souvent sous des formes incomplètes par rapport aux districts ou *clusters* canoniques : il y a peu d'interactions ou peu d'engagement des institutions d'appui par exemple. Toutefois, on considère que les ensembles ainsi identifiés peuvent bénéficier de formes d'action collective ou de l'efficacité d'un regroupement, et ainsi contribuer à créer des externalités locales ou favoriser l'apparition de processus de développement.

En raison de leur caractère fragile et évolutif, ces systèmes doivent être abordés de manière différenciée selon leur stade d'évolution. Selon Schmitz, les institutions étatiques ne peuvent pas créer de toutes pièces des organisations industrielles compétitives qui bénéficient d'une efficacité collective. Cependant, une fois que l'initiative privée a contribué à un minimum de concentration d'activités et de savoir-faire industriels, ces institutions peuvent jouer un rôle important en aidant cette organisation à se développer et à innover. On doit également noter que cette analyse s'inscrit dans une optique de changements technologiques. L'APL est en effet considéré comme un dispositif d'innovation local au sein duquel un ensemble d'institutions en interaction contribuent au développement et à la diffusion de technologies (Cassiolato et Lastres, 2003 [57]). Ainsi tous les efforts doivent être entrepris pour mettre en place un environnement propice à l'innovation, considérée comme le facteur clef de la compétitivité. Dans cet objectif, ce dernier doit valoriser en premier lieu l'éducation, l'apprentissage et la connaissance.

Analyse et modélisation de la morphogenèse du réseau des rues

Philippe BONNIN¹⁰ et Stéphane DOUADY¹¹

Nous voudrions exposer et proposer à la discussion les questions de métrique, de distance et de centralité « simplex » mises en œuvre dans la recherche que nous menons sur le réseau viaire des villes en vue de modéliser sa morphogenèse¹².

La ville, objet complexe s'il en est, est constituée d'un ensemble très élaboré de structures (infrastructures et superstructures), de fonctions et d'activités, d'espaces et d'usages, de types de bâtiments et de voiries, de moyens de transport, mais aussi de structures sociales, de commerces, de processus de fixation de la valeur économique, de politiques administratives, de décisions innombrables, etc., le tout visant à maximiser les possibilités d'échanges matériels et symboliques entre ses habitants. Ces activités innombrables se réalisent dans le libre arbitre de chaque citoyen que la démarche scientifique n'a pas pour objectif de remettre en question. Cet ensemble de faits est si complexe qu'il n'est nullement question pour nous de tenter de le modéliser dans sa globalité. Ces simples rappels, qui pourraient paraître superflus, ne sont pas toujours inutiles.

Cependant, chacun de ces registres de faits, chacun de ces types d'activité fait l'objet de démarches de connaissance et de recherches scientifiques nombreuses et fort avancées. Ces démarches visent à dégager d'un grand nombre de faits observables - qui peuvent paraître sans raison ou sans ordre à l'observateur inattentif, voire déterminés par un trop grand nombre de paramètres - des régularités, des lois probabilistes ou des règles d'organisation sous-jacente qui en donneront ce que l'on appelle une compréhension, une maquette, voire un modèle.

Qu'un modèle reproduise exactement les faits observés, ce qui est théoriquement possible, et l'on se retrouve dans la métaphore de la carte à l'échelle

10. Directeur de recherche CNRS, Directeur du laboratoire Architecture Urbanisme et Société / UMR 7218 LAVUE.

11. Physicien, Directeur de Recherches CNRS, directeur de l'UMR MSC de Paris 7.

12. La recherche qui est présentée ici, d'abord soutenue par CNRS dans le cadre du PIRVE (Programme Interdisciplinaire de Recherches Ville-Environnement), et maintenant du programme ANR « MoNuMoVi », est issue des travaux de l'équipe pluridisciplinaire MORPHOCITY, animée conjointement par Ph. Bonnin (CNRS-AUS-LAVUE) et S.Douady (CNRS-MSC), composée de Thomas Courtat (doctorant MSC), Clément-Noël Douady (AUS-LAVUE), Jean-Pierre Frey (CRH-LAVUE), Patricia Bordin (ENSG & Géospective), Pierre Vincent (Z-Studio), qu'ont rejoint successivement, deux doctorantes : Claire Lagesse et Wang Xi et Magali Watteaux (post-doc).

1/1, grandeur nature, que José Luis Borgès a savamment décrite. Un vrai modèle est donc à échelle plus réduite que la réalité, qu'il a précisément pour but de résumer et de simplifier, à condition d'en avoir saisi les traits principaux, significatifs, déterminants. Autre rappel « superflu » qu'il est utile de rappeler.

L'outrage modélisateur

Car lorsqu'on aborde l'analyse des réseaux viaires urbains, dans l'optique d'une modélisation de leur morphogenèse, on se heurte très rapidement à des réactions outrées qui reposent en grande partie sur l'oubli de ces évidences. Le réseau des rues n'est pas la ville, et la représentation de ce réseau n'est pas l'objet-même. Chacun sait par expérience que sa représentation graphique - le plan de ville - est un outil des plus performant qui soit, élaboré expressément en ce sens, et nous donne prise sur son espace, nous permet d'y avoir accès mentalement et matériellement. Il nous donne l'impression d'une forte compréhension, au point parfois de confondre la représentation et la réalité. Mais le réseau des rues n'est pas la ville, il n'en est qu'une infime partie... peut-être pas la moins intéressante ni la moins pertinente à étudier, pour offrir non seulement aux scientifiques, mais surtout aux acteurs de la ville et aux habitants, une « prise » sur la réalité.

À partir d'une description la plus simplifiée possible du réseau et de son évolution historique, de l'analyse de ses propriétés, de ses règles de constitution et de croissance, et de leur projection sur l'avenir, ce sera la proximité des résultats ainsi obtenus avec la réalité observable qui sera la marque et le critère d'une bonne compréhension (une prédictibilité en quelque sorte). Au-delà, la valeur ou la performance d'un modèle se mesure à ce qu'avec très peu d'éléments de départ, il est cependant capable de reproduire un grand nombre de phénomènes observables, dans différents champs de la réalité.

Des données « appauvries », mais spatialisées

La stratégie d'une recherche modélisatrice sera donc de simplifier ou d'épurer les données de l'observation, de n'en retenir que la partie pertinente. On pourrait dire « d'appauvrir » les *data*, de ne retenir qu'un seul aspect du phénomène : la description de la forme (la position dans l'espace) de ce réseau, aspect dont nous faisons l'hypothèse qu'il condense (qu'il a condensé durant l'histoire de la ville) à lui seul bien plus d'information qu'on ne l'imagine, ou plutôt une information bien plus cruciale et qui demeure enfouie.

On fait donc ici le pari de ne considérer dans la ville que sa trace spatiale la plus élémentaire, celle du réseau viaire, lui-même réduit à son expression géométrique la plus simple de lignes (constituées par l'axe des voies), indifférenciées, mais inscrites dans l'espace géométrique et géographique. La figuration d'un réseau viaire brut, débarrassé de toutes les qualités de l'espace urbain vécues et mises en œuvre au quotidien, sans indication d'usage, de nom, d'ambiance ni de largeur des voies, compose une structure filaire (un graphe) où ne sont figurées que des lignes, décomposables en segments, de longueurs et d'orientations différentes, qui se joignent ou non à leurs extrémités. Ces données « appauvries » conservent néanmoins une information importante, cruciale même, charge à nous de la faire émerger à *partir de cet élément seul*. On pourrait dire que notre but est au départ d'essayer de la retrouver automatiquement, à partir de cette information « géométrique » uniquement. C'est une approche de la modélisation que l'on peut qualifier de radicale. Mais nous l'avons construite conjointement, entre physiciens, mathématiciens appliqués et informaticiens d'une part, et urbanistes ou spécialistes de l'urbain dans différentes disciplines des SHS (histoire, archéo-géographie, anthropologie). Nous nous donnons justement pour tâche de chercher à en tester la robustesse et la validité, ou les limites, après les succès que ces principes méthodologiques ont connu dans des recherches précédentes (Douady, 2006 [84] ; Bonnin, 1983 [42]).

Si cette information donnée par le « squelette » et sa forme est pertinente par rapport à la « physiologie urbaine », à son fonctionnement, qu'elle en retient une propriété structurelle centrale, alors peut-elle nous instruire sur la manière dont elle s'est formée progressivement (ou brutalement selon le cas d'espèce), et par conséquent nous permettre de reproduire cette morphogénèse ?

De la robustesse des voies

Le fait que la voie soit un élément aussi important de la ville vient non seulement de son usage constant (pour la circulation des personnes, le transport des biens, leur échange) pour le repérage quotidien - par numérotation le long d'une rue donnée, contrairement aux rares systèmes de numérotation par îlot - mais aussi du fait qu'il s'agit d'une structure extrêmement pérenne de la ville.

Les bâtiments sont périodiquement détruits et reconstruits (pour des raisons variables), et changent la physionomie et l'usage d'une ville. Néanmoins la structure des voies est conservée le plus souvent, et varie beaucoup moins dans le temps et dans l'espace : le vide y est plus robuste que le plein (ou

l'artère que la chair). Cela provient en particulier du fait qu'un bâtiment est un objet essentiellement local, alors que la voie est un objet global (à l'échelle de la ville), faisant lien entre des lieux distants. Elle fait intervenir dans sa définition non seulement toutes les habitations qui la bordent, et tous les occupants qui vivent le long de celle-ci, de par la nécessité de l'*accès* et de la *desserte* de chaque lieu habité (Bonnin, 2000 [41]). Mais même potentiellement tous les habitants de la ville qui sont susceptibles de l'emprunter dans un trajet entre deux lieux dont elle n'est pas nécessairement point de départ ou d'arrivée, de par la nécessité permanent du lien et de l'échange, du *passage*.

Ces besoins de l'*accès* comme du *passage* - commun à toutes les sociétés - est la première raison de la pérennité d'une rue. Fait remarquable : même alors que la ville peut avoir été totalement rasée par une catastrophe d'origine humaine ou naturelle, le soubassement renforcé ou bétonné des voies carrossables résiste à nombre de dégradations, mieux que les superstructures aériennes du bâti urbain, et permet tout d'abord le déblaiement des ruines (à Dresde, Caen, Le Havre, comme à Taro ou à Sendai), puis une circulation très rapidement restituée. On a pu l'observer une fois encore au Japon, dans le Tohoku, après le tsunami du 11 mars 2011 (figure 7) Une voie (parfois en tranchée, en pont ou en tunnel) est un équipement collectif précieux et coûteux.

Historiquement, on sait aussi que le maillage des voies a résisté à la grande déprise urbaine qui a suivi la fin de l'empire gallo-romain - moyennant une phase très intéressante de réinterprétation du réseau et de redécoupage des îlots autour de l'an mil (voir notamment Pinon, 1980 [201]).

Traversée et distribution

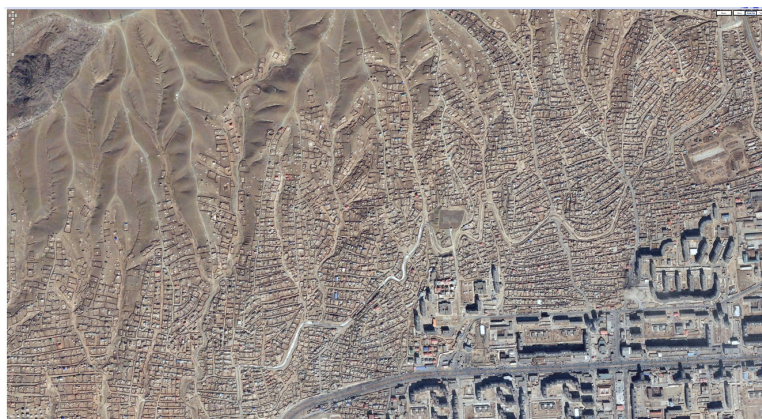
On peut aussi concevoir que la voie est l'indicateur le plus sensible du développement urbain : lors d'un développement urbain grignotant la campagne environnante, l'apparition de nouveaux hameaux et îlots de peuplement se traduit directement par la création de petites routes permettant une desserte locale. Chaque nouvelle maison a en effet besoin d'être desservie. L'apparition et la multiplication de ces voies courtes, leurs positions et leur nombre, traduisent directement le fait observable de l'expansion urbaine sur un parcellaire rural déjà fortement structuré, et dont les chemins de desserte servent de précurseurs à une première partie des futures voies urbaines.

Dans des expansions « spontanées » de villes, comme par exemple lorsque les nomades se fixent à la périphérie d'Oulan-Bator (figure 8), la fixation s'opère d'abord par l'installation le long des chemins d'accès (en lignes de

FIGURE 7 – Réutilisation du réseau viaire à Taro après le tsunami du Tohoku (Japon, 2011)



FIGURE 8 – La périphérie d’Oulan-Bator



crête ou fond de vallée sèche). Ensuite, la volonté de rester le plus proche possible du centre urbain résultant fait préférer la densification de l’ensemble par l’implantation de l’habitation entre les voies d’accès (« comblement des dents creuses » disent traditionnellement les urbanistes). Dans un cas de figure re-

lativement planifié, cela se fera par de petites opérations de lotissement, et dans un cas d'urbanisme « sauvage » ou parfaitement libre, cela définit des ruelles aux tracés complexes, qui ne sont en définitive que les espaces laissés libres entre les implantations des maisons - espaces de circulation encore une fois indispensables pour l'accès à chaque maison. C'est un phénomène très clairement visible aussi dans le cas des cœurs de villes moyenâgeux, comme dans le cœur ancien d'Avignon, ou les îlots de Venise par exemple, voire au sein des *chô* pourtant quadrangulaires du vieux Kyôto.

Le réseau viaire se développe donc suivant deux contraintes opposées : la *traversée* (d'un bout à l'autre de la ville, le plus librement et facilement possible) et la *distribution* (de chacune des maisons, habitations, immeubles, pris individuellement).

Partant de ces observations, notre équipe a formulé l'hypothèse qu'il devait exister des processus universels robustes, identifiables, et qui devraient permettre *in fine* de fonder une analyse automatique des réseaux de voies (appuyée sur leur histoire et usage) et de construire un modèle de leur développement.

La forme géométrique du réseau : trouver la voie

Pour décrire et analyser cette structure des voies (sans autre information que la position dans l'espace des tronçons), peu de méthodes ont paradoxalement utilisé la géométrie réelle des voies et du réseau (Courtat *et al.*, 2011 [73]). La plupart des méthodes développées en physique privilégient l'approche des « réseaux »¹³ dans leur développement récent ou leur état actuel seul, d'une part, et n'utilisent que l'information à caractère « topologique » (le fait pour un segment de voie d'être « connecté à »), sans se soucier de la manière pourtant physique d'y être connecté, et en particulier sans s'intéresser à l'information géométrique présente à chaque carrefour. Par ailleurs, elles ont tendance à privilégier l'objet « sommet » ou nœud, plutôt que les liens (nos « segments » de voie).

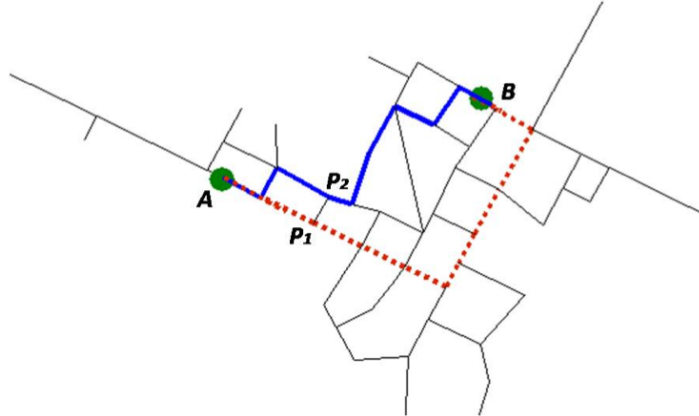
Pourtant, l'appréhension et l'usage quotidien du réseau viaire par les acteurs urbains se basent essentiellement, au-delà de la topologie, sur les qualités géométriques des connections¹⁴.

13. La théorie mathématique des réseaux, ou « théorie des graphes », ayant connu de très importants développements au XX^e siècle, et offrant un outillage considérable. Par ailleurs le développement de l'informatique ayant rendu les nombreux calculs abordables dans des temps raisonnables.

14. Voir par exemple la révolution accomplie dans la modélisation du déplacement des foules lorsqu'on a tenu compte de la stratégie de chaque individu dans son champ visuel,

Pour cela l'élément qui apparaît en définitive essentiel est le fait que la portion de voie initialement empruntée se prolonge « tout droit » ou au contraire « tourne », à gauche ou à droite au carrefour, en changeant de voie. C'est cette différenciation catégorique entre *continuité/rupture* qui est essentielle et qui définit la notion de voie - reconstruite par nos soins - comme *continuité* de segments. Par effet perceptif, comme par effet d'inertie - même à pied il faut ralentir pour tourner, encore plus avec la vitesse et l'inertie d'un cheval ou d'une voiture -, le fait de tourner est tout sauf anodin. Dans la représentation du réseau (Lynch, 1960 [160]), et aussi dans sa transmission orale, on cherche ainsi à minimiser le nombre de *tournants* qu'il faut ou faudra opérer. Par exemple, pour indiquer à un interlocuteur le chemin demandé, un habitant va essentiellement indiquer le chemin « le plus simple », c'est-à-dire celui qui comporte le moins de *tournants*, même si ce n'est pas le chemin le plus court en distance euclidienne (figure 9) (de Certeau, 1990 [59]).

FIGURE 9 – Chemins courts et chemins simples



En pointillés rouges, un chemin p_1 très « simple » (deux tournants) pour aller de A à B , et en trait bleu le chemin p_2 le plus « court » en termes de linéaire euclidien, mais plus complexe (six tournants).

visant à optimiser son chemin. « Comment les piétons marchent dans la foule » in : *La recherche*, 450/2011, p. 56-59. et Moussaïd *et al.*, 2009 [180].

Inversement ce n'est qu'avec une connaissance détaillée du réseau, soit par une longue expérience, soit par l'aide d'un support externe - navigation assistée par ordinateur -, qu'un chemin optimisé mais plus complexe peut être suivi¹⁵.

Cette notion de *simplicité* (« simplex »), en évitant les *tournants* (Moles et Rohmer, 1982 [173]), permet donc de reconstruire et de redéfinir de manière objective le concept de « voie », c'est-à-dire la cohérence des alignements effectifs de segments, indépendamment de leurs identifications sociales (rue, allée, avenue, boulevard, etc.) et de leurs dénominations administratives fluctuantes¹⁶.

L'intérêt de cette structure familière de la « voie », par rapport au segment, est aussi de pouvoir saisir la ville à échelle intermédiaire, les petites rues étant locales alors que les plus grandes avenues peuvent la traverser intégralement (cas fréquent des « pénétrantes » historiques, traces des voies de liaison régionale¹⁷). De fait, on peut noter une grande congruence entre la longueur des voies ainsi reconstruites et leur ancienneté, voire leur « centralité » comme on le verra, sans que cette relation soit biunivoque. Ce qui ne devrait pas, en fait, nous étonner, si nous parvenions à une représentation dynamique et sur le temps long de la morphogenèse urbaine : c'est sur les voies de jonction à l'échelle régionale - d'un hameau de peuplement à l'autre - que s'implantent tout d'abord les premières habitations lors de phases de croissance, et ces voies persisteront en étant progressivement absorbées dans le tissu urbain, servant de support structurant aux voies de desserte.

Une fois les voies redéfinies précisément, on peut mesurer alors leur importance dans l'ensemble du réseau (qui est aussi leur contribution à sa structure), en mesurant leur « horizon », c'est-à-dire la manière dont elles « voient » le reste du réseau : combien de virages sont nécessaires pour atteindre tout autre segment du réseau à partir de cette voie (le segment devenant momentanément l'unité élémentaire d'espace urbain) ? Il s'agit donc bien là d'une mesure de distance, que nous appellerons *distance simplex*¹⁸

15. *Nota bene* : ces notions de « voie » (continuité de segments) et de « chemin le plus simple », ou *distance simplex*, requièrent donc l'information géométrique que nous avons initialement retenue, à savoir l'angle (minimum : en prolongement) que forment deux segments à leur jonction, au carrefour (cependant, plusieurs algorithmes sont possibles pour la reconstruction automatique des voies à partir des segments).

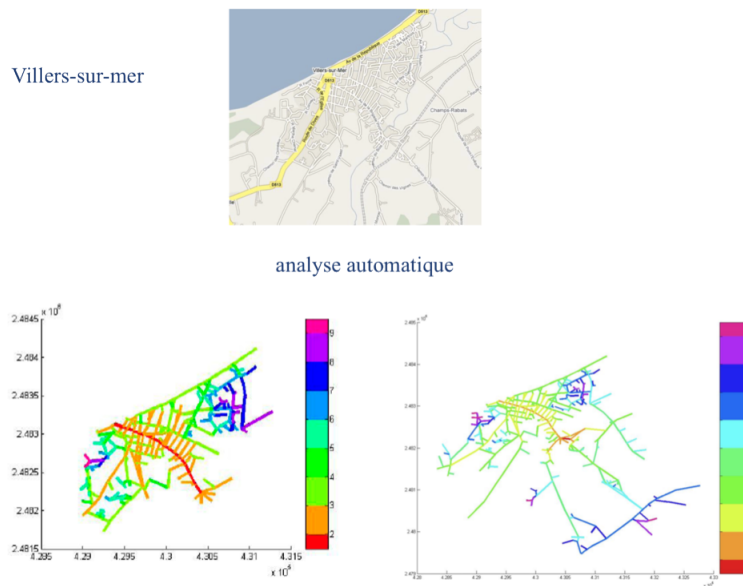
16. Telles qu'elles sont présentées dans les documents, pouvant changer de nom aux frontières administratives, et même dans les bases de données, souvent erronées et incomplètes sur ces questions.

17. Voir les travaux de Magali Watteaux et notamment sa contribution à ces actes.

18. Les autres centralités sont basées sur les chemins les plus courts, comme la « proximité », la « rectitude » et l'« intermédiarité ». À noter que la *betweenness* mesure à notre

pour la différencier des autres métriques existantes. Il s'agit aussi d'une mesure de la « *centralité simplex* » : la voie la plus « centrale » est alors celle qui minimise cette « distance simplex » mesurée en nombre de *tournants*.

FIGURE 10 – Plan, réseau viaire, et analyse du degré de *centralité simplex* des rues



Une fois la rue la plus « centrale » identifiée (en rouge), les autres voies sont tracées de couleurs graduées en fonction du nombre de tournants (changements de voie) à effectuer à partir de la rue centrale. À gauche pour le « centre-ville », à droite en englobant aussi le reste du territoire de la commune de Villers-sur-Mer (Calvados).

De manière systématique, nous avons retrouvé la pertinence de cette analyse dans l'histoire de la construction des villes. Par exemple dans le cas de Villers-sur-Mer (figure 10), on retrouve que la rue principale joint le bourg et l'église à l'ancien petit port, en diagonale par rapport à la plage, et que le long de cette voie principale s'est développée une première structure en arête

avis essentiellement la vulnérabilité d'un réseau en certains de ses points (le pont unique entre deux parties de la ville à cheval sur un fleuve), ce qui ne coïncide en rien avec la notion de centralité urbaine des habitants. Voir en annexe quelques réflexions sur les notions de métrique et de centralité dont nous pensons disposer.

de poisson de petites voies perpendiculaires à l'artère principale, puis que s'est étendu un réseau plus complexe et périphérique desservant des villas (XIX^e siècle), pour culminer avec un ensemble « moderne » extrêmement mal desservi. On trouve aussi que cette analyse est robuste par rapport au découpage de la carte à analyser. Elle n'est pas modifiée par le changement d'échelle.

FIGURE 11 – Plan (début XX^e siècle), réseau viaire brut actuel et analyse de la *centralité simplex* des voies de la ville d'Avignon, *intra* et *extra-muros*



Dans le cas d'Avignon (figure 11), on retrouve également la structuration historique des voies d'accès aux premiers remparts internes, puis aux seconds (plus connus), et l'apparition du périphérique récent, jouant un rôle structurant central (et voulu) dans le réseau viaire actuel. On retrouve l'identification des zones peu (et mal) desservies en périphérie (sans préjuger du caractère volontaire ou subi de cette faible desserte, les deux cas étant apparus), ainsi que les zones en projet de restauration dans le centre ville, car mal connectées et favorisant l'apparition des îlots dégradés. La congruence de l'analyse avec l'expérience concrète des acteurs locaux a été vérifiée, ce résultat (pourtant fruit d'un algorithme purement automatique) apparaissant si trivial et sans contradiction avec « l'évidence » (fruit d'une longue et savante expérience locale en réalité)¹⁹.

Le degré des voies

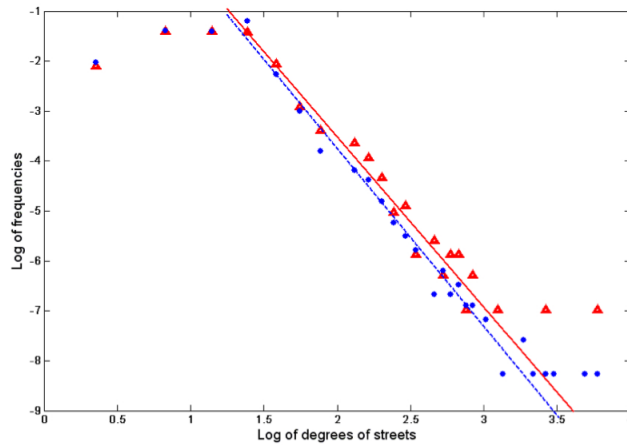
Cette méthode de « synthétisation » des voies permet de dégager des résultats intéressants, comme la mise en évidence d'une distribution particulière du « degré » des rues, c'est-à-dire du nombre de rues qui « intersectent » une rue donnée. Cette distribution est « exponentielle », ce qui veut dire que beaucoup de rues (petites) ont peu de connections, mais que leur longueur augmentant, de moins en moins de voies en ont de plus en plus (i.e. plus les voies sont longues et rares et plus elles ont de connections, figure 12).

Cette belle variation montre qu'il s'agit d'un phénomène continu, quelle que soit l'échelle de la ville, et que d'une certaine manière le petit nombre de longues voies qui coupent toutes les autres (ou plutôt sur lesquelles les autres se sont raccordées ou greffées) permet d'avoir une lecture simple de la ville, comme étant essentiellement desservie par ces quelques grandes voies. C'est précisément cet « algorithme » *simplex* qui a été décrit et observé dans la stratégie des chauffeurs de taxi parisiens ou londoniens (Lynch, 1960 [160]; Pailhous, 1970 [193]).

Cela indique aussi que le réseau viaire est structuré d'une manière hiérarchique. Le fait de retrouver ce type de structure dans toutes les villes à développement lent - mises à part les exceptions planifiées comme Manhattan - montre la prévalence d'un processus de croissance précis, qui remplit parfaitement les besoins d'un usage particulier, articulant les deux besoins « contradictoires » ou plutôt complémentaires (satisfaits selon un équilibre différent selon les lieux et les époques, la médina privilégiant la desserte

19. La rue est en réalité un phénomène bien plus complexe, comme l'a décrit Eric Charmes dans son ouvrage *La rue, village ou décor* [62].

FIGURE 12 – Distribution exponentielle du « degré d'intersections des voies / leur longueur »



seule, le maillage d'Hypodamos de Milet privilégiant la circulation généralisée) entre la traversée et la distribution, et sa nécessaire simplicité de représentabilité pour permettre son appréhension.

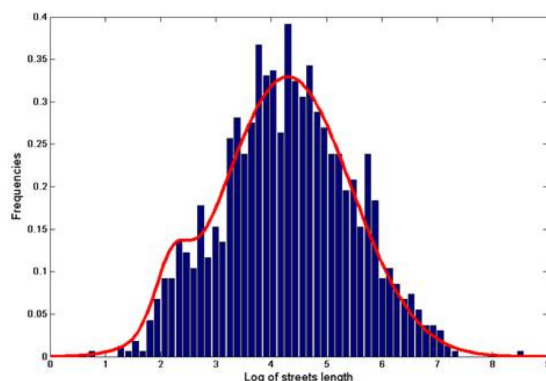
La longueur des voies

Si l'on constitue l'histogramme brut de la longueur des rues, on lui trouve alors une « queue » très longue, difficile à comprendre en l'état. Il est plus intéressant de regarder l'histogramme du logarithme des longueurs des rues, lequel se retrouve plus proche d'une distribution « normale » (courbe en cloche ou « gaussienne », figure 13).

Une interprétation possible du fait que l'on retrouve, en prenant le logarithme des longueurs, une courbe « normale » est que les rues sont formées par processus de redécoupage : sur les longs segments des premières grandes rues viennent s'appuyer (et redécouper l'espace) des rues secondaires, et ainsi de suite, comme le feraient les craquelures dans un faïençage.

Si l'on observe plus en détail cette courbe, on y remarque deux bosses : l'une correspond aux nombreux tronçons de la taille moyenne d'un îlot urbain, un « pâté » de maison ou d'immeubles (autour de 100m). L'autre est plus grande et correspond en fait à la taille des opérations de lotissements

FIGURE 13 – Histogramme du log des longueurs des rues, Amiens



mordant dans la campagne sur des parcelles rurales. Le rapport entre ces deux modes donne donc une mesure de la dynamique d’envahissement de la ville sur la campagne, l’extension urbaine ou *sprawl* (Berque *et al.*, 2006 [35]).

Cette méthode d’analyse fait également émerger des informations que l’on n’avait pas imaginées *a priori*. Comme nous l’avons rapidement indiqué ci-dessus, les zones peu desservies (extrémité basse du gradient de centralité simplex, en bleu-violet sur la figure 11), souvent décriées et associées à des quartiers défavorisés, peuvent être aussi explicitement recherchées pour un entre-soi, car elles correspondent à des zones à faible passage, et donc plus « tranquilles ». C’est un des résultats inattendus de cette analyse.

Cela montre également, encore une fois, que l’espace viaire est soumis à deux exigences en contradiction : celle de la circulation généralisée la plus facile (tout du moins dans le reste de la ville) - injonction qui tendrait à un réseau très connecté et à longues voies -, et au contraire celle d’une cessation de la circulation dans le dernier segment du réseau qui dessert notre propre habitation - injonction qui tend au contraire à un réseau très arborescent et à degré de connectivité faible.

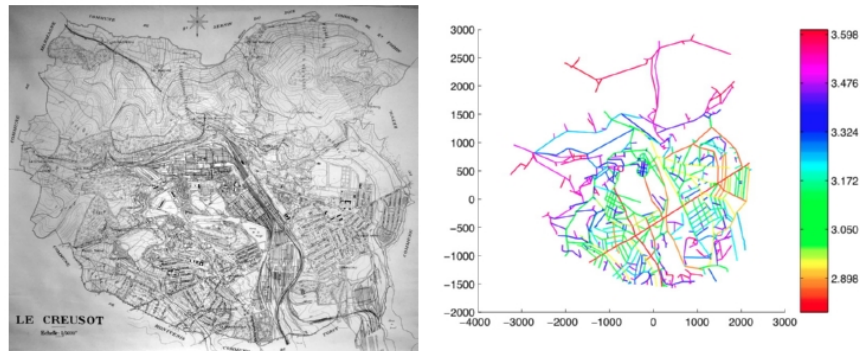
C’est là une autre justification possible de la structure hiérarchique « fractale » de la ville, en sus de la simplicité de représentabilité (pour le chauffeur de taxi que nous avons évoqué par exemple). Il est intéressant de penser que cette structure « hiérarchique » provenant d’un processus possible de construction par redécoupage soit précisément une structure facilement ap-

préhensible et facile pour l'usage quotidien. Cette concomitance, non obligatoire, entre le résultat d'une dynamique de construction et sa qualité d'usage finale, expliquerait que l'on retrouve cette propriété de manière spontanée et universelle.

Des hypothèses d'amélioration urbaine

On peut aisément apercevoir dans cette méthode d'analyse des possibilités d'applications pour les acteurs de l'urbanisme. Dans la ville du Creusot (figure 14) par exemple, bâtie autour de l'usine Schneider, l'analyse fait apparaître la position stratégique centrale (extrémité haute du gradient de centralité) de la voie ancienne rectiligne N-E/S-O qui tangente la ville industrielle, et au contraire un « cœur mort » en plein centre, au milieu de l'usine désormais fermée. Cette analyse devrait permettre de voir, avec la réouverture du périmètre de l'usine au passage public, comment les nouvelles voies prévues contribueront à drainer efficacement (ou non) le centre ville.

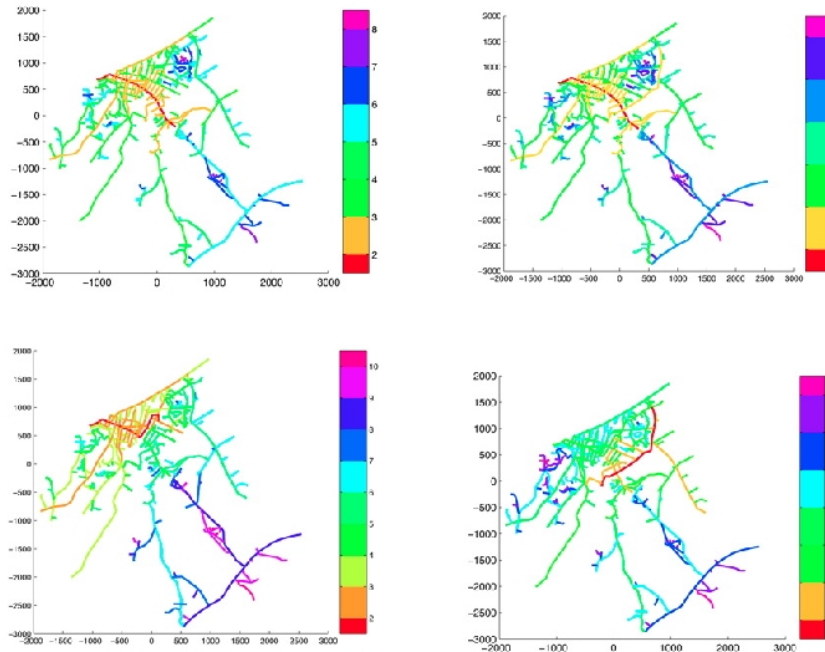
FIGURE 14 – Plan et analyse de centralité de « simplicité » des voies de la ville du Creusot



Dans le cas de Villers-sur-Mer par exemple (figure 15, l'état actuel se trouve en haut à gauche), on peut percevoir l'effet (très faible) de l'introduction d'une jonction « périphérique » en partie moyenne droite (S-O/N-E en orange, figure en haut à droite), permettant le contournement du centre, pourtant composé de commerces et d'habitations, mais peu connecté et mal circulant. On peut aussi voir l'effet de détournement de la rue « centrale » (en rouge en haut à gauche) quand on la coupe, déconnectant la partie ancienne (figure 15 en bas à gauche). De manière intéressante, ce n'est que lorsqu'on

combine les deux opérations (création d'un périphérique *et* coupure - par exemple par mise en rue piétonne - de la rue centrale) que l'on voit alors le périphérique devenir maintenant la nouvelle voie drainante (en rouge en bas à droite).

FIGURE 15 – Hypothèses modificatives du réseau viaire de Villers-sur-Mer

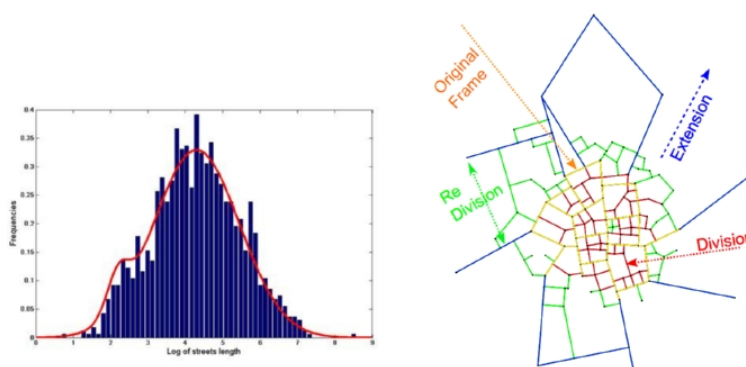


On pourrait aussi rappeler le cas d'Amiens, où l'analyse montre que le boulevard du XIX^e siècle est devenu la voie « centrale » ou que, plus récemment, c'est la voie de contournement de l'autoroute qui a pris cette place. Un tel exemple montrant que ces super-structures routières globales permettent effectivement de réduire la complexité de la ville, et deviennent des lieux de passage quasi obligés.

Cette approche, manifestement pertinente, par les seules propriétés géométriques des rues semble - de manière surprenante - presque « trop » efficace, tant nous sommes accoutumés à penser l'espace urbain à travers de multiples autres objets. Des discussions âpres et passionnées se poursuivent, y compris au sein de notre équipe, sur l'importance d'autres aspects de l'espace urbain, et en particulier sur l'importance des parcelles, largement reconnue par l'ana-

tement, on peut alors définir d’une manière générale un double mécanisme généralisé de création des voies, qui rend compte de la forme particulière de l’histogramme des longueurs (figure 17) : premièrement par redécoupage d’îlots préexistants (parcellaire rural précurseur) pour atteindre la densité urbaine typique (la *division*) ; deuxièmement par extension du réseau viaire à sa périphérie, qui s’opère par la création de rues plus espacées (puisque l’on peut encore profiter de l’espace, l’*extension*). C’est ce double mécanisme d’*extension/division* qui explique la présence des deux pics sur l’histogramme des logs des longueurs de rues (Courtat *et al.*, 2011 [74]).

FIGURE 17 – Le double mécanisme d’*extension/division*



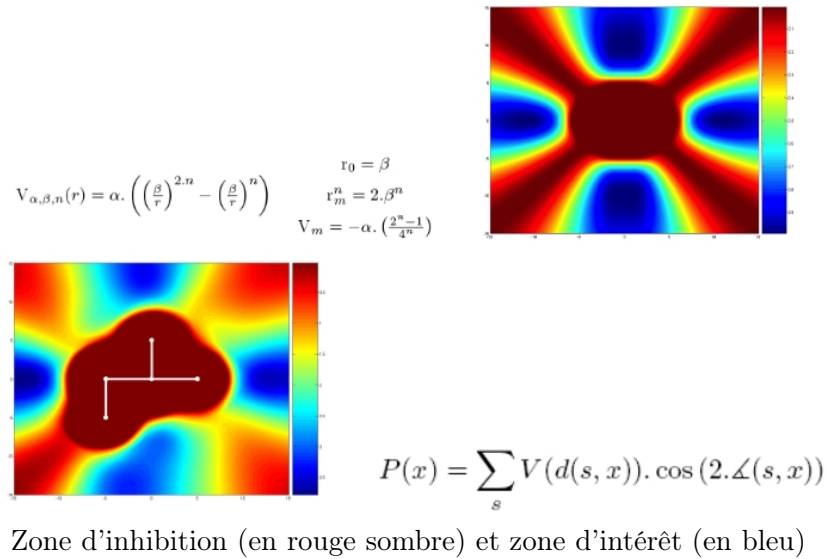
Un premier modèle de croissance

En suivant ces principes, et en exploitant le plus possible les compétences réunies dans l’ensemble de notre équipe - notamment sur les mécanismes d’extensions ainsi décrits par les urbanistes -, on parvient à créer un premier modèle physique de la croissance du réseau, qui ne fait intervenir que les rues (et leur usage intrinsèque) dans la création de nouvelles rues.

Le principe central est qu’autour de chaque rue, des maisons vont venir prendre place (avec un paramètre de taille typique de la parcelle). C’est le cas typique de la figure du « village-rue » décrit par les géographes (Demangeon, 1948 [82]). La présence de ces premières habitations interdit à d’autres maisons de s’installer trop près, créant une *zone d’inhibition* (en rouge sombre sur la figure 18). Simultanément, et réciproquement, le groupement d’habitations pré-existant attire d’autres habitants (recherche de l’échange matériel

et symbolique plus direct), et donc engendre d'autres implantations à proximité : effet de voisinage dont la force va en s'estompant lentement dans l'espace (*zone d'intérêt* en bleu de la figure 18).

FIGURE 18 – Modèle physique de l'implantation



On observe également la tendance à conserver une structuration géométrique avec des directions parallèles et perpendiculaires privilégiées par rapport aux segments de voies existants, et donc l'implantation est inhibée (de manière probabiliste) selon les diagonales (diagonales rouges sur la figure 17). Il s'agit donc toujours d'une *croissance qui se construit sur et en réaction à l'existant*. Cette régulation peut s'avérer néanmoins complexe dans la réalité, ayant à dialoguer avec des éléments directionnels préexistants contradictoires, et subissant également des déformations sous contraintes naturelles (degrés de déclivité, obstacles ponctuels en relief ou en creux, cours d'eau).

Ce « potentiel » règle aussi la croissance du tissu pour qu'il existe un effet de « centre ville », c'est-à-dire que l'attraction du centre plus dense soit plus grande (effet à longue portée). Dans cet espace « potentiel » vont se produire les nouvelles implantations qu'il va falloir relier au réseau de distribution existant, en créant de nouvelles rues, pas à pas, etc.

Bref, crée-t-on ainsi un modèle cohérent d'extension, ne faisant intervenir que les voies elles-mêmes et leur géométrie, s'auto-engendrant. Si la descrip-

tion du mécanisme est exacte, l'algorithme peut alors produire une image plausible de la morphogenèse du réseau.

Un aspect intéressant de ce résultat est qu'en utilisant des paramètres « purement physiques », traduisant de manière concrète le processus d'installation implémenté dans le programme, celui-ci est capable de produire des types de réseaux assez différents et qui ressemblent (en partie) à des portions de réseaux existants.

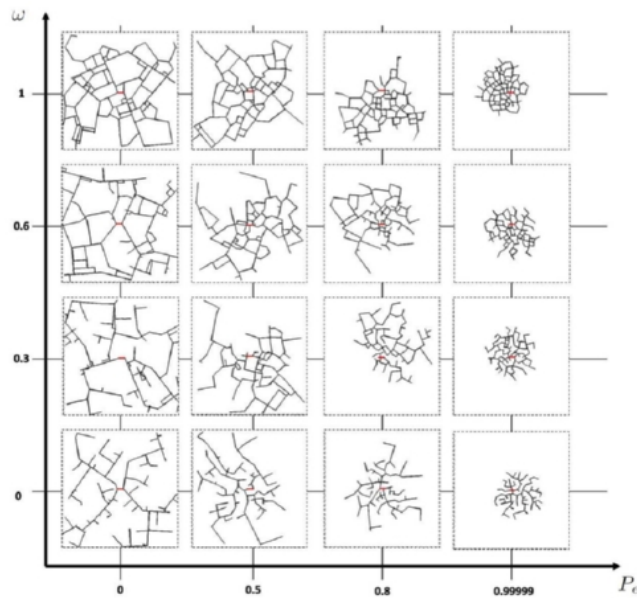
Le deux paramètres essentiels de variations qui apparaissent sont :

1. la proximité des implantations : lorsqu'on cherche absolument à optimiser la position d'une nouvelle implantation, celle-ci se retrouve localisée à la distance limite la plus proche possible des voisins (zones bleues foncées, figure 18). On obtient alors les réseaux plus compacts de la droite du tableau (figure 19). Au contraire, si la position doit être seulement « bonne » sans être « la meilleure », on obtient les réseaux plus dilués et irréguliers de gauche ;
2. la redondance de re-connection au réseau viaire précédent : lorsque elle est fixée au minimum, on ne crée alors qu'une voie - le minimum pour se reconnecter au réseau antérieur, créant ainsi une impasse ; fixée au maximum, on reconnecte les nouvelles implantations au réseau précédent par deux, trois voire quatre nouvelles voies, créant ainsi un réseau redondant de boucles, qui permet une bonne circulation généralisée.

Ce dernier paramètre semble en fait très lié aux rapports des pouvoirs public/privé. Si le pouvoir privé domine (ou la société hiérarchisée), il a tendance à créer des impasses, la satisfaction de son besoin le plus immédiat de connexion au réseau étant satisfait avec la plus grande économie et/ou la plus grande tranquillité. Si l'intérêt public domine, il prend en charge l'intérêt global du réseau, et il force à la re-connection maximum pour le bien collectif (et démocratique), la possibilité de traverser, la pluralité des accès.

Le résultat surprenant de cette approche pourtant formelle, nous l'avons indiqué, est que la multiplication des voies en impasse se retrouve aux deux extrêmes du spectre social : à la fois pour les lotissements de villas cossues, où l'aisance des propriétaires leur permet de faire pièce aux pouvoirs publics, et de disposer d'une distribution tranquille, sans circulation traversante. Soit, à l'autre extrême, dans les bidonvilles ou installations d'*abusivos* qui échappent par nature aux pouvoirs publics, où c'est plus la nécessité qui fait produire les rues de longueur minimale quand bien même la connexion plus grande aux autres quartiers, comme ressources, est souhaitée et potentiellement facteur de développement.

FIGURE 19 – Exemples de résultats de l’algorithme de croissance (compacité en abscisse, connectivité en ordonnée)



On a conscience qu’au-delà de la plausibilité, la règle de la perpendicularité des voies entre elles paraît ici appliquée de manière trop souple.

Lors de nos investigations, cette volonté de création des reconnections par les services d’urbanisme de la ville se manifeste dans des plans d’urbanismes archivés, où les reconnections souhaitées, imaginées, projetées, sont tracées au crayon... mais restent souvent ou longtemps (parfois un quart ou un demi siècle, voire plus, pas de temps élémentaire de la croissance urbaine semble-t-il, de l’ordre d’une génération) lettre morte. L’analyse de l’impact de leur réalisation - non seulement sur le quartier concerné mais également sur le reste de la ville - reste intuitive, alors que des outils plus performants montreraient leur effet à l’échelle générale de la ville.

Développements encore à venir

Si les premiers résultats de cette recherche sont manifestement encourageants, nous avons néanmoins conscience qu’il nous reste à modéliser bien d’autres phénomènes qui ont été momentanément mis en attente. En parti-

culier, un certain nombre de « figures » du développement urbanistique sont apparues récurrentes, et invitent à pousser plus loin l'analyse :

- les « effets d'étranglement » récurrents du tissu viaire aux portes de villes, de remparts, aux passages de ponts ; l'effet en général des dispositifs de sécurisation (fossés, remparts, douanes, octrois) ; la projection à distance de « faubourgs » physiquement détachés du réseau de rues mais qui pourtant font système avec lui ; le processus d'absorption progressive de ces faubourgs et villages avoisinants dans le tissu urbain ;
- les contraintes subies par le tissu urbain au voisinage d'obstacles ou de propriétés géographiques de l'espace urbain (déclivités, fleuves, rivages) ; l'impact d'une organisation sociale plus ou moins hiérarchique (de la ville régulière, régaliennne, à la ville organique, plus ou moins auto-organisée) ;
- le rôle précis des « précurseurs » ruraux et agricoles (orthogonaux souples) dans la morphogenèse du réseau viaire urbain, en concurrence avec les réseaux de voies de liaison régionale (réseaux triangulés), en particulier du réseau hydrologique.
- la re-conformation historique des tissus sur eux-mêmes avec la croissance de la ville et/ou l'évolution des moyens de production et de transport : percées haussmanniennes, naissances des rocade et périphériques ;
- la création de voies par grignotage « négatif » de l'espace disponible ou au contraire par création de lotissement, au réseau interne peu connecté à l'extérieur, ou connecté de manière non-visible de l'extérieur (pour la tranquillité/surveillance) ;
- l'interaction du réseau viaire avec les réseaux de transports en commun, qui l'empruntent physiquement (ou seulement son tracé) ou qui se connectent seulement en certains points, et l'interaction de ces différents réseaux entre eux (question capitale dans la perspective du développement durable) ; les propriétés particulières de certains « points chauds » du réseau viaire, liées aux propriétés géométriques et topologiques locales, mais qui se traduisent très directement en potentiel attractif commercial (ayant précisément engendré le nom de la marque « Carrefour »...) ;
- l'extension de la question du réseau viaire dans un espace à 2D, à celle de la distribution en général de l'espace habité, définie dans un espace à 3D ;
- la traduction des propriétés du réseau viaire en termes de pratique quotidienne individuelle : l'accessibilité non seulement à la voie « centrale » ou aux voies les plus structurantes, mais aussi à ces points nodaux de

l'espace urbain que l'on observe (centralités secondaires, carrefours ou sous-ensembles urbains sur lesquels s'est appuyé le sur-maillage haussmannien, en les renforçant, et qu'a encore repris et amplifié le métropolitain) et aux équipements publics de santé, d'enseignement, aux ressources.

La confrontation non seulement à des villes réelles, à leur histoire, tant en France, en Europe qu'en Asie (Chine et Japon en particulier), mais également aux acteurs qui ont une connaissance fine et motivée de ces villes, qui s'interrogent sur les moyens les meilleurs d'assurer leur fonction et leur amélioration pour la population, est pour nous la condition impérative d'une élaboration concrète et efficace d'un modèle pertinent, et qui ne reste pas enfermé « en chambre », « dans les tiroirs ».

Il reste que ce travail collectif, en mêlant des cultures scientifiques très différentes, avec une volonté explicite de simplification de processus complexes, bouscule de toute évidence les approches disciplinaires traditionnelles, mais porte déjà ses fruits en apportant une vision et des questions nouvelles, qui ne demandent qu'à être développées.

On pourra aussi s'interroger sur les épisodes historiques connus de restructuration pour faire disparaître les voies droites, dangereuses car favorisant les percées ennemies (cf. Athènes, le Japon), par rapport aux labyrinthes des rues intriqués illisibles pour une personne qui n'a pas vécu dedans.

On retrouve là la contradiction entre une ville qui doit être à la fois simple/traversante et distributive/protectrice. Une solution est de séparer les fonctions sur deux échelles différentes, d'avoir une grande échelle simple et efficace, et une plus petite échelle, locale, complexe. Ce besoin, cohérent avec le résultat de la croissance spontanée historique des villes, expliquerait la stabilité de la forme globale des villes. Ainsi, alors que les moyens de transports ont permis un étalement extraordinaire des villes, on retrouve toujours la même structure globale, avec les mêmes échelles locales.

Dans ce sens, regarder seulement le squelette des voies, c'est d'abord regarder leur histoire et leur potentialité, plus que leur usage à un moment donné, beaucoup plus fluctuant. Se pose ainsi la question de la superposition de différents modèles dans la même « simulation ». Pour le moment il n'y a qu'un seul « niveau » de base. En rajoutant un effet de ségrégation, on peut rajouter un « niveau ». Mais surtout, si on veut modéliser la formation des remparts qui englobent une ville, les grandes percées de type « hausmanienne », la création de périphériques et autoroutes, cela demande probablement de créer un autre « niveau », qui regarde les besoins de manière plus globale, à une plus grande échelle, et en fonction de certains seuils.

La force (ou faiblesse) de notre approche est de considérer que la géométrie des voies est un paramètre essentiel, qui gouverne potentiellement les autres. Le reste des phénomènes, comme l'usage, la valeur locale, l'agrandissement et le traitement des voies, peuvent alors découler des caractéristiques géométriques de ce réseau et de ce qu'elles permettent/interdisent. L'idée est aussi que les autres influences, historiques, sociales, ne sont que les visages particuliers, circonstanciels, d'une force sous-jacente beaucoup plus universelle. Ils apparaissent statistiquement redondants, corrélés (parce qu'ils ont été indissociables durant la croissance antérieure) et la production de la forme géométrique résultante. Si ce n'est pas le cas, alors on pourra voir que le modèle ne fonctionne pas, et avoir ainsi la preuve de mécanismes indépendants qu'il faut rajouter.

Si nous reprenons ici notre choix de méthode majeur, présenté au début de ce texte, à savoir celui de l'appauvrissement, de la restriction, de la simplification, il est de fait qu'il heurte nombre de spécialistes de disciplines pointues (qui nous servent néanmoins de point d'appui) en particulier par le sentiment « de ne pas tenir compte » de la multiplicité des acteurs et des actes qui président à l'élaboration des cités. C'est en fait l'inverse qu'il faut souligner, à savoir que cette innombrable multiplicité, si elle justifie les travaux fins et détaillés, sur chaque lieu et chaque moment, autorise également l'approche statistique (celle des grands nombres), ou celles des formes résultantes qui est la nôtre, et celle des tentatives de modélisation.

Annexe : notions de distance et de centralité

Nous avons à notre disposition une « boîte à outils » en matière de *distance* (une « métrique » applicable à l'analyse du réseau) permettant divers calculs, dont ceux de centralité - mais ce ne sont pas les seuls à opérer. Chaque définition ou mode de calcul a une utilité précise, et les incompréhensions apparaissent lorsqu'on veut appliquer celle qui ne convient pas à tel problème plutôt qu'à tel autre.

Quatre métriques ou distances, non exclusives, qu'il faudrait baptiser de manière claire et explicite pour les différencier.

Métrique 1, on connaît le rayon tracé au compas autour d'un point sur la carte : *distance euclidienne directe à vol d'oiseau*. Très sommaire, donc très commode pour des approches immédiates et sans finesse, qui reposent sur l'espace géographique ou le *no man's land* isotrope et continu. Nous ne l'utilisons guère (même pas autour des hôpitaux), malgré sa disponibilité sur les logiciels SIG. Les calculs de surfaces de Voronoï s'en rapprochent, pour construire des réservoirs de population ou de clientèle attribuées à un point central, sur la simplification d'une densité homogène. Il faut pourtant s'en souvenir comme point de comparaison avec les autres métriques.

Métrique 2, on connaît aussi la *distance euclidienne brute*, « le long du chemin » le plus court, c'est-à-dire le nombre d'hectomètres ou de kilomètres que la vieille dame avec sa canne - ou que « je » - parcourt matériellement. C'est sans doute la plus intuitive, mais qui ne prend pas en compte le fait que le second kilomètre à parcourir est plus fatigant que le premier, qu'il y a une charge psychologique issue de la complexité du trajet pour « retrouver son chemin », etc. Dès lors qu'on se préoccupe d'accessibilité en matière de développement durable, c'est-à-dire qu'on se réfère au piéton, il n'est pas possible de ne pas en tenir compte. Les urbanistes - nous parlons sous leur contrôle évidemment - ont coutume de classer les commerces et équipements publics en différentes catégories : de proximité ou quotidiens, de quartier (école maternelle et primaire - autour de 400m) ; à moyenne distance ou hebdomadaires/mensuels, ceux des centralités secondaires dans la grande ville (collège et lycée - 800m à 1600m ?) ; à distance urbaine, ceux des centres villes ou spécialisés (université - 1600 à 3200m ?).

Il faut noter la très intéressante distinction entre déplacements exceptionnels (exploration plus coûteuse) et déplacements quotidiens (même si l'on peut douter qu'ils deviennent « transparents » pour ceux qui sont contraints à trois heures de transports quotidiens, minutés à chaque changement). La question demeure à explorer plus avant.

Métrie 3, on connaît la *distance topologique* qui est la mesure la plus classique de la théorie des graphes, mesurant la distance entre deux sommets par la somme des liens qu'il a fallu franchir. Elle présente l'avantage d'une grande simplicité de calcul et s'avère performante dans toutes les études où d'une part les liens ont tous la même valeur ou longueur (graphes non valués), et où d'autre part il n'est pas établi de relations préférentielles (*continuité* de la *voie* pour nous entre deux liens adjacents au même sommet ou *carrefour*).

Métrie 4 ou *distance simplex*. C'est la mesure que notre équipe a adoptée, et qui a permis de réaliser les premiers calculs de centralité, résultats qui ont convaincu nombre de protagonistes. Cette métrie mesure *le nombre de « tournants » ou plutôt de « changement de voie » qu'il faut opérer pour relier une voie à une autre*. Dans cette définition, plus inventive et moins intuitive, chaque voie (et non segment de voie) vaut 1 (et même 0 le long d'une même voie) et est comptée avec un coefficient multiplicatif égal au nombre de virages (ou changement de voies) qu'il a fallu précédemment opérer depuis le point de départ. Évidemment cela repose sur une définition initiale de la voie et de sa continuité (et les difficultés spécifiques du calcul).

Cette métrie très simple révèle à merveille la centralité *globale* du *réseau*, pris dans son ensemble et non dans sa pratique, dans le détail ou localement : à tout moment, tout point est envisagé dans ses relations avec tous les autres, ce qui n'est pas du tout intuitif, contrairement aux apparences, mais le résultat est essentiel et irremplaçable.

Cela fait apparaître des problèmes que nous avons soulevés à de multiples reprises, dès lors qu'on s'attache à une autre question qui ne relève pas de la totalité du réseau (au moins dans un premier temps) : il ne faut plus alors utiliser cette métrie, mais une autre, sans l'oublier ni la jeter aux oubliettes. En l'occurrence, si l'on se préoccupe de ce qui se passe le long d'une même voie, dans cette métrie 4, tous les points de la voie sont équivalents puisqu'ils sont atteints avec le même nombre de virages : on ne peut pas étudier leurs inter-relations ni faire de différences entre eux, ce qui est un peu sommaire.

Cette même métrie a été appliquée au réseau du métro, dans un premier temps, avec succès, puisque la problématique de l'utilisateur du métro est avant tout : combien de changements de ligne (0, 1, 2 ?) dois-je opérer selon tel chemin pour me rendre à tel point de la ville ?

Métrie 5 : une *métrie* ou *distance mixte*, qui combine à la précédente (métrie 4) et à son calcul progressif et multiplicatif, la prise en compte de la distance géographique ou euclidienne le long du chemin parcouru (métrie 2). Cette métrie serait sans doute très proche de la réalité anthropologique, celle qui engendre la ville, du moins c'est une hypothèse forte. Et

cela est d'une grande importance pour notre travail, pour faire apparaître les propriétés du réseau (et peut-être certaines que nous n'avons pas encore perçues) et pour les futurs utilisateurs de nos travaux.

De fait, il faut avoir conscience qu'avec cette métrique mixte on quitte le domaine de l'analyse proprement structurale pour entrer dans celui de l'analyse pratique des usages. Mais cette dernière peut demeurer ancrée sur la première, et c'est souhaitable. Techniquement, cette distance mixte ou complexe peut être traitée comme une valuation des liens du réseau (dans une matrice) ou comme un « attribut » ou un « poids » dans un SIG, sans modifier un modèle très simple du réseau urbain fondé sur la métrique précédente. Cet « attribut » pondéral peut être modifié en « densité de population », « nombre de commerces », enfin tout ce qu'une base de données apporterait, tout en conservant la simplicité générale du modèle, en ne multipliant pas les paramètres comme dans les modèles économétriques.

Il faut cependant s'assurer que cette métrique ne pose pas ce que l'on appelle un *problème de bord de carte*, de délimitation de l'aire d'analyse (quand on inclut le réseau routier ou le réseau rural) ou bien du problème de découpage d'un « échantillon » dans le tissu urbain, ce qui ignore la corrélation entre centralité et longue portée des voies et la structure globale du réseau.

Cette métrique est objectivement moins « simplex », et ne doit à notre sens pas être utilisée pour les analyses globalisantes du réseau (pris dans son ensemble, analyses holistes), mais précisément pour des analyses locales et ponctuelles (« individualistes ») qui pourront être comparées, mises en regard de la précédente.

On pourra, à partir d'un point donné de la carte, du réseau, mettre en évidence son horizon urbain, aréolaire, selon les trois distances urbanistiques du piéton mentionnées plus haut. Ce n'est pas parce que ce calcul est opéré initialement avec la *métrique simplex* (métrique 4) que la question est résolue, si l'on s'interroge à partir d'un point quelconque du réseau et sa qualification urbaine. Quelles parties « centrales » du réseau global, que l'on peut considérer comme une forme de ressource, (métrique 4) se trouvent à portée raisonnable dans l'horizon urbain pratique (métrique 5) de ce point (accessibilité) ? Ce n'est nullement trivial et ne donnera pas le même résultat à un bout ou à l'autre de la grande voie principale et centrale (selon que je suis à son extrémité ou à son centre : « centre-ville »). On a également l'intuition que les « centralités locales » dont on espère mettre en évidence des propriétés géométriques particulières - au-delà du degré du carrefour -, devrait pouvoir apparaître grâce à cette métrique mixte. Soit que ces « centralités secondaires », observables dans la réalité des grandes villes, soient la trace fossile d'anciens centres de peuplement distants, dans le réseau trian-

gulé régional, qui ont été absorbés lors de l'expansion de la ville ; soit que l'expansion urbaine génère par elle-même, à partir d'une certaine distance seuil, des sous-centralités nécessaires et même indispensables à son fonctionnement. Ces centres secondaires ont joué un rôle majeur dans les phases de transformation urbanistiques ultérieures : urbanisation haussmannienne, puis développement des réseaux de transports en commun tels que le métropolitain. Les travaux actuels montrent que la notion de carrefour joue un rôle crucial dans la pratique des réseaux de métro en particulier.

L'analyse archéogéographique des réseaux routiers dans la longue durée. Nouvelles approches méthodologique et théorique

Magali WATTEAUX²²

Lorsqu'on se penche sur les cartes, les photographies aériennes ou les images satellitaires, on est saisi par la masse d'informations planimétriques que ces documents comportent. Si celles-ci sont pour partie récentes, voire très récentes, les éléments hérités en représentent la majorité : on trouve des routes, des chemins, des habitats, des parcellaires, beaucoup plus anciens que le document qui sert de support à leur figuration. C'est justement l'objet de l'archéogéographie²³ que d'étudier cette dimension héritée des formes planimétriques contemporaines, à partir des documents cartographiques, photographiques, satellitaires et cadastraux. Si le projet scientifique n'est pas nouveau, les concepts utilisés et la manière d'aborder la documentation (ce qu'on appelle improprement les « sources ») ainsi que la méthodologie mise en œuvre sont très différents de ce que la géographie historique traditionnelle pouvait faire.

Ce sont ces nouvelles approches, appliquées au cas particulier des réseaux routiers, que nous souhaitons présenter dans cette contribution. Pour cela nous rappellerons quelques éléments historiographiques qui expliquent la genèse du renouvellement profond, méthodologique et épistémologique de l'étude des réseaux routiers, puis nous présenterons les nouveaux fondements méthodologiques de l'étude avant de donner un exemple de cette démarche, issu de notre thèse sur le sud de la Vendée.

22. Archéogéographe, chercheure contractuelle CNRS, UMR 7218 Lavue, équipe « Architecture Urbanisme Société », ANR MoNuMoVi.

23. L'archéogéographie peut être simplement définie comme l'étude de l'espace des sociétés du passé, dans toutes ses dimensions et à plusieurs échelles d'espace et de temps, dans le but de contribuer à la reconstitution de l'histoire périodisée des formes et à la connaissance des dynamiques de long terme qui constituent les héritages (Chouquer, 2007 [65]; cf aussi le portail web de la discipline : www.archeogeographie.org). Le préfixe « archéo » désigne l'archéologie dans sa composante professionnelle (milieu d'origine d'un certain nombre d'archéogéographes), scientifique (intérêt pour la durée historique) et épistémologique (recours constant à l'archéologie du savoir de M. Foucault). Le terme « géographie » exprime l'intérêt pour les formes géographiques et pour la nature originale des dynamiques qui se jouent à leur niveau. Mais cette géographie affirme que la lecture des formes repose toujours sur la compréhension des héritages.

1. Éléments d'historiographie

1.1 Les études des érudits anciens : la voie (antique) comme objet monumental

La recherche sur les voies anciennes a été très active dès la fin du XVIII^e siècle et surtout au XIX^e, grâce aux érudits locaux. Les recherches ont surtout concerné les voies antiques à partir de l'analyse de deux documents romains célèbres : la *Table de Peutinger*²⁴ et de l'*Itinéraire d'Antonin*²⁵. Ces érudits tentèrent ensuite de reporter sur des cartes le tracé réel de ces lignes romaines, en les identifiant aux formes routières de la carte d'État-Major - parfois au cadastre napoléonien -, le tout en s'aidant de la toponymie, de la microtoponymie et des vestiges antiques. Les cartes qui en résultent sont denses et, pour certaines, complètement irréalistes. Cependant, même si leurs résultats ont été depuis grandement corrigés voire abandonnés, ces érudits locaux ont, pour certains, émis des propositions qui ont encore cours aujourd'hui et leurs idées n'étaient pas toutes caricaturales. Malgré cela, cette manière de procéder relevait d'une entreprise de collecte de tronçons entrant dans un axe connu à l'avance et ne permettait pas d'envisager les routes sous la forme d'un véritable réseau diachronique et complexe.

1.2 Éric Vion : de l'étude des tronçons de chemins à celle des réseaux routiers

L'archéologue suisse Éric Vion représente un jalon historiographique important dans l'étude des réseaux routiers. Il a proposé, dans les années 1980, une rupture méthodologique en instituant le réseau comme point de départ des études (Vion, 1989, p. 68-69 [261]).

Cet assemblage lacunaire de tronçons, largement focalisé sur la période romaine, excluait en effet le contexte spatial et temporel et ne pouvait pas, de ce fait, témoigner de « l'ensemble complexe de relations » qu'il représente (*id.*, p. 68). Comme l'écrivait Bernard Lepetit en 1984, « la route, ou mieux encore le tronçon, est le meilleur cadre pour la constitution d'un fichier mais, dès qu'il s'agit de circulation, elle n'est pas le niveau pertinent d'analyse. Alors ce n'est pas la connaissance individuelle des routes qui importe, mais celle de leur répartition dans l'espace et des modalités de leur agencement » (cité dans Vion, 1989, p. 74).

24. La *Table de Peutinger* est une copie médiévale du XIII^e siècle d'une carte antique du I^{er} siècle apr. J.-C. révisée au III^e ou IV^e siècle apr. J.-C.

25. Liste des étapes sur les routes citées datant de la fin du III^e siècle apr. J.-C. (même source que la *Table de Peutinger*).

Pour étudier ce réseau, É. Vion part de celui qui est le mieux connu, le réseau actuel, qu'il aborde selon la méthode régressive et la chronologie relative, essentiellement à partir des cartes et plans mais aussi des archives écrites, nombreuses depuis le XV^e siècle, et des indices archéologiques (en particulier sur les habitats anciens) (*id.*, p. 69-70). Il préconise également un travail « systématique », c'est-à-dire qui réinsère chaque segment du réseau dans un ensemble spatial cohérent permettant de comprendre l'histoire des itinéraires et de leurs tracés. Cet ensemble spatial est accessible à une échelle supérieure, celle des grands réseaux routiers régionaux et interrégionaux (p. 69).

Pour cela, il établit une distinction fondamentale entre « itinéraires », « tracés » et « tronçons », qui représente un acquis scientifique aujourd'hui indépassable. Les « itinéraires » constituent la jonction entre deux centres habités (d'échelle régionale ou locale) ; les « tronçons » (ou « segments », ou encore « branches ») sont les éléments linéaires repérables par les sources cartographiques, morphologiques ou archéologiques ; les « tracés » réunissent un ensemble de tronçons qui ont pu fonctionner ensemble à un moment donné dans un ou plusieurs itinéraires. É. Vion cite l'antiquisant Raymond Chevallier qui avait, en 1972, déjà exprimé cette distinction : « Une voie antique n'est généralement pas un itinéraire unique, mais un faisceau de chemins » (Vion, 1989, p. 87). Il reprend à son compte cette idée mais en intervertissant voie et itinéraire et en globalisant le constat à toutes les périodes, ce qui introduit une véritable rupture intellectuelle. É. Vion va donc beaucoup plus loin en assumant les implications méthodologiques et scientifiques d'un tel constat et en renversant le point de départ : d'abord le réseau, ensuite les chemins.

Grâce à cette différenciation des niveaux composant les réseaux routiers, É. Vion a pu accéder à une analyse systémique des réseaux et proposer des interprétations chronologiques qui prennent en compte la complexité de leur évolution. Selon lui, les réseaux routiers sont en effet profondément hétérochrones, stratifiés et mobiles : « le réseau routier actuel est constitué de l'empilement de strates successives et [...] il contient en lui-même les indices de sa propre histoire » (*id.*, p. 69). Ces strates correspondent à des segments d'itinéraire « actifs », « léthargiques » ou « désuets » (*id.*, p. 74). Ainsi, le réseau régional semble dense, non pas parce qu'il est le produit d'une intense circulation, mais parce que la trame en traduit les phases successives (*id.*, p. 79). La tâche de l'historien est donc d'« organiser ce fouillis en y reconnaissant des itinéraires » (*id.*, p. 85-86). Il lui semble désormais possible de partir de la cartographie du réseau pour aboutir à l'identification d'itinéraires et des faisceaux de tracés qui les composent, ainsi que de comprendre leur

évolution dans l'espace et le temps (*id.*, p. 69, 87). Cette approche implique de prendre en compte la durée puisque l'on ne recherche plus un objet daté mais un itinéraire perdurant dans le temps à travers différents tracés qui se déplacent.

Ce réseau n'est pas statique, il est affecté par des changements qui démontrent par là même qu'il n'existe pas de déterminisme géographique :

[...] si la topographie imposait les passages, l'histoire routière ne serait que celle de la progressive mise en place d'un réseau recouvrant tout le territoire. Passé le XV^e siècle, il y aurait immobilisme, ou une répétition infinie de réparations. Et bien entendu, nous savons qu'il n'en n'est rien : l'histoire se poursuit aujourd'hui encore avec la construction de nos routes nationales. (*id.*, p. 72)

Pour autant, É. Vion n'abandonne pas l'idée d'un « réseau de couloirs naturels de communication potentielles », qui permet du reste la permanence du réseau routier dans le temps. Mais le mot « potentiel » est important car il prévient toute lecture déterministe. Et ces couloirs n'empêchent pas que les itinéraires se déplacent au gré des nécessités historiques, des changements de flux de circulation ou des contraintes géographiques. On approche là l'une des idées phares et novatrices proposées par É. Vion :

Comprendre la raison des déplacements d'itinéraires, c'est saisir le fondement de l'histoire routière : la concurrence des termes des itinéraires, en général des centres régionaux. [...] L'étude des réseaux routiers débouche ainsi sur une compréhension de l'histoire territoriale plus vaste qui devient ainsi politique. (*ib.*)

L'analyse du support topographique ne peut donc se suffire à lui-même, un autre niveau doit être pris en compte :

Le « réseau naturel et permanent des circulations potentielles » est un premier contexte que nous fournit la topographie : les routes s'y inscriront. Le jeu politique, militaire et économique en disposera et il en découle une histoire routière. (*id.*, p. 73)

Comme le résume l'archéogéographe Claire Marchand (2000, p. 69 [162]), on découvre deux éléments essentiels, « d'une part une certaine permanence du réseau viaire, avec des couloirs de circulation "naturels" potentiels, et d'autre part une mobilité des itinéraires, la concurrence politique et économique des pôles entraînant le déplacement de ces itinéraires au sein du réseau ».

1.3 Sandrine Robert : morphologie dynamique des réseaux routiers

Dans sa thèse d'archéogéographie sur le Val-d'Oise, Sandrine Robert a repris la question de l'étude des réseaux routiers en développant une analyse associant les avancées d'É. Vion, les recherches récentes sur les parcellaires en morphologie dynamique, les données archéologiques et les travaux des « nouveaux géographes » s'intéressant aux réseaux de communication (Robert, 2003 [219] et 2009 [220] [221]). Elle a donc initié des analyses, des interprétations, des réflexions théoriques et méthodologiques nouvelles pour l'étude des réseaux routiers.

Tout d'abord elle a proposé une modélisation aboutie des différents niveaux qui composent les réseaux routiers, sur la base de la distinction d'É. Vion, en ajoutant deux éléments : le flux et le modelé. Les réseaux routiers sont donc envisagés à quatre niveaux : le flux, l'itinéraire, le tracé et le modelé (cf. *infra*). Elle a également approfondi le concept de « faisceau de circulation » proposé par É. Vion en développant la notion de « couloir de circulation » :

Pour chaque itinéraire, les différents tracés reconnus entrent dans la direction générale imprimée par celui-ci mais se déplacent et varient à l'intérieur d'un faisceau relativement large. (Robert, 2003, p. 439)

Plusieurs raisons peuvent expliquer la structuration de ces couloirs dont, comme l'a montré É. Vion, les grands traits structuraux du relief et le « critère de distance qui induit une relation relativement directe entre les deux aboutissants de l'itinéraire » (*id.*, p. 440). Les différents tracés doivent rester dans une orientation générale - celle de la liaison la plus directe possible entre deux centres - mais peuvent subir par ailleurs des transformations locales (captures par l'habitat). Elle définit donc une sorte de « loi de l'itinéraire » :

[...] le couloir de communication potentiel d'un itinéraire oscille de part et d'autre d'un axe théorique qui relie le plus directement deux pôles tout en tenant compte des grands traits structuraux du relief lorsqu'ils sont dans la même orientation. (*ib.*)

Ce couloir peut être assez large et, à l'intérieur de celui-ci, le tracé de l'itinéraire varier fortement mais il constitue le « **domaine d'attraction de la voie** », autrement dit « les limites géographiques dans lesquelles le tracé de la voie pourrait varier sans remettre en question la trajectoire du système [= l'itinéraire] » (*ib.*). À l'intérieur de ce domaine, la relation route/habitat joue un rôle essentiel car « la construction et le maintien d'un itinéraire dans

le temps sont le résultat d'une multitude d'interactions entre l'habitat et la route » (*id.*, p. 441). À l'échelle locale, la voie de grand parcours est morphogénétique (c'est-à-dire génératrice de nouvelles formes) de l'habitat car les implantations humaines prennent très souvent en compte la proximité de ces voies. Inversement, l'existence et le maintien des tracés et des itinéraires dépendent des habitats. Ceux-ci, en capturant les tracés, les maintiennent à l'intérieur du faisceau de l'itinéraire - son domaine d'attraction - ce qui ne remet donc pas en cause l'itinéraire. Mieux, cela semble même la condition de la durabilité d'un itinéraire puisque les captations locales permettent son entretien aux périodes où les pouvoirs publics n'entretiennent plus les grands tracés fonctionnels déconnectés du local et permettent son inscription dans des réseaux de déplacements locaux. Des éléments de niveau local (l'habitat local) contribuent donc à produire et à maintenir un niveau régional (l'itinéraire régional) (*ib.*). Ce rapport d'échelles et de niveaux de formes constitue le moteur de la dynamique des réseaux routiers, ce qui rend possible la transmission sur la longue durée.

Cette dynamique des réseaux routiers est également alimentée en grande partie par les « conflits » entre le modelé et le flux. Il peut y avoir conflit entre le flux et le modelé du chemin lui-même (présence ou non de pont, voie revêtue ou non, etc.) ou entre le flux et les modelés d'éléments locaux (rivières, enclos, bâti dense, etc.) (*id.*, p. 446). Dans le Val-d'Oise, pour régler ce conflit, on a d'abord cherché à adapter le modelé de la voie : construction d'un pont, aménagement de portes, installation de feux de croisement, etc. Dans un second temps, quand le conflit était trop important, une échappatoire fut trouvée dans le glissement et la diversification du tracé - mais toujours à l'intérieur du domaine d'attraction de la voie (*id.*, p. 448). Ce nouveau tronçon peut être soit une création, soit la reprise d'un tronçon plus ancien tombé en désuétude ou ayant eu d'autres fonctions auparavant (*ib.*). S. Robert considère donc le tracé comme un niveau crucial au sein de la dynamique du réseau :

Le tracé apparaît comme un niveau intermédiaire essentiel permettant de maintenir l'itinéraire dans son domaine d'attraction tout en réglant localement les conflits de flux et de modelés. (*id.*, p. 448)

Il assure la liaison entre le local et le régional et permet de maintenir un certain équilibre. Ces conflits apparaissent donc comme un facteur de résilience²⁶ du tracé dans le temps (*id.*, p. 449). En ce sens, le réseau routier

²⁶. « Terme venant du vocabulaire de la mécanique, puis de l'écologie, et désignant un réajustement, une réadaptation d'un élément en fonction de contraintes ex-

est auto-organisé²⁷, c'est-à-dire que chaque élément qui le compose est à la fois le produit et le producteur du système.

En définitive, ce sont les relations complexes entre les formes fluides (flux), les formes solides (tronçons, modelés, habitats) et l'inscription spatiale du couloir de communication potentielle qui créent les réseaux viaires et contribuent à les faire évoluer et perdurer dans le temps. La temporalité des réseaux routiers ne peut donc se comprendre sans une réflexion sur la relation entre les échelles globale et locale.

Aujourd'hui, les études archéogéographiques tiennent compte de ces acquis théoriques et méthodologiques d'Éric Vion et Sandrine Robert pour analyser les réseaux routiers. Évidemment, certaines de ces méthodes existaient avant leurs recherches, en particulier la carto-interprétation et l'analyse historique des centres de peuplement. L'originalité de ces deux chercheurs est d'avoir introduit une plus grande complexité dans l'analyse des réseaux routiers, conçus comme des systèmes s'exprimant à des échelles spatiotemporelles variées. Les perspectives qu'ils ont dessinées et eux-mêmes mises en œuvre amènent à renouveler le discours traditionnel sur les chemins anciens en mettant l'accent sur la dynamique des tracés au sein d'un même itinéraire.

térieures à lui. [Pour les archéogéographes] le concept désigne l'aptitude d'un ensemble de formes (un réseau de lignes, de points, etc.) à maintenir sa structure alors que les formations sociales ont changé et le transforment. La résilience est un principe de stabilité dans le changement jusqu'à un point de rupture ou bifurcation; elle suppose la modalité d'hystérechronie » (dictionnaire de l'archéogéographie en ligne sur : <http://www.archeogeographie.org/index.php?rub=presentation/dictionnaire>).

27. L'auto-organisation désigne en archéogéographie la « capacité d'un ensemble de formes existant à la surface de la Terre à évoluer en système organisé, sans l'intervention d'une planification volontaire intervenant sur la structure d'ensemble et sans avoir besoin de cette intervention pour en rendre compte (et bien que le processus puisse comporter un épisode planifié). Processus selon lequel la dynamique d'une forme (un parcellaire, un réseau viaire, un réseau d'habitats) ne dépend pas uniquement d'une cause directe de courte durée, mais obéit à des logiques de transmission et de transformation dans le temps long. Une forme auto-organisée est une forme qui, grâce aux transformations dont elle est l'objet, maintient sa structure bien au-delà des circonstances historiques qui lui ont donné naissance. On emploie ce concept pour rendre compte de l'évolution et de la structuration du système de l'habitat et pour l'étude des systèmes de formes (voies et parcellaires) dans la longue durée » (dictionnaire de l'archéogéographie en ligne sur : <http://www.archeogeographie.org/index.php?rub=presentation/dictionnaire>).

2. Éléments méthodologiques

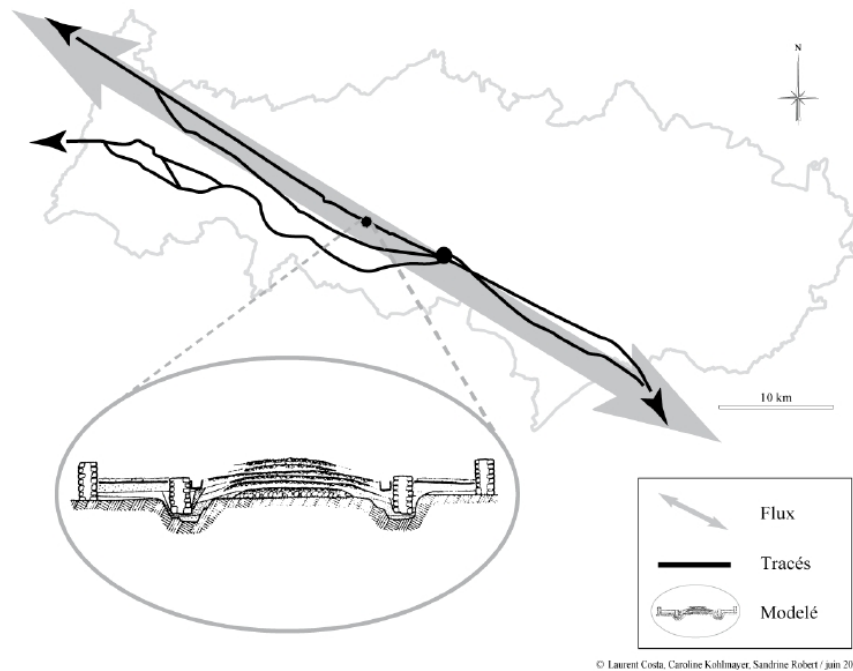
2.1 Une approche plurielle et multiscalaire

La distinction entre plusieurs niveaux de formes dont l'interaction produit la dynamique du réseau (voir figure 20) est aujourd'hui devenue indispensable. Résumons-les à grands traits (Robert, 2003, p. 437-457 [219]; Robert (dir.) 2011, p. 164-165 [222]) :

- *le flux* : il correspond à la forme fluide du réseau. Il est quantifiable par le nombre des objets (biens, personnes, eau, sédiments, etc.) ayant circulé entre deux unités spatiales durant une période donnée. Le flux se traduit par une forme « solide », le tracé, destiné à encadrer et permettre la communication entre des centres ;
- *l'itinéraire* : il représente la plus courte relation entre deux points et est associé à un flux. Il s'inscrit à une échelle globale (dans son rôle de liaison entre des centres) mais aussi locale car le flux se matérialise par une succession de situations locales sur le terrain (comme pour une rivière, on mesure le flux/débit en différents points localisés). Les itinéraires présentent le plus souvent une grande pérennité dans le temps mais ils ne se sont jamais maintenus dans leur tracé originel, ou seulement dans de rares cas. Cette pérennité des itinéraires est à corrélérer essentiellement avec le rôle et le poids économiques des centres d'habitat mis en relation puisque l'importance de ces derniers va renforcer les itinéraires qui vont eux-mêmes contribuer à renforcer l'importance économique des habitats reliés ;
- *le tracé* : il s'agit de la trace laissée au sol par la circulation de ces flux. C'est la forme en plan que l'on observe sur les documents planimétriques. La forme idéale d'un tracé, dans sa relation avec la notion d'itinéraire, serait donc une liaison par le plus court chemin. Dans les faits, le tracé peut avoir été projeté *ex nihilo* associant étroitement itinéraire et tracé (voies romaines, autoroutes) ou bien, le plus souvent, être constitué d'un assemblage de tronçons très hétérogènes appartenant à toutes les périodes et entrant dans la direction générale de l'itinéraire. La plupart du temps, de nombreux tracés se sont succédés ou ont coexisté au sein d'un itinéraire. Ils sont en effet plus fluctuants dans le temps. Par ailleurs, ils ne s'inscrivent pas dans un temps linéaire mais, au contraire, profondément dynamique parce que les exemples de continuité des tracés sur la longue durée sont très rares et parce qu'après un hiatus un tracé peut retrouver une fonction perdue et adopter un nouveau modelé ;

- *le modelé* : il représente la viabilité de la voie, c'est-à-dire « l'habillage » d'une forme en plan, ce que perçoit l'observateur sur le terrain. Un tracé est en effet constitué à l'échelle du terrain par une succession de modelés : route carrossable, simple chemin de desserte, etc. Ils permettent de mettre en cohérence ces différents tronçons en leur assurant une certaine homogénéité de largeur, revêtement, drainage, etc. Ce modelé occupe donc un volume dans l'espace qui peut faire l'objet d'un relevé en coupe. Sa temporalité est courte et linéaire : c'est celle de la décomposition physique du modelé jusqu'à sa disparition à l'état de trace archéologique.

FIGURE 20 – Les différents niveaux de formes des réseaux routiers



Source : Robert (dir.) 2011, p. 438.

La forme en plan et le modelé constituent ce qu'on appelle le réseau-support (ou infrastructure), c'est-à-dire le réseau « physique » sur lequel s'appuie le réseau d'échanges (ou réseau dessiné par les flux). C'est l'interaction de ces trois composantes qui anime le réseau.

Il est primordial de dissocier ces niveaux et en particulier l'itinéraire du tracé qui sont parfois confondus dans les publications. C'est sur la base de cette confusion que certains auteurs ont cru observer une continuité entre les voies de l'époque gallo-romaine, les routes royales de l'époque moderne et nos routes actuelles alors qu'il y a en fait perdurance des itinéraires mais, le plus souvent, modification des tracés au sein de ces itinéraires.

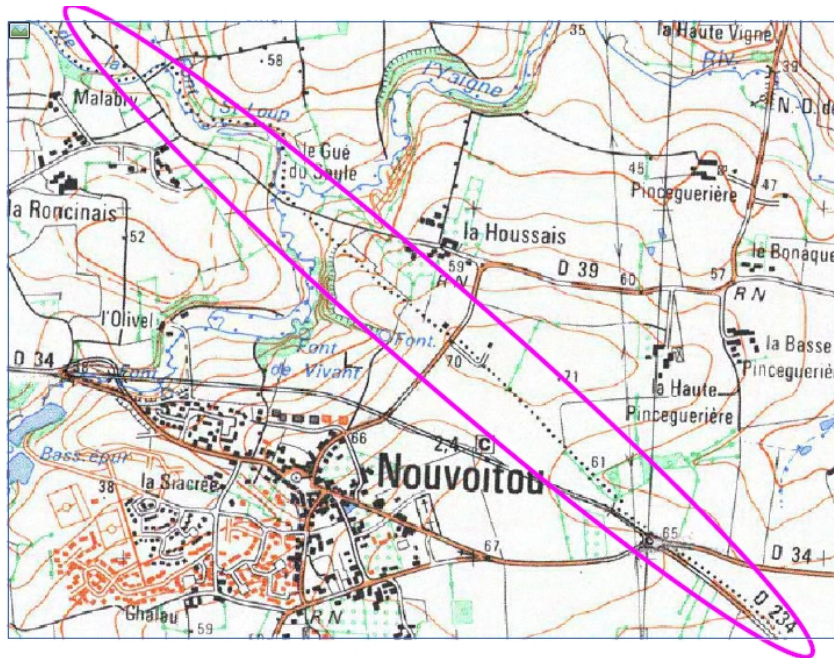
Cependant, ces niveaux d'échelles différents peuvent se rejoindre dans leur temporalité : le flux et le modelé s'inscrivent dans des temps courts, linéaires et physiques tandis que l'itinéraire et le tracé se situent dans des temps longs. Le tracé relève en outre d'une temporalité complexe parce qu'il est réactivé dans le temps selon une modalité non linéaire (Robert, 2003, p. 445). Pour cette raison, *il convient de parler plutôt de spatiotemporalités que de temporalités*, les conditions de transmission des formes s'exprimant à des échelles chronologiques et géographiques variées. Ce sont ces différentes spatiotemporalités qui expliquent la dynamique des systèmes routiers.

L'analyse archéogéographique innove également par le *dépassement de la partition traditionnelle entre forme active et forme fossile pour prendre en compte la forme transmise*, c'est-à-dire « une forme fossile qui peut potentiellement être reprise ou une forme active qui est le résultat d'un héritage » (Robert (dir.), 2011, p. 9) :

L'espace est perçu à travers des réseaux associant formes actives et fossiles dans une vision plus complexe du monde matériel. L'étude d'un réseau serait incomplète si elle se fondait uniquement sur les formes actives ou sur les formes fossiles. Dans le premier cas, on perdrait une part importante de la dynamique de celui-ci (par exemple, étudier un réseau fluvial sans ses paléochenaux). Dans le second cas, on serait limité aux observations faites dans des fenêtres archéologiques, sans avoir une vision globale de l'ensemble. (*ib.*)

Ainsi, on devra, pour reconstituer un tracé routier cohérent, relever aussi bien la portion de voie fossile visible sur la photographie aérienne que prendre en compte les portions de voies existantes ou transmises sous différentes formes (haie, limite communale, etc.) et observables sur les cartes. On trouve un exemple heuristique au nord de Nouvoitou, en Ille-et-Vilaine (figure 21). Là, le tracé de l'ancienne voie antique de Rennes à Angers est parfaitement conservé dans la planimétrie sous des modelés très variés : sentier, chemin communal, haie, route départementale et même limite communale. Ailleurs, la voie a été repérée en prospection aérienne.

FIGURE 21 – Le tracé de l'ancienne voie antique Rennes/Angers au nord de Nouvoitou (Ille-et-Vilaine). La planimétrie contemporaine garde le souvenir de la forme bien que les modelés aient changé (source : Scan 25©).



2.2 Documentation exploitée et protocole de relevé des formes viaires

L'étude archéogéographique des réseaux routiers repose sur l'exploitation de cartes anciennes et contemporaines, des missions photographiques aériennes verticales IGN des années 1940 à nos jours, du cadastre (ancien et contemporain), de formes fossiles perçues en photo-interprétation et de données archéologiques (essentiellement préventives). À partir de ce corpus peuvent alors être relevées les formes nécessaires à l'analyse : voirie mais aussi formes parcellaires et formes fossiles.

On relève ensuite tous les éléments linéaires présentant un alignement notable, susceptible de correspondre à un ancien tracé routier. On parle d'alignement remarquable, c'est-à-dire « une succession de tronçons s'articulant en un tracé cohérent, privilégiant une direction imposée par de grands itinéraires » (Robert, 2003, p. 353). C'est la forme qui guide donc le relevé ;

la nature du modelé n'est pas prise en compte. En effet, comme nous l'avons dit, un tracé peut correspondre à plusieurs tronçons présentant des modelés différents. Il en résulte une série de formes, assemblées dans un second temps en hypothèses de tracés entrant dans un même itinéraire. Puis, on sélectionne les ensembles linéaires les plus pertinents, sur lesquels sont menées les analyses et interprétations. Cette méthode permet de ne pas hiérarchiser les formes entre les niveaux global et local et de dépasser la simple observation des tracés les plus connus pour les intégrer à des itinéraires plus complexes ou faire émerger de nouveaux itinéraires, mal perçus jusqu'alors.

Pour chacun des tracés, sont étudiés précisément :

- *les centres qu'ils relie et traversent* : l'histoire de ces habitats, quand elle est bien connue, permet de poser des hypothèses concernant celle des tracés qui les relient ;
- *la forme générale des tracés* : rectiligne ou non, les détours éventuels, etc.
- *leur conservation dans le paysage actuel* : chemin d'exploitation, route, haie, etc.
- *la manière dont ils ressortent dans la planimétrie*, c'est-à-dire leurs rapports avec le parcellaire : sont-ils bien intégrés dans le parcellaire ou le recourent-ils ?
- *leurs rapports avec les limites communales, la topographie, l'hydrographie, la géologie* : sont-ils supports de limites administratives ? Épousent-ils la topographie ? Existe-il des correspondances avec les formations géologiques ?
- *leur appellation sur le cadastre napoléonien* : cette vérification a permis d'identifier des aboutissants parfois plus lointains que le village voisin ;
- *les indices cartographiques, historiques et archéologiques* : ils permettent de réfléchir à la chronologie des tracés ;
- *la bibliographie à leur sujet* ;
- *les différentes variantes existantes* : un itinéraire peut connaître en effet plusieurs tracés qui évoluent dans le temps au gré, le plus souvent, des modifications de la trame de l'habitat ou pour d'autres raisons.

Il ne faut pas être surpris de voir autant de tracés (assurés, supposés ou potentiels) au sein d'un même itinéraire. En effet, pour les périodes anciennes, il y a toujours une multiplicité de chemins possibles pour un même itinéraire, sans parler des hommes à pied qui peuvent couper à travers champs. L'historien Jean-Christophe Cassard écrit pour la fin du Moyen Âge en Bretagne :

[. . .] ici comme presque partout dans l'Occident médiéval, il n'y a de réseau corseté dans son tracé qu'à proximité immédiate des villes, lorsque le voyageur débouche, enfin, sur les "chemins pavés" dont la seule présence lui indique, précisément, qu'il est en train de pénétrer en territoire urbain et de passer sous la juridiction de la ville. Avant de les aborder, c'est-à-dire à travers monts et bocages, il existe plutôt des fuseaux d'itinéraires, grossièrement parallèles, qui se réunissent par nécessité seulement à hauteur des gués ou des ponts : selon les saisons, l'état plus ou moins spongieux ou durci du sol, l'avancée des cultures entraînant la mise en place temporaire de clôtures amovibles, on emprunte le passage le plus commode à défaut d'être toujours le plus court. (Cassard, 2002, p. 140-141 [56])

Pour la période moderne, Annie Antoine (1999, p. 181 [6]) observe également, dans les archives mayennaises, que « la circulation est extrêmement fluctuante : un tracé est facilement abandonné pour un autre plus aisé à pratiquer à un certain moment ». Nicolas Verdier, spécialiste des routes modernes, confirme cette observation, s'appuyant sur ses études et celles de Franck Imberdis :

[. . .] lorsqu'un chemin entre deux lieux est mauvais, les acteurs du XVIII^e siècle utilisent le "chevelu des routes". C'est une époque où, comme l'écrit Franck Imberdis dans sa thèse sur les routes d'Auvergne, le réseau routier français est constitué d'un ensemble de chemins de terre, "tous sensiblement équivalents, et dont certains ne sont des routes que parce que le trafic à longue distance les emprunte de préférence aux autres. Parfois, selon l'état du sol et les nécessités du moment, les relations commerciales abandonnent telle voie pour telle autre ; souvent aussi, elles se partagent simultanément deux trajets parallèles" (1967, p. 234). (Verdier, 2007, p. 15-16 [259])

Enfin, rappelons que Cassini lui-même a écrit au XVIII^e siècle que les chemins secondaires sont très nombreux tant ils « varient selon les saisons ». Les relevés de tracés proposés par itinéraire rendent donc bien compte de cette réalité plurielle et labile.

2.3 *Modus operandi* de l'interprétation chronologique

Le croisement de toutes ces observations permet ensuite de proposer une lecture chronologique. Cet effort d'interprétation vise à comprendre la suc-

cession dans le temps des différents tracés composant un même itinéraire. Cet essai de lecture chronologique est rendu possible par l'analyse des routes en tant que réseau à plus petite échelle. Les principaux indices à disposition pour dater ces chemins sont l'histoire des habitats traversés et reliés. Ces informations sont capitales car, comme l'écrit Éric Vion, avant le Bas Moyen Âge :

Pour les périodes archéologiques, le chercheur ne disposera que de deux sortes d'indices : les tronçons du réseau dont la lecture régressive indiquera qu'ils sont les plus anciens et des informations sur la date et l'importance des lieux habités. La corrélation entre les deux constituera la source la plus fréquente des interprétations possibles. (Vion, 1989, p. 74 [261])

La prudence s'impose donc pour un objet - le chemin - qui échappe intrinsèquement aux cloisonnements périodisés. Comme le souligne Samuel Leturcq, on peut surtout conclure à la certitude qu'un axe passant par tel centre habité était utilisé à une époque donnée. Concernant le tracé exact, il reste difficile d'affirmer que le chemin actuel ou subcontemporain étudié correspond au tracé ancien, sur la seule base de la datation des habitats (Leturcq, 1997, p. 82 [150]).

Il convient pour cette raison de parler plutôt de « faisceaux d'indices » que de datation certaine. Cependant, s'il est évidemment erroné de postuler une transmission continue du modelé alors que celui-ci connaît des transformations constantes et multiples, on est autorisé à considérer qu'un tracé perdure si l'on accepte que cette transmission s'opère dans le changement des modelés. C'est ce qu'exprime le concept de « transformission » forgé par Gérard Chouquer (2007, p. 181-183 [65]) à partir de l'assemblage des termes « transformation » et « transmission » pour décrire la double action de transformation dans le temps des réalités géographiques et de transmission de certains caractères de ces réalités donnant l'impression d'une pérennité de la forme. Il serait donc réducteur de n'envisager la transmission des tracés routiers que sous le seul angle de la transmission de leur direction, ce qui reviendrait à dire que seuls les itinéraires se transmettent et jamais les tracés qui les composent. Ceci n'exclut cependant évidemment pas de discuter avec prudence des hypothèses de datation.

En dernière étape, on peut tenter de reconstituer, pour chaque itinéraire, « l'histoire interne des tracés qui le composent » et proposer des *scenarii* chronologiques pour interpréter les évolutions des itinéraires et *in fine* « tracer les grandes lignes de l'histoire du réseau routier » (Vion, 1989, p. 87-97). É. Vion résume ainsi son travail : « L'approche est claire : le chercheur part

du réseau pour finalement y retourner. Entre-temps, il aura clairement identifié des itinéraires, à l'aide de méthodes morphologiques. Ceux-ci auront enfin fait l'objet d'une analyse chronologique » (*id.*, p. 97). Souvent, la rareté des textes anciens pose malheureusement une limite aux interprétations. Les conclusions sont donc souvent largement critiquables, mais elles représentent une source de réflexion pour avancer sur ces questions.

3. Un dossier en guise d'exemple : le Sud-Vendée

Dans le cadre d'une thèse d'archéogéographie (Watteaux, 2009 [263]) sur la planimétrie parcellaire et routière d'une fenêtre de 800 km² dans le sud de la Vendée, nous nous sommes, entre autres, intéressée à la logique spatio-temporelle des réseaux routiers et à leurs relations avec les paysages agraires. Nous avons travaillé à plusieurs échelles spatiales, du Centre-Ouest de la France à la fenêtre de fouille, et sur une échelle de temps long (donc sans période précise), afin de comprendre les multiples facettes des phénomènes étudiés.

3.1 Des résultats différents et complémentaires selon les échelles spatiales retenues

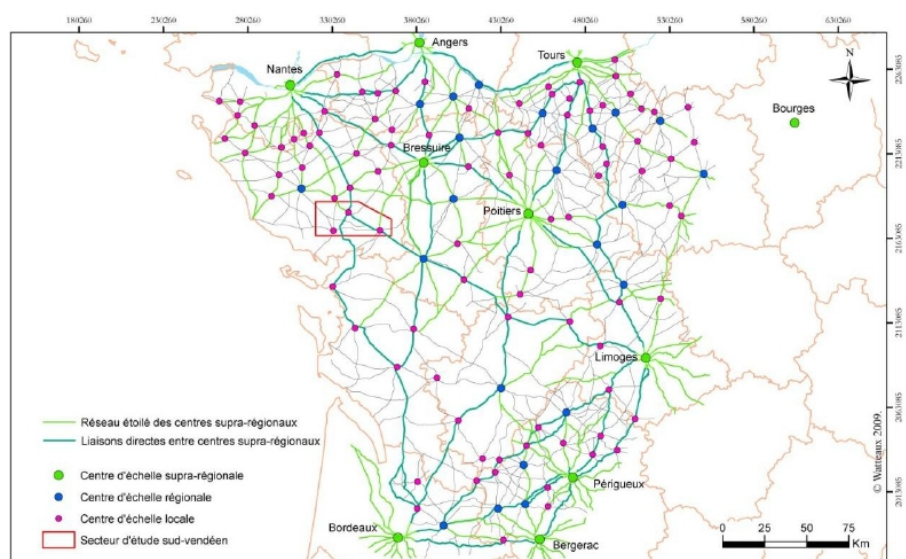
L'analyse des réseaux routiers a mis en évidence un certain nombre de faits, à plusieurs échelles, grâce à des méthodologies adaptées (« tri numérique » pour le Centre-Ouest, carto-interprétation pour l'échelle du département, analyse morphologique pour le secteur). Nous résumerons ici brièvement quels sont les principaux résultats, à différentes échelles, sans rentrer dans le détail des méthodologies et des démonstrations.

À l'échelle suprarégionale

À l'échelle du Centre-Ouest de la France, la Vendée apparaît comme un vide urbain et une terre de passage de grands itinéraires (figure 22) : du nord au sud entre la Loire et la Garonne, et d'est en ouest (*grosso modo*) entre l'intérieur des terres (Haut-Poitou, marches poitevines/angevines et Limousin) et la côte atlantique. C'est d'autant plus vrai si l'on regarde le secteur étudié dans le sud de la Vendée. Il s'inscrit uniquement dans un réseau d'échelle locale - alors même qu'il comprend les deux plus anciennes villes du Bas-Poitou, Luçon et Fontenay-le-Comte - et il est traversé par deux voies importantes, l'une reliant Bordeaux à Nantes par La Rochelle et l'autre Limoges à Nantes par Niort. La création de La Roche-sur-Yon répond d'ailleurs à une certaine logique d'organisation du réseau car elle est située à équidistance de La Rochelle et de Nantes (une soixantaine de

kilomètres). L'influence venue du sud et du sud-est se fait donc ici plus forte que celle de Nantes, comme c'est le cas dans le nord du département. Le tracé reliant Limoges et Nantes s'inscrit même dans l'orientation de l'aménagement parcellaire prédominant dans la plaine. Des éléments d'échelle supérieure entrent ici en résonance et en cohérence avec des éléments d'échelle inférieure.

FIGURE 22 – La Vendée, terre de passage de grands itinéraires régionaux et suprarégionaux

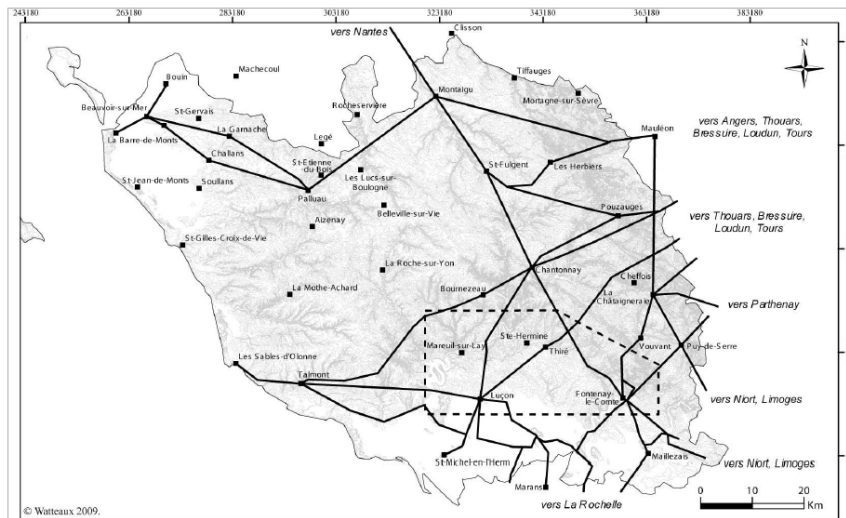


À l'échelle départementale

À l'échelle de la Vendée, les recherches de René Mémain (1939 [169]) et de Prosper Boissonnade (1909 [39]) ainsi que la Guide des chemins de France de Charles Estienne (1552 [91]) nous ont permis de cartographier les itinéraires reliant les différents centres habités (figure 23). Le quart sud-est du département apparaît le plus densément couvert par les chemins connus au XVI^e siècle. Il contraste singulièrement avec le reste du territoire qui semble déserté, à l'exception des marches de Bretagne. Cinq grandes directions ressortent : vers Nantes, vers Angers, vers Tours et Saumur, vers Niort et Limoges, vers La Rochelle. Chacun de ces centres suprarégionaux donne accès à d'autres régions : la Bretagne, la Normandie, l'Île-de-France, le Berry, le Centre, l'Aquitaine. La liaison entre le nord du Poitou - et au-delà, la Touraine - et le sud-ouest de la région poitevine (c'est-à-dire les côtes

sud-vendéennes et aunisoises) génère le maximum de chemins : cinq sont recensés pour les XVI^e-XVII^e siècles. Si l'on ajoute les chemins reliant ce nord poitevin au littoral des marches bretonnes, on comptabilise huit chemins au total. Les centres régionaux de Thouars, Bressuire, Loudun et Parthenay ressortent comme des étapes clés sur ces trajets, faisant apparaître la prégnance de l'ancienne carte urbaine sur l'organisation routière du Bas-Poitou. Cette dernière - du moins à l'échelle des grandes routes et des chemins de grand parcours - nous semble liée à des impératifs avant tout économiques : relier les grands centres historiques médiévaux et modernes aux trois zones de production de sel (marches bretonnes, marais sablais, marais saintongeais).

FIGURE 23 – Itinéraires de grand parcours des XVI^e-XVII^e siècles



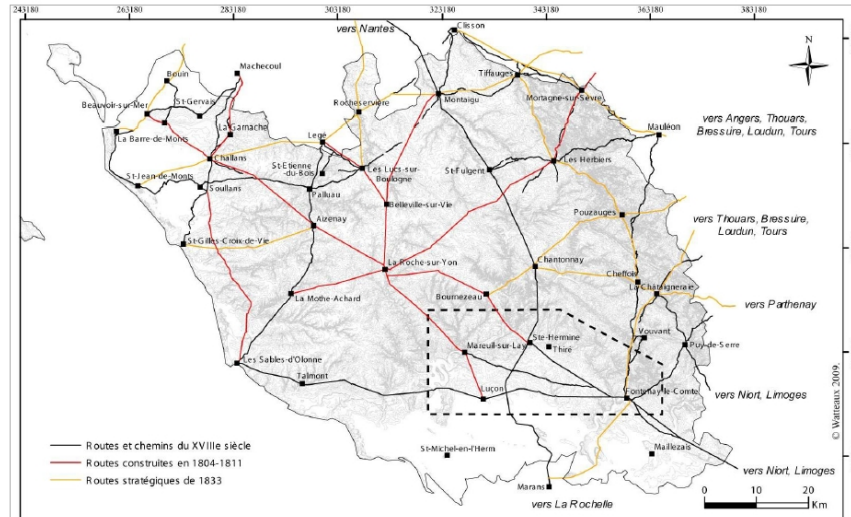
Le quart sud-est du Bas-Poitou apparaît comme une zone plutôt favorisée par les communications aux XVI^e-XVII^e siècles, et ce probablement en raison d'une dynamique de peuplement plus vive et plus ancienne : les petites villes se trouvèrent pendant longtemps dans le sud de l'actuel département vendéen. Le secteur étudié, une fois inséré dans cette trame viaire, se présente comme un carrefour essentiel à l'échelle du Bas-Poitou. S'y croisent en effet les itinéraires nord-sud reliant Nantes à Niort, Limoges et La Rochelle, les itinéraires reliant le nord-est et le sud-ouest de la région poitevine ainsi que la liaison est-ouest entre Poitiers et les côtes sablaises et talmondaïses par Fontenay-le-Comte et Niort. Cette dernière liaison ressort moins clairement

car le crochet par Niort impose un détour par le sud qui s'explique par la volonté d'éviter les contreforts de la Gâtine poitevine. Fontenay-le-Comte apparaît en particulier comme un centre clé, à la rencontre des routes se dirigeant vers Nantes, Angers, Saumur, Tours, Thouars, Parthenay, Poitiers, Niort, Limoges et La Rochelle. La ville est d'ailleurs depuis la fin du Moyen Âge la capitale administrative du Bas-Poitou. À côté, le gros bourg de Luçon, cité épiscopale, est également très important, bien que sa position, en rivage du Marais poitevin, soit moins commode que l'implantation en plaine de Fontenay-le-Comte.

Au XVIII^e siècle, la carte de Cassini fait ressortir le même vide au centre du département, en particulier autour de La Roche-sur-Yon et de Belleville-sur-Vie, et l'on retrouve la même densité relative de chemins pour le quart sud-est et les marches bretonnes du département (figure 24). Ainsi, même si l'absence de chemins sur cette carte ne signifie pas leur inexistence, ils s'intègrent plutôt dans une logique de liaison locale qui explique qu'ils ne soient pas cartographiés. La construction de la route des Sables d'Olonne à Palluau désenclave un peu ce centre bocager mais ne suffit pas à combler le déséquilibre avec les autres territoires du département. Il faut attendre pour cela les travaux de Napoléon I^{er} qui, en déménageant en 1804 la préfecture de Fontenay-le-Comte à La Roche-sur-Yon, contribue à recentrer les communications au cœur du Bas-Poitou (figure 24). L'empereur met alors en œuvre des travaux de construction de grandes routes desservant cette ville nouvelle ainsi que des routes stratégiques à l'échelle de l'Ouest chouan pour désenclaver le bocage.

Entre le XVI^e et le milieu du XIX^e siècle, on passe donc d'un réseau routier de grand parcours très excentré, au profit du quart sud-est du département et des marches bretonnes du Bas-Poitou, à un maillage entièrement polarisé par La Roche-sur-Yon qui s'impose désormais avec force au centre de son territoire (mais sans peser pour autant sur l'organisation des grands réseaux à l'échelle du Centre-Ouest). L'intervention politique et stratégique d'envergure de Napoléon I^{er} a donc radicalement déplacé les flux de circulation, jusqu'à nos jours, contribuant à marginaliser progressivement le Sud-Vendée. Cette nouvelle donne apparaît également dans les résultats du tri numérique. Désormais à l'écart des grands courants de communication, l'espace sud-vendéen va périliter politiquement et économiquement durant la fin du XIX^e et la première moitié du XX^e siècle, au regard de l'envol continu et exponentiel de la nouvelle préfecture et de son bocage. Pour finir, notons que la dynamique de ce réseau a encore très récemment évolué avec la construction de l'A 83 qui, en reliant Nantes et Niort *via* Fontenay et

FIGURE 24 – Grandes routes des XVIII^e et XIX^e siècles



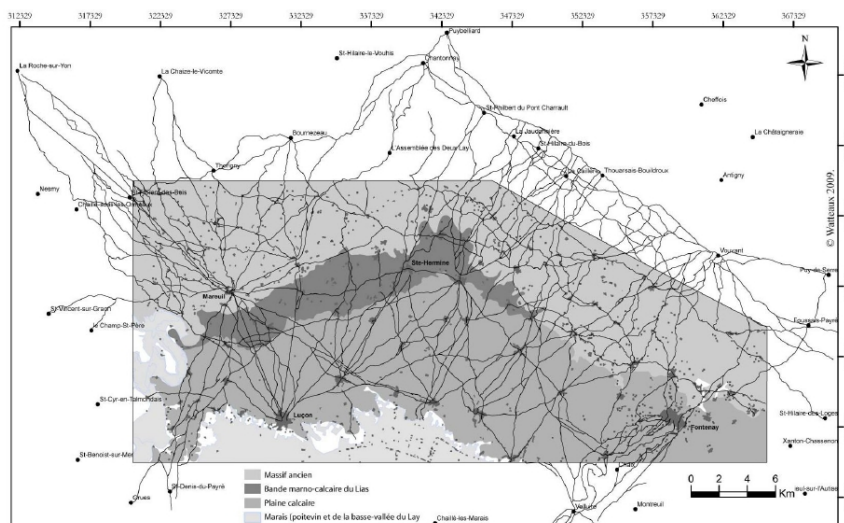
non par La Roche-sur-Yon, a contribué à nuancer le basculement des flux supra-régionaux vers le centre du Bocage.

À l'échelle du secteur d'étude

À l'échelle du secteur étudié, de nombreux tracés sont apparus, reliant les rives du Marais poitevin, la plaine et le Massif ancien (figure 25). Certains s'articulent au sein d'un même itinéraire, d'échelle locale. émergent ainsi des carrefours, aux branches viaires plus ou moins étendues, générés par la présence d'un habitat. Un certain nombre se situe aux limites de la plaine calcaire, à l'entrée du Massif ancien ou sur la bande marno-calcaire de transition. Ces centres, le plus souvent anciens, constituent des sortes de « portes » qui captent et redistribuent les chemins du marais et de la plaine vers l'intérieur des terres du Massif ancien. Les combinaisons viaires possibles entre les centres en bordure du marais et ceux en limite de plaine sont très nombreuses mais s'inscrivent globalement au sein de douze itinéraires locaux. Quelques fois, des informations permettent de proposer des éléments de datation mais cela reste rare.

Certains de ces tracés s'inscrivent dans des itinéraires de liaison plus lointaine. Trois grands itinéraires d'échelle régionale et supra-régionale ressortent en particulier (figure 26) :

FIGURE 25 – Les tracés reliant le Marais poitevin aux terres du Massif ancien

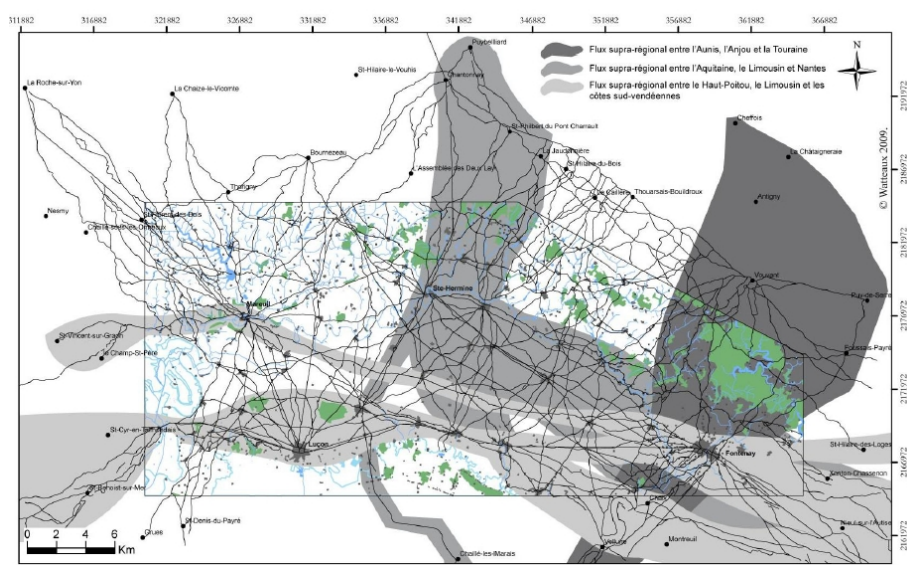


- entre l'intérieur des terres à l'est (Poitiers et Limoges) et l'océan atlantique ;
- entre la Loire nantaise et le sud (La Rochelle, Saintes, Bordeaux) jusqu'à Limoges ;
- entre l'Aunis d'une part et l'Anjou et la Touraine d'autre part.

Ces itinéraires font du secteur retenu un carrefour important entre certaines liaisons de très petite échelle : Aquitaine/Bretagne, Centre/océan, Aquitaine/Anjou-Touraine et Limousin/Bretagne. Cette zone ne génère donc pas d'axes d'échelles régionale et supra-régionale mais apparaît plutôt traversée par des voies de grand parcours joignant les principaux pôles du Centre-Ouest. À l'échelle locale, ils s'inscrivent dans une trame mettant en relation les différents villages et bourgs. Le secteur étudié apparaît plus particulièrement « dominé » par les influences des villes au sud du département (Niort et La Rochelle) et du Haut-Poitou.

C'est plus précisément dans le sud-est de la fenêtre que se rencontrent ces grands itinéraires, *grosso modo* dans un secteur comprenant Nalliers, Mouzeuil-St-Martin, Le Langon, Le Gué-de-Velluire, Velluire, Chaix et Fontenay-le-Comte. Les trois derniers, points de passage antiques sur la rivière de la Vendée, se situent en particulier à la rencontre de ces trois grands itinéraires. Nos connaissances sur l'Âge du Bronze permettent même de vieillir

FIGURE 26 – Itinéraires et flux suprarégionaux traversant le secteur d'étude



l'importance du secteur de Chaix au regard des découvertes importantes qui y ont été faites (Poissonnier, 1997, p. 25, 91-93 [204]). L'analyse archéogéographique permet cependant de pousser plus loin cette observation d'ordre topographique et de réinsérer ces sites dans des flux de petite échelle. Quant à Fontenay, son essor en tant que capitale du Bas-Poitou à partir des XIII^e-XIV^e siècles, l'amène à s'imposer dans cet espace et à capter les tracés de ces trois itinéraires, au détriment de ceux situés plus au sud.

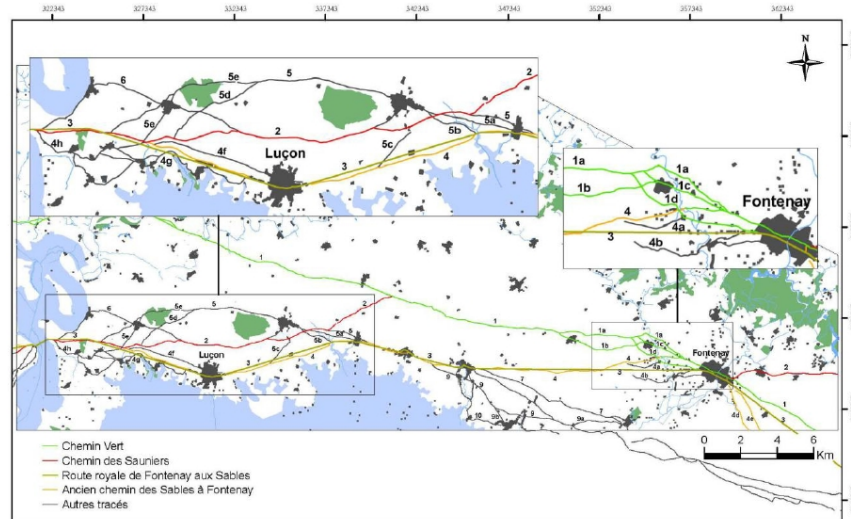
L'itinéraire entre Poitiers-Limoges et les côtes sud-vendéennes s'inscrit en particulier dans le principal courant commercial du sel en Poitou, du moins au Moyen Âge et à l'époque moderne. Nous allons maintenant détailler deux tracés qui le composent : la route royale de Poitiers aux Sables d'Olonne et l'ancien grand chemin qui l'a précédée. Leur analyse offre l'occasion d'observer la complexité des spatio-temporalités à l'œuvre au sein des réseaux routiers et de confronter les analyses morphologiques aux données archéologiques.

3.2 De Poitiers aux Sables d'Olonne à travers le temps : exemple de transformation d'un tracé

La route royale de Poitiers aux Sables d'Olonne

Cette grande route présente un tracé rectiligne et traverse d'est en ouest la plaine vendéenne (figure 27). Elle correspond aujourd'hui à la route départementale n° 949. Elle fut construite par le pouvoir royal au milieu du XVIII^e siècle dans le cadre du plus grand programme de travaux publics routiers jamais entrepris en France à cette date (Arbellot, 1973, p. 766 [7]). Il s'agissait alors de relier de manière efficace et rapide la capitale régionale de Poitiers au port des Sables d'Olonne, place économique et stratégique sur le littoral atlantique, tout en desservant deux villes incontournables du Bas-Poitou, Luçon et Fontenay-le-Comte. Quelques enquêtes statistiques de la fin XVIII^e siècle nous apprennent qu'elle permettait la communication avec Paris et qu'après la route de La Rochelle à Nantes, elle était la route la plus fréquentée et la plus utile (Caron, 1917-1919, p. 331 [55] ; Labrettonnière, 1800, p. 106 [137]).

FIGURE 27 – Tracés de l'itinéraire de Poitiers et Limoges aux côtes sud-vendéennes dans l'emprise du secteur d'étude



Les projets de construction de ces routes ont fait l'objet de représentations très précises, réunies au sein d'un atlas connu sous le nom d'*Atlas de*

Trudaine. Par souci de réalisme, les plans ont été exécutés à grande échelle (8 640^e) ce qui permettait de préciser la topographie et un certain nombre de détails environnants comme les chemins (Arbellot, 1973, p. 775, 782, *op. cit.*). L'archéogéographe peut donc y reconnaître le tracé de l'ancien chemin éclipsé par la nouvelle route royale.

L'ancien chemin de Fontenay-le-Comte aux Sables d'Olonne

On identifie facilement l'ancien chemin qui reliait Fontenay-le-Comte aux Sables d'Olonne, serpentant autour de la route rectiligne, et il est assez aisé de le retrouver sur la documentation planimétrique des XIX^e et XX^e siècles (figure 27). Ce chemin est appelé sur le cadastre napoléonien « ancien chemin de Luçon à Fontenay-le-Comte ». Globalement, il est plutôt cohérent avec le parcellaire et il est très rarement support de limites communales. Au milieu du XIX^e siècle, on ne le retrouve qu'en partie sur les minutes de la carte d'État-Major à 1/40 000. Un tronçon a ainsi disparu à l'ouest de la vallée des Quatre Veaux qui témoigne de son abandon assez rapide après la construction de la route royale, soit en moins d'un siècle. Sur des cartes plus récentes, comme la carte topographique à 1/25 000 de la fin du XX^e siècle, on retrouve encore parfois l'ancien tracé. Sa permanence plus forte à l'ouest de Fontenay-le-Comte s'explique probablement par sa fusion avec un grand et très ancien chemin du secteur (le « Chemin Vert »).

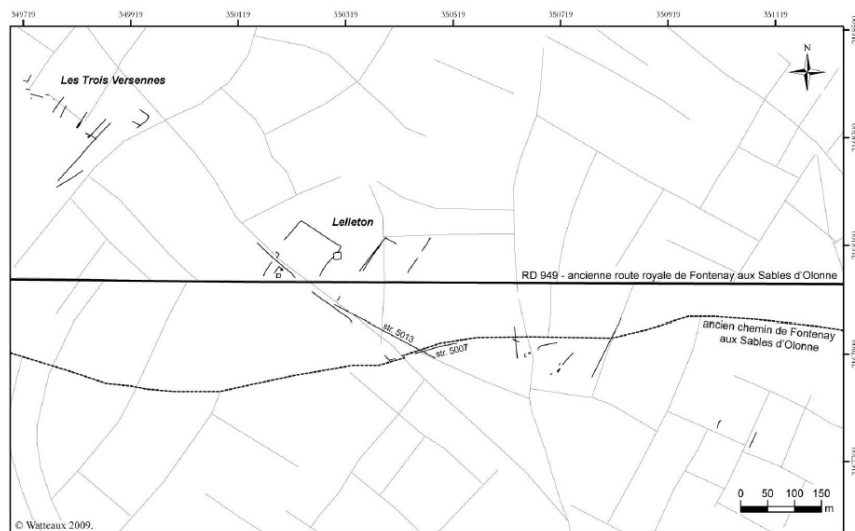
Ce tracé est potentiellement très ancien car il traverse des bourgs à l'histoire très longue, depuis la période antique au moins : Mouzeuil-St-Martin, Nalliers, Luçon et un point de passage probablement aussi ancien à Fontenay-le-Comte (pour notre secteur). Il a même défini les principaux axes d'orientation est-ouest de la ville de Luçon. L'itinéraire Les Sables/Fontenay/Niort fut privilégié pour les échanges commerciaux dès le XIII^e siècle (Sarrazin, 1982, p. 131 [234]).

Alors que les observations stratigraphiques sont habituellement peu nombreuses sur les tracés non rectilignes de grande envergure, nous avons la chance de disposer de données de fouilles concernant justement cet ancien chemin sur le gisement archéologique de Lelleton (figure 28). Fouillé sous la direction de Nathalie Moron (1993 [177]), il se situe au sud-ouest de la commune de Petosse. Plusieurs ensembles archéologiques ont été trouvés :

- un enclos funéraire de La Tène C2/D1 (soit, au plus large, entre 200 et 60 av. J.-C.), associant des inhumations humaines et des squelettes d'animaux ;
- un habitat gallo-romain à vocation agricole associé à des chemins et du parcellaire ;

- une ferme, un bâtiment d'exploitation agricole (grange ou étable) et d'autres structures modernes (écurie, cour de ferme) dont un bâtiment carré s'alignant sur la voie royale. Aucune trace de cet ensemble n'a été retrouvée dans les archives départementales. L'occupation est datée archéologiquement des XVII^e-XIX^e siècles mais la ferme semble ne plus exister en tant que telle dès le milieu du XVII^e siècle car elle n'est pas figurée sur l'*Atlas de Trudaine* alors qu'elle jouxte la route royale ;
- enfin, des fosses d'extraction et une carrière d'époques indéterminées.

FIGURE 28 – Insertion du gisement archéologique de Lelleton dans la planimétrie de 1950



Les résultats de cette fouille sont intéressants pour l'archéogéographe car la structure n° 5007 correspond à un chemin gallo-romain situé au même emplacement que l'ancien chemin de Fontenay aux Sables. Repéré sur une longueur de 125 m, il n'était visible au décapage que par des traces d'ornières, creusées dans le calcaire. Il est interprété comme le chemin d'accès principal à un bâtiment gallo-romain (sans plus de précision possible sur sa datation et sa fonction). Il est ensuite recoupé par le chemin moderne n° 5013. Nous serions donc en présence d'un chemin en usage à la période gallo-romaine sur une petite section et également durant la période moderne puisqu'il est figuré sur les cartes et plans du XVIII^e siècle. Il s'agit d'un cas de résilience d'un tracé entre les périodes romaine et moderne qui se fait en gardant

la même orientation (isoclinie) et le même emplacement (isotopie). Seule une étude archéogéographique permet de réinsérer cette structure dans une analyse plus globale des formes viaires. Les archéologues n'avaient en effet pas réalisé qu'ils fouillaient un tracé désuet, préexistant à la voie royale, car il n'était plus qu'une simple limite parcellaire sur le cadastre napoléonien. Il aurait fallu élargir la fenêtre d'étude afin de comprendre que cette limite constituait un tronçon d'une forme plus générale, celle d'un ancien chemin de grand parcours.

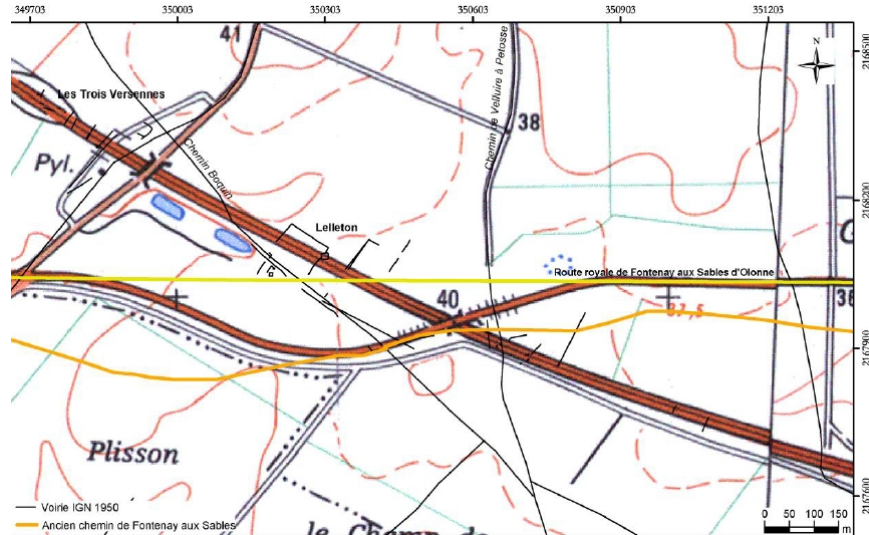
Réactivation du tracé lors de la construction de l'A 83

On peut prolonger l'analyse jusqu'à nos jours puisque la construction de l'A 83 qui recoupe la route royale a obligé les aménageurs à adapter cette dernière. La RD 949 adopte en effet à cet endroit un tracé courbe qui permet de ne pas couper trop en oblique l'autoroute et reprend alors le tronçon d'origine gallo-romaine (figure 29). Il s'agit d'un cas de figure qui a également été observé par Sandrine Robert à Marines dans le Val d'Oise, où la déviation actuelle reprend partiellement le tracé d'un petit chemin qui évitait déjà Marines (Robert, 2003, p. 371-374 et 443-444 [219]). À Lelleton, nous sommes ici en présence d'un tracé qui compte plusieurs étapes chronologiques :

- un chemin très local d'accès à un bâtiment durant l'époque gallo-romaine ;
- un grand chemin anciennement impliqué dans un flux de grand parcours reliant Fontenay-le-Comte aux Sables d'Olonne ;
- un chemin local après la construction de la route royale au milieu du XVIII^e siècle ;
- le chemin est ensuite progressivement abandonné et ne représente plus qu'une simple limite parcellaire sur le cadastre napoléonien et en 1950 ;
- enfin, il réintègre le flux régional sur un tronçon en accueillant le nouveau tracé de la RD 949 suite à la construction de l'A 83.

Dans ces deux exemples, il s'agit donc d'un retour sur un tracé précédemment impliqué dans un flux de grand parcours, passant ensuite dans le réseau local puis revenant dans le flux régional. L'archéogéographe éclaire des moments de cette histoire en fonction des documents disponibles. Entre ces étapes, il existe des hiatus qui font que le tracé ne perdure pas de manière linéaire - c'est-à-dire sans modifications. On parle alors de *transmission dynamique*. Après un hiatus, un tracé peut en effet recouvrer une fonction perdue et sa forme ainsi perdurer, malgré ce hiatus et le changement de modèle. C'est la forme qui perdure, sous l'influence de critères spatiaux et/ou

FIGURE 29 – Reprise d’une partie du tracé de l’ancien chemin de Fontenay-le-Comte aux Sables d’Olonne par la RD 949 actuelle (source : Scan 25 ©)



sociaux, alors que le modelé et la fonction sont beaucoup plus instables dans la durée.

Conclusion

L’analyse archéogéographique des réseaux routiers en Vendée a mis en évidence un certain nombre de faits, de l’échelle supra-régionale à l’échelle micro-locale qui mettent en perspective le secteur d’étude retenu. Il apparaît que celui-ci, s’il se trouve dans un département connu pour être resté très longtemps en marge des grands réseaux routiers, présente néanmoins une place à part dans cet ensemble vendéen. S’y croisent en effet des itinéraires d’envergure régionale et supra-régionale, en particulier dans le sud-est de la fenêtre. L’analyse morphologique a, quant à elle, permis de caractériser la nature du système viaire ainsi que son organisation. Les itinéraires reposent sur des tracés multiples, variant dans le temps et dans l’espace et correspondant sans doute à des usages différents. Ainsi, pour une même liaison, nous avons pu reconstituer plusieurs tracés possibles et parfois déterminer des relations chronologiques. L’observation morphologique se distingue en cela très nettement des études traditionnelles sur les voies anciennes qui s’intéres-

saient uniquement à des tronçons antiques repérés ici ou là. Ces conclusions rejoignent celles de Sandrine Robert (2003) dans le Val-d'Oise, d'Éric Vion (1989) dans le Pays de Vaud, de Claire Marchand (2000) dans le Séonnais et de Samuel Leturcq (1997) en Beauce, contribuant ainsi à élaborer un modèle d'organisation des réseaux routiers selon plusieurs niveaux de formes (itinéraire, tracé, modelé) dont les interactions produisent la dynamique du système dans la longue durée.

Les dynamiques spatiales des réseaux d'innovation : articuler réseaux d'acteurs et réseaux de lieux

Antoine GRANDCLEMENT²⁸

Les réseaux sont abondamment mobilisés par les sciences sociales et appliqués à des objets et des terrains toujours plus divers (Offner et Pumain, 1996 [188]). Ce processus est en grande partie alimenté par le développement d'outils et de corpus théoriques stimulants, à l'image des méthodes d'analyse des réseaux sociaux. Dans le champ de la géographie économique, R. Boschma et A. Ter Wal notent ainsi que « de plus en plus de chercheurs sont convaincus que les réseaux sont une forme de conceptualisation pertinente des interactions entre organisations et des flux de connaissance »²⁹ (Ter Wal et Boschma 2009, p.740 [254]). Pourtant, « la métaphore du réseau recouvre des réalités différentes qui ne peuvent être réduites à un même modèle et n'ont en commun que l'aspect formel » (Offner et Pumain, 1996, p. 175 [188]). Les réseaux sociaux tels qu'ils ont été théorisés par les sociologues (Lazega, 2007 [141]) entendent par exemple le concept de réseau hors de son acception spatiale (Lévy, 2006 [152]) et l'utilisent pour étudier les groupes sociaux et les individus hors de leur inscription spatiale, proposant un prisme de lecture spécifique. La géographie française a longtemps peu recouru à cette approche, privilégiant les processus de circulation ou les réseaux de villes (Amiel *et al.*, 2005 [5] ; Comin, 2009 [69] ; Ducruet *et al.*, 2011 [85]) plutôt que les systèmes spatialisés de relations sociales. Dans le champ de la géographie économique, les méthodes d'analyse des réseaux sociaux ont permis d'introduire les acteurs dans l'analyse des processus d'innovation (Ter Wal et Boschma, 2009 [254]) mais cette dernière reste souvent cantonnée à l'échelle d'un *cluster* ou d'un secteur technologique donné, sans proposer de lecture pleinement géographique et multiscalaire.

L'objectif est ainsi ici de saisir simultanément les dynamiques spatiales et les dynamiques relationnelles de réseaux d'acteurs, en articulant les apports des méthodes d'analyse des réseaux sociaux et la cartographie classique. Ce texte s'appuie sur l'exemple de la politique des pôles de compétitivité, lancée en 2005, qui repose principalement sur des coopérations entre entreprises et laboratoires de recherche publics (Plunket et Torre, 2009 [203]). En favorisant le développement de liens entre ces acteurs, son objectif est de permettre l'insertion des territoires dans des réseaux d'innovation à différentes échelles. Les pôles constituent donc un cas d'étude pertinent pour observer la co-

28. ATER en géographie, Aix-Marseille Université - UMR7303 TELEMME.

29. Nous traduisons.

évolution des réseaux d'acteurs et des réseaux de lieux. Un corpus composé des projets de recherche labellisés par six pôles de compétitivité de la région PACA permet de s'inscrire dans une lecture comparative des évolutions de ces réseaux, mais aussi et surtout de mettre en lumière les spécificités de communautés d'acteurs différentes mais ancrées dans un même territoire régional. Ces six pôles de compétitivité relèvent en effet de champs technologiques variés (l'optique, les TIC, l'aéronautique, les biotechnologies, les risques...) et leur inscription spatiale diffère sensiblement.

La première partie présente le corpus et les enjeux méthodologiques liés à l'exploitation de données relationnelles. La deuxième partie précise les dynamiques spatiales des réseaux des pôles et montre qu'une entrée par les acteurs permet de mieux comprendre ces évolutions. La dernière partie prolonge cet aller-retour entre cartographie et réseaux sociaux en proposant une lecture comparative de la structure des réseaux des six pôles considérés.

1. Réseaux d'acteurs et réseaux de lieux : quelles données ?

1.1 Les réseaux des pôles : des réseaux atypiques

La politique des pôles de compétitivité repose principalement sur le financement public de projets de recherche collaborative³⁰ (PRC), labellisés chaque année par les pôles, et rassemblant des entreprises, laboratoires de recherche et établissements d'enseignement supérieur. Ces PRC constituent donc un cas d'étude intéressant pour observer la construction de relations et leurs évolutions (Grandclement, 2012 [117]). Même si les pôles se sont construits sur la base de réseaux et d'organisations collectives préexistantes, plus ou moins structurés selon les cas, ils n'en marquent pas moins une rupture importante, qu'il est possible d'observer dès son origine. La succession des appels à projets et des campagnes de labellisation annuelles fait émerger des générations de projets de recherche qui apparaissent comme autant d'étapes de la structuration des réseaux des pôles.

Malgré quelques difficultés liées à la disponibilité des sources concernant les pôles de compétitivité (Chalaye, 2011 [61]), les PRC offrent un corpus de données homogène et permettent en cela de répondre au manque d'études diachroniques et comparatives pointé dans la littérature sur les réseaux d'innovation (Weil *et al.*, 2010 [264]). Le cadre réglementaire peu contraignant de cette politique permet également d'échapper aux biais introduits dans le choix des partenaires par les considérations politiques, bien analysées par

30. Tout au moins avant les inflexions qui doivent être mises en œuvre pour la période 2013-2016.

la littérature dans le cas des programmes européens (Autant-Bernard *et al.* 2007 [8]; Maggioni *et al.*, 2007 [161]).

Ces atouts dissimulent pourtant des enjeux majeurs. Les réseaux que dessinent les PRC sont en effet atypiques et transversaux. Ils ne se déploient ni au sein d'un *cluster*, ni au sein d'un territoire, ni même au sein d'un secteur industriel ou d'une communauté d'acteurs réunie autour d'un champ technologique (Grandclement, 2010 [116]). Si de tels socles peuvent exister au sein de ces réseaux, ils n'en représentent souvent qu'une petite partie. L'ouverture sectorielle, thématique et géographique voulue par les pôles et la souplesse réglementaire affirmée par cette politique expliquent ces spécificités. L'étude des PRC ne permet donc pas de saisir l'ensemble des relations de collaboration au sein d'un territoire ou d'un champ sectoriel plus ou moins vaste. Elle ne peut pas davantage prétendre cerner l'ensemble des réseaux à l'intérieur de *clusters*. Les collaborations nouées au sein de ces projets n'épuisent pas l'ensemble des relations établies par les acteurs impliqués, qu'il s'agisse des dispositifs publics de soutien à l'innovation ou plus encore des coopérations et alliances stratégiques entre entreprises. Il ne faut donc pas ignorer dans l'interprétation la part d'arbitraire de cette délimitation (Degenne et Forsé, 2004 [81]) et les limites d'une analyse bornée qui néglige les relations extérieures entre les acteurs (deux acteurs sans lien au sein du réseau d'un pôle mais reliés entre eux à l'extérieur de ses frontières).

Les réseaux des pôles ont donc la particularité de se déployer à cheval sur des aires géographiques et des champs thématiques multiples sans jamais n'en circonscrire aucun. Cet état de fait permet une approche comparative riche mais impose une grande prudence dans la mise en œuvre des méthodes d'analyse des réseaux sociaux et dans l'interprétation de leurs résultats. Les PRC constituent un cas assez original de réseaux dont les frontières sont institutionnelles et recourent celles du cadre politique et réglementaire dessiné par le dispositif des pôles de compétitivité. En cela, la constitution de l'échantillon étudié peut sembler aisée mais son exploitation est délicate.

1.2 Des projets des pôles aux données relationnelles

Les données issues des PRC labellisés entre 2006 et 2010 par six pôles de la région PACA ont été rassemblées dans une base de données relationnelle. Pour chaque projet de recherche, on a renseigné le ou les pôle(s) labellisateur(s), l'année de labellisation, le porteur et les membres. Pour chaque acteur, on a renseigné la localisation géographique (maille communale) et le type (entreprise, organisme de recherche ou de formation, association, collectivité territoriale). La seule information saisie est ainsi celle de la parti-

TABLEAU 1 – Les pôles du corpus d'étude

Pôles	Secteurs / thématiques	Nœuds	Liens
Eurobiomed	Biotechnologies - santé	193	420
Optitec	Photonique	229	974
Pégase	Aéronautique	238	1985
Pôle Mer	Energie - TIC - transports	490	3031
Pôle Risques	Risques	236	1423
SCS	Microélectronique / TIC	699	4733

icipation à un projet, sans présumer de la structure des relations qui peuvent exister à l'intérieur d'un projet.

Le passage de l'échantillon brut des PRC à des données relationnelles pose en effet problème. Un projet rassemble un certain nombre d'acteurs, entreprises et laboratoires de recherche, autour d'un défi technologique. Pour chaque projet est désigné un porteur de projet. Cette fonction peut être assumée par l'acteur qui a fait naître le projet ou par celui qui est à même par ses compétences et son positionnement industriel de coordonner les contributions des autres participants. Les informations disponibles sont donc moins univoques et exhaustives qu'il n'y paraît au premier abord. La participation d'un acteur à un projet ne dit rien du rôle qu'il y joue ni des relations qu'il entretient avec les autres acteurs. Les systèmes de relations peuvent varier de manière importante d'un projet à l'autre selon leur nature, leurs objectifs et leur positionnement sectoriel. Les relations hiérarchiques, le degré et la nature de l'implication des acteurs conditionnent pourtant la transcription des données dans les matrices de réseaux. Une simple liste de membres d'un projet peut être représentée par des réseaux très différents. Un projet peut mettre en relation des acteurs qui contribuent sur un pied d'égalité. Dans des cas plus complexes, la participation de certains acteurs peut se faire par l'intermédiaire d'acteurs tiers qui jouent un rôle de médiation. L'exemple le plus simple est celui d'un grand industriel qui coordonne des groupes de travail indépendants. Dans un premier cas, tous les participants d'un projet sont en relation avec tous les autres et les liens qui les unissent sont réciproques et de même nature (graphe complet). Dans le second cas, on se trouve en présence d'un réseau plus polarisé. Tous les acteurs sont en relation avec le porteur de projet sans l'être nécessairement avec les autres. C. Rozenblat et D. Pumain soulignent bien cet écueil souvent négligé de la transposition d'informations

sous forme de réseaux, dans une étude sur les réseaux de villes européennes et les réseaux de filiales d'entreprises (Rozenblat et Pumain, 2007 [228]).

Dans le cas des PRC, les solutions disponibles conduisent soit à créer des relations qui n'existent pas dans les faits, soit au contraire à ignorer des relations importantes. Dans un cas comme dans l'autre, la taille de l'échantillon ne permet pas une caractérisation qualitative fine de chacun des liens tissés dans le cadre de ces projets. Un tel objectif demanderait un travail d'enquête considérable, ce qui montre bien les difficultés de la construction de l'échantillon dans le cadre d'une analyse de réseaux sociaux. En l'absence de données supplémentaires, on a choisi ici de représenter chaque projet par un graphe complet et d'utiliser des matrices carrées. Les données dont on dispose décrivent en effet des réseaux d'affiliation (*affiliation networks*) puisqu'elles mettent en relation deux ensembles disjoints de nœuds, les projets d'une part, les entreprises et laboratoires d'autre part. Si la transformation de telles données s'accompagne toujours d'une perte d'information (Newman *et al.*, 2001 [184]), « utiliser les réseaux *one-mode* est une solution quand on est sûr que les agents impliqués dans les événements sont réellement en contact comme dans le cas de co-publications avec un petit nombre de co-auteurs » (Billand *et al.*, 2008, p. 34 [37]). On peut ici raisonnablement considérer que les PRC des pôles, qui rassemblent en moyenne 4,8 acteurs, remplissent cette condition et autorisent l'utilisation de réseaux *one-mode*.

1.3 Les limites d'une approche cartographique des réseaux

Les données ainsi rassemblées permettent de cartographier les réseaux des projets de recherche collaborative des pôles. Pour chaque projet, on localise les porteurs de projet et les liens entre les participants du projet, en agrégeant les acteurs à l'échelle départementale sur les cartes nationales et à l'échelle communale sur les cartes régionales³¹. Une approche exploratoire a conduit à ne représenter que les liens entre le porteur de projet et les autres membres de chaque projet. Ces choix cartographiques conduisent à ne figurer qu'une petite partie des liens qui s'établissent entre les acteurs dans le cadre des PRC mais favorisent la lisibilité des cartes ainsi produites, sans modifier fondamentalement la structure des réseaux de lieux³².

31. Les liens étroits avec les départements de l'Hérault et du Gard, mis en lumière par les cartes, ont conduit à sortir du cadre administratif de PACA sur les cartes régionales.

32. Les relations qui sont ainsi ignorées sont des relations de faible intensité (impliquant peu d'acteurs). Qui plus est, sur les cartes nationales, une grande partie des liens laissés de côté est intra-départementale et n'apparaîtrait donc pas.

Il est en outre possible d'observer l'évolution de ces réseaux en cartographiant les PRC en fonction de leur année de labellisation. Cette approche se heurte aux variations conjoncturelles liées au fonctionnement des appels à projets, d'autant plus marquantes que le nombre d'acteurs impliqués à chaque génération est plus modeste dans certains pôles. Pour lisser les variations liées au *turn-over* des acteurs et aux contraintes de fonctionnement des guichets, on utilise des fenêtres mobiles de trois années. Cette méthode tend à atténuer les évolutions mais garantit la pertinence des résultats. On a conservé un pas de temps annuel pour le pôle SCS qui s'appuie sur un volume annuel de projets bien plus élevé.

Outre le fait qu'ils tendent à scinder les différents niveaux d'échelle, ces choix cartographiques masquent la part de la proximité géographique dans la mise en réseau des acteurs. Les liens au sein d'une commune pour les cartes régionales ou d'une région pour les cartes nationales ne sont en effet pas représentés. De la même manière, les cartes présentées ne font pas apparaître la position et le rôle de chaque entreprise ou laboratoire dans les réseaux des pôles de compétitivité. L'agrégation des acteurs sur une base communale ou départementale masque la structure de ces réseaux et le rôle de facteurs non directement spatiaux. On est de fait confronté aux difficultés classiques de la cartographie de liens, d'autant que s'entremêlent relations de proximité et relations à plus grande distance.

Ces cartes offrent donc une lecture assez fine de la distribution géographique des acteurs mais peinent à décrire l'organisation spatiale des réseaux. Elles sont en effet construites par agrégation des participations des acteurs aux projets de recherche collaborative, ce qui « ne permet pas d'étudier le niveau microscopique du système » (Comin, 2009, p. 424 [69]). Dans le cadre de cet article, l'intérêt ne porte pas sur la mise en réseau des régions françaises par les réseaux de collaboration pour l'innovation, telle qu'elle a pu être étudiée dans le cas des réseaux des villes européennes (*ibid.*). Pour autant la cartographie des réseaux de collaboration à l'échelle des acteurs n'est pas envisageable pour des raisons bien compréhensibles de lisibilité des cartes et d'enchevêtrement des échelles. La cartographie ne répond donc en l'état pas à toutes les exigences de représentation de la problématique, qu'il s'agisse des échelles (du local au national) ou de l'unité d'analyse (maille spatiale ou acteur). La mise en lumière des processus d'organisation des réseaux à échelle fine impose donc de compléter cette approche cartographique en s'appuyant sur les méthodes d'analyse des réseaux sociaux qui permettent de saisir les dynamiques des réseaux d'acteurs (Degenne et Forsé, 2004 [81]).

2. Les dynamiques spatiales des réseaux des pôles

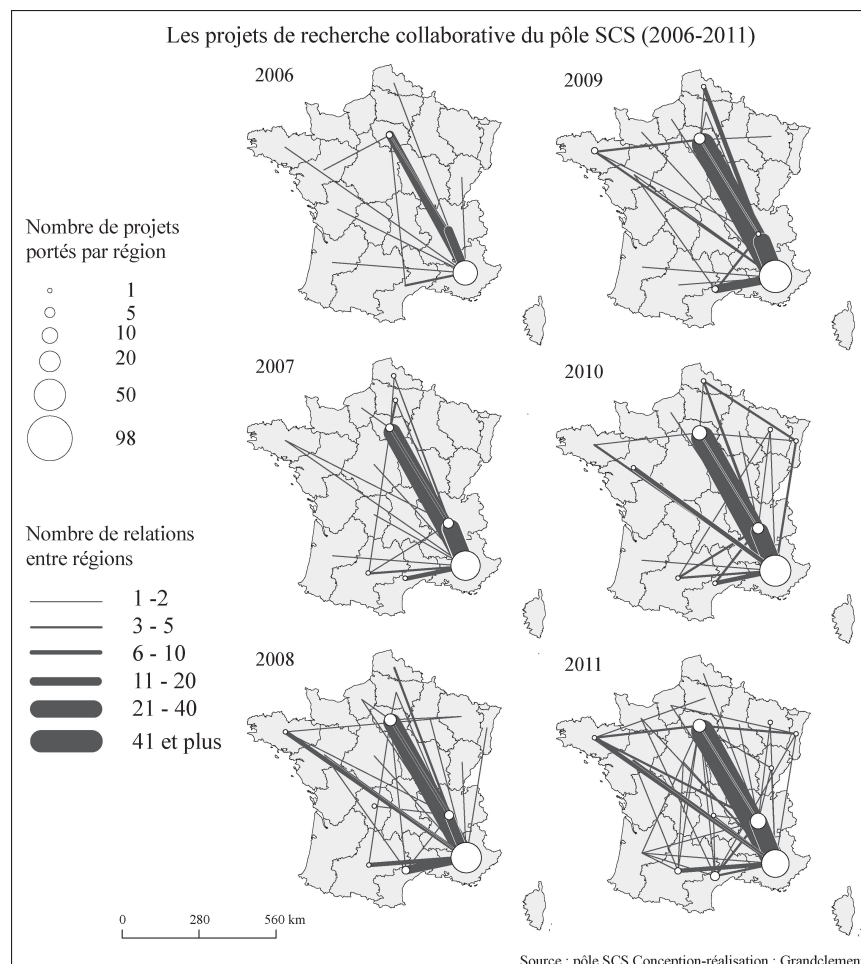
2.1 Un mouvement d'ouverture des réseaux

La cartographie des réseaux des PRC en fonction de leur année de labellisation permet dans un premier temps de préciser les dynamiques spatiales qui les affectent. Ces cartes montrent, outre le rayonnement national des réseaux, une dynamique d'élargissement et de densification commune à tous les pôles, et ce à toutes les échelles. Ce processus diffère par son intensité et son rythme, ainsi que par la situation au début de la période mais dessine une trajectoire partagée par tous les pôles.

À l'échelle nationale, on observe à la fois le renforcement des relations structurantes visibles dès le début de la période et l'apparition de nouvelles relations, souvent avec des régions plus éloignées. Les relations préférentielles avec l'Île-de-France et Rhône-Alpes révèlent le poids scientifique et industriel de ces deux régions. Des relations significatives apparaissent aux côtés de ces axes majeurs et se détachent progressivement du tissu dense des relations moins suivies. On peut citer les liens avec la Bretagne et le Nord-Pas-de-Calais dans le cas du pôle SCS (figure 30) et les liens avec la Bretagne, le Languedoc et Midi-Pyrénées dans le cas du pôle Mer. La même logique est sensible dans le cas des porteurs de projet, initialement très concentrés en PACA. Au fur et à mesure des générations successives de projets, la part des projets portés hors de PACA augmente, dans un premier temps au profit des grandes régions industrielles et scientifiques puis de manière plus diffuse sur l'ensemble du territoire et ce pour tous les pôles. Ainsi, si les réseaux des pôles restent sans surprise polarisés par la région PACA, on observe néanmoins une densification et un maillage progressifs. Le nombre de régions concernées augmente, même si les liens restent parfois modestes, mais c'est surtout le développement de liens extérieurs à PACA qui marque.

Les mêmes processus peuvent être observés à l'échelle régionale, quoiqu'avec une intensité moindre. L'élargissement puis la densification des réseaux sont par exemple flagrants dans le cas du pôle SCS. Les deux pôles de Sophia-Antipolis et de Marseille-Aix-Rousset dominent les réseaux régionaux à l'origine avant qu'émergent des pôles secondaires autour de Montpellier, d'Avignon ou de Toulon. Ces recompositions régionales des réseaux doivent être mises en relation avec les dynamiques observées à l'échelle nationale, même si la cartographie masque ce lien. L'augmentation des liens avec l'extérieur passe en effet principalement par l'intermédiaire de Sophia-Antipolis alors que les liens avec Rhône-Alpes présents en début de période étaient principalement le fait des acteurs de la microélectronique (c'est notamment

FIGURE 30 – Les réseaux du pôle SCS



visible en adoptant une maille départementale). Cette observation met donc en lumière les interdépendances entre les niveaux d'échelles et justifie le recours aux réseaux sociaux.

Cette ouverture et cette densification peuvent être interprétées de deux manières. On peut y lire le succès de l'incitation de l'État à nouer de nouvelles relations de recherche. Elles sont aussi très certainement liées à une forme d'épuisement des projets locaux qui imposent de recourir à des partenariats extérieurs à la recherche d'idées et de compétences nouvelles. L'élar-

gisement géographique est aussi sans doute un élargissement thématique, conduisant à dépasser les liens privilégiés traditionnels. Ce constat invite à prolonger l'observation de ces recompositions spatiales des réseaux des pôles en s'intéressant aux réseaux des acteurs.

2.2 Les recompositions des réseaux d'acteurs

La centralité est le principal concept utilisé pour étudier la place d'un acteur dans un réseau, qu'il s'agisse de relations de pouvoir, de circulations, de jeux d'influence ou de positions d'avantage dans des réseaux d'échange ou de collaboration (Borgatti et Everett, 2006 [44]). Afin de prolonger l'observation des recompositions spatiales des réseaux des pôles en s'intéressant au réseau des acteurs, on peut alors observer l'évolution des indicateurs de centralité des entreprises et laboratoires impliqués dans les réseaux des pôles en comparant le début et la fin de la période. On s'appuie sur des fenêtres de trois ans (2006-2008 et 2008-2010, sauf pour SCS : 2006-2008 et 2009-11), et sur la centralité par les vecteurs propres (*eigenvector centrality*) qui détermine la centralité d'un nœud en fonction de celle des nœuds auquel il est directement relié (Bonacich, 2007 [40]; Ruhnau, 2000 [229]). Cet indicateur met en avant l'importance d'être relié à des acteurs centraux d'un réseau. Il ne mesure pas uniquement les liens directs mais offre une mesure pondérée de relations indirectes à toutes distances et prend donc en compte l'ensemble du schéma d'un réseau (Bonacich, 2007 [40]). Il s'agit également d'une mesure radiale selon la formule de Borgatti et Everett, c'est-à-dire qu'elle s'intéresse aux chaînes qui partent d'un nœud ou qui y aboutissent et non aux chaînes qui passent par un nœud (Borgatti et Everett, 2006 [44]). Notre questionnaire ne porte en effet pas à proprement parler sur des problématiques de circulation et de contrôle des circulations (de compétences, d'informations), faute de données adéquates. On s'intéresse davantage à l'intensité des liens qu'à la possibilité pour une entreprise ou un laboratoire de nos réseaux de bénéficier de flux indirects en fonction de la plus ou moins grande distance à un autre nœud.

Afin d'observer les recompositions des hiérarchies dans les réseaux des pôles, on a extrait des classements les 50 nœuds les plus centraux pour observer le type d'acteurs représentés (industrie ou recherche) et leur localisation géographique. On peut ainsi comparer d'un pôle à l'autre la composition du sommet de la hiérarchie et son évolution dans le temps³³.

33. On a également mené cette analyse pour les 20 nœuds les plus centraux afin de rechercher d'éventuelles différences mais les résultats se sont révélés globalement convergents pour les pôles étudiés.

Les équilibres entre industriels et académiques varient sensiblement d'un pôle à l'autre. Eurobiomed et Risques sont caractérisés par un relatif équilibre entre ces deux groupes qui n'évolue que très peu dans le temps. Le pôle SCS se distingue au contraire par une nette prédominance des industriels au cours de la première période : ils représentent près de 70% des acteurs les plus centraux. On observe une inversion spectaculaire de cette proportion lors de la seconde période puisque la part des industriels tombe en dessous de 45%. SCS semble ainsi s'être dans un premier temps appuyé sur les réseaux déjà développés de la microélectronique provençale, ce que révèle la première place de ST Microelectronics (installé à Rousset dans le pays d'Aix) pour cette période. Les évolutions de la hiérarchie pour la seconde période révèlent un phénomène de relais en faveur des académiques. Il s'agit d'une ouverture des réseaux du pôle à de nouveaux acteurs et d'une forme de rééquilibrage entre les différents secteurs technologiques, mais aussi de la recherche de nouveaux partenaires face à une forme d'épuisement des projets. Il ne faut toutefois pas sur-interpréter ce changement. Il marque moins un recul des industriels qu'une montée en puissance des académiques. Les industriels ne disparaissent pas des réseaux mais sont devancés en termes de centralité par les académiques.

Cet exemple permet d'ailleurs de nuancer l'interprétation de l'indicateur de centralité. Il ne distingue pas de façon binaire des gagnants et des perdants mais témoigne du rôle des acteurs dans la structure des relations. De fait, au cours de la seconde période, les académiques s'imposent en position d'interface dans des réseaux plus ouverts et plus transversaux. Les industriels n'ont pas disparu mais ont cédé ce rôle d'intermédiaire aux laboratoires. Parmi ces derniers, on doit notamment souligner la montée en puissance des laboratoires des universités régionales. Les grands organismes de recherche et les grandes écoles (INRIA, Telecom Paris Tech, Eurecom) étaient présents dès l'origine de même que quelques laboratoires des universités régionales (l'IM2NP pour la microélectronique). Pour la période 2009-11, on observe une stabilité des premiers cités et la multiplication des laboratoires des universités régionales dans les premiers rangs de la hiérarchie. Là encore, le recul des industriels témoigne en fait de l'intégration de ces laboratoires et notamment de l'établissement de liens avec les PME innovantes de la microélectronique et des TIC.

Le pôle Optitec présente une situation inverse, c'est-à-dire que les académiques, qui étaient assez nettement majoritaires lors de la première période (près de 60%), voient leur part décroître nettement lors de la seconde période. On se trouve dans le cas d'un pôle qui s'est construit sur des réseaux principalement académiques et bucco-rhodaniens et qui est parvenu à intégrer

des industriels au fil des générations de projets. Le pôle Mer témoigne d'un renforcement similaire quoique moins marqué des industriels entre les deux fenêtres d'observation. Il se distingue d'Optitec par la place déjà importante des industriels au lancement du pôle (60%). Cette dynamique s'explique en partie par le renforcement de liens transversaux entre les différentes sphères technologiques du pôle qui a bénéficié aux industriels. Le processus d'agrégation de ces sphères, qui n'avaient que peu de relations lors de construction du pôle Mer, expliquent l'existence de sous-réseaux relativement peu reliés lors de la première phase. Les industriels qui étaient déjà centraux grâce à leur place au sein de ces groupes ont vu leur position se renforcer par l'établissement des liens entre ces groupes.

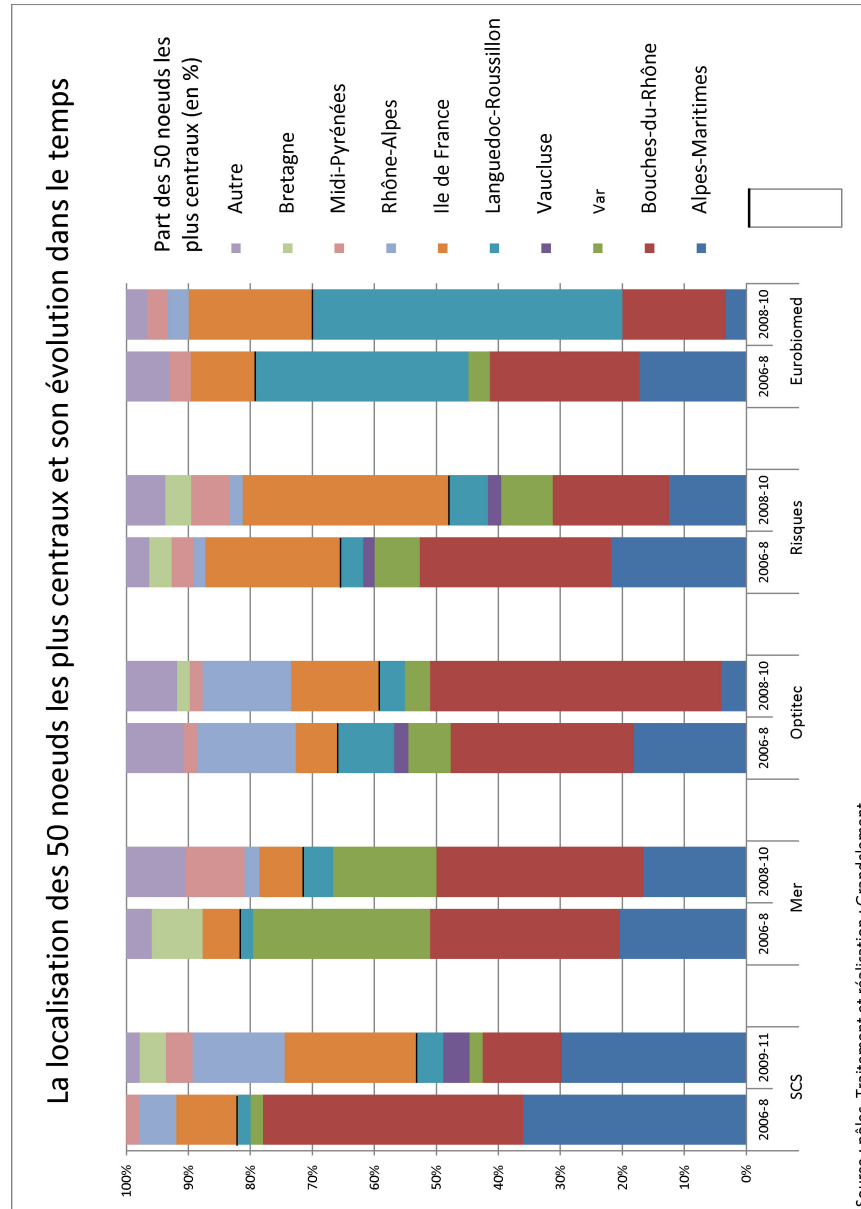
Le mouvement d'élargissement spatial des réseaux, commun à tous les pôles, masque ainsi des logiques divergentes lorsqu'on considère le réseau des acteurs et les équilibres entre entreprises et académiques. Ce sont d'ailleurs aussi les équilibres géographiques qu'il convient de considérer.

2.3 Les recompositions géographiques au prisme des réseaux d'acteurs

On prolonge l'analyse des indicateurs de centralité en observant cette fois la localisation des nœuds les plus centraux (figure 31). Pour faciliter la lecture, les régions minoritaires ont été regroupées tandis que l'on distingue les départements de la région PACA.

Le premier enseignement concerne la part des acteurs de PACA parmi les 50 acteurs les plus centraux des réseaux des différents pôles. Voisine de 70 à 80% pour les pôles pendant la phase 1, elle diminue avec la phase 2 mais de manière inégale. Cette dynamique confirme donc l'ouverture des réseaux des pôles aux acteurs extrarégionaux ainsi que la capacité de ces derniers à intégrer le cœur du réseau. Elle atteint 10 à 15 points pour la plupart des pôles, sauf pour SCS et Risques marqués par une baisse plus importante des acteurs régionaux. Ces deux pôles présentent donc des trajectoires similaires révélatrices de logiques différentes. Dans le cas du pôle SCS, il s'agit d'une preuve du rayonnement d'un pôle mondial à l'échelle nationale tandis que cette ouverture témoigne plutôt dans le cas du pôle Risques de la faiblesse du tissu régional et de la recherche de compétences extérieures. Encore une fois, il convient de préciser l'interprétation puisqu'on ne mesure pas la part des acteurs extrarégionaux mais leur représentation dans le cœur du réseau. Un pôle peut ainsi avoir un cœur dense constitué d'acteurs régionaux, tout en intégrant des acteurs extérieurs en position péricentrale.

FIGURE 31 – Les recompositions spatiales des réseaux des pôles



On observe également des recompositions à l'intérieur de la région PACA. Au sein du pôle SCS, la montée en puissance des académiques s'accompagne d'une nette baisse de la part des acteurs des Bouches-du-Rhône tandis que celle des acteurs de l'Est de la région ne baisse que légèrement. Dans le cas du pôle Mer, ce sont les acteurs varois qui apparaissent en retrait à la suite de l'ouverture des réseaux à des acteurs extérieurs. On peut y voir l'effet de l'envergure plus limitée des réseaux de ces acteurs qui peinent à s'insérer dans des réseaux nationaux au contraire des acteurs marseillais, niçois et sophilopolitains. Le rôle clé des acteurs académiques dans l'ouverture des réseaux à l'échelle nationale favoriserait les deux métropoles régionales et universitaires au détriment des acteurs toulonnais. Le pôle Risques constitue quant à lui un exemple de recul assez général des acteurs régionaux au profit des acteurs franciliens ce qui confirme l'idée de la difficulté des acteurs régionaux à structurer des réseaux de relations dans le temps. Optitec et Eurobiomed connaissent enfin tous deux une forme de reconcentration des acteurs les plus centraux autour de leurs centres de gravité respectifs, les Bouches-du-Rhône pour Optitec et le Languedoc pour Eurobiomed, notamment au détriment des Alpes-Maritimes.

Les exemples de ces cinq pôles confirment la réalité des recompositions qui ont affecté les réseaux des pôles sur une période extrêmement courte. Ils montrent donc l'impact de l'action politique sur ces réseaux mais il ne faut toutefois pas le surévaluer. Il est en effet difficile de démêler ce qui relève de la politique nationale et ce qui relève des évolutions propres à un secteur ou un système productif. Le cas du pôle Optitec est notamment un exemple de l'encastrement des évolutions rapides d'un secteur émergent et en cours de structuration dans une politique nationale. Ce dynamisme de l'optique-photonique régionale explique le processus de différenciation par rapport aux réseaux du pôle Risques alors que leurs profils pouvaient sembler similaires au lancement des pôles. Ces spécificités se retrouvent dans la structure des réseaux des pôles à l'échelle nationale.

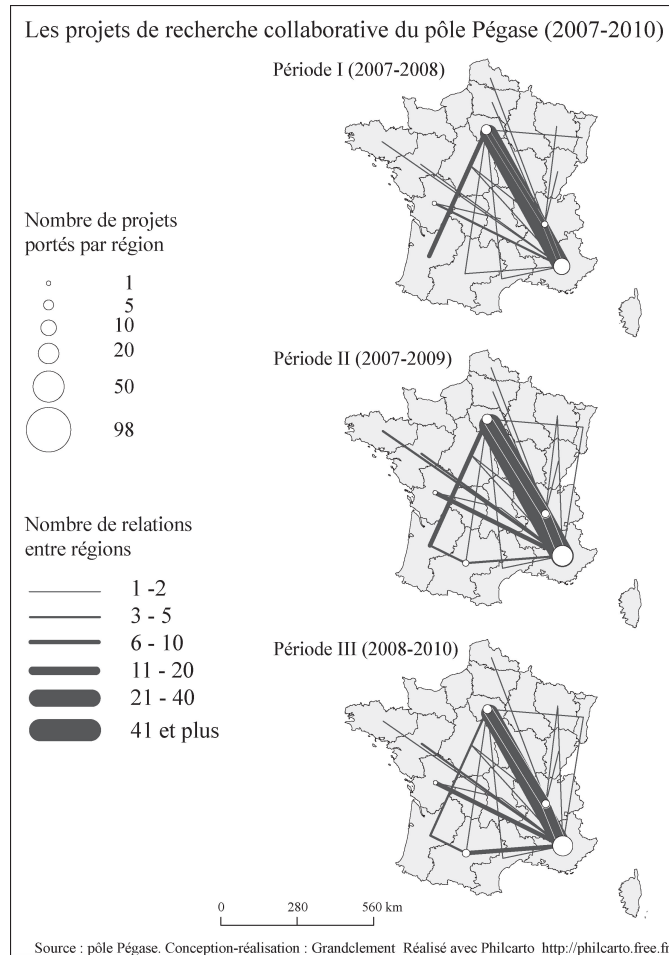
3. La structure des réseaux des pôles

3.1 À l'échelle nationale : dépendance ou rayonnement ?

La cartographie des réseaux à l'échelle nationale permet elle aussi de caractériser les pôles. On peut notamment s'arrêter sur les réseaux atypiques des pôles Risques, Pégase et Eurobiomed. Alors que les autres pôles présentent des réseaux organisés autour de PACA, ces trois pôles sont marqués par l'importance de relations extérieures à PACA présentes dès les premières

années et/ou par la place de l'Île-de-France. Ces trois réseaux font apparaître une structure en triangle très caractéristique.

FIGURE 32 – Les réseaux du pôle Pégase



Dans le cas du pôle Eurobiomed, les deux pôles marseillais et montpellierains entretiennent des relations quasi-exclusives avec Paris qui dépassent de peu le lien qui les relie tous les deux. L'absence de grands groupes pharmaceutiques dans la région pèse sur la structure des réseaux de recherche et impose de recourir à des compétences extérieures dont le poids ne diminue pas au cours de la période. Cet exemple est d'ailleurs révélateur de

la dépendance de certains pôles vis-à-vis d'un nombre restreint de grands groupes, ce qui pose la question de leur pérennité. On peut notamment s'interroger sur l'impact que pourrait avoir sur ce réseau la fermeture envisagée par le groupe Sanofi de son centre de recherche montpelliérain alors que les cartes révèlent une position de dépendance déjà marquée du pôle. Le même schéma se répète pour le pôle Risques avec en outre la présence d'une polarité parisienne et de liens extérieurs à PACA (Île-de-France/Aquitaine). La faiblesse du tissu industriel régional mais surtout la jeunesse des réseaux dans ce champ thématique nouveau expliquent cette situation. Au contraire du pôle Eurobiomed, on constate d'ailleurs l'émergence de relations entre PACA et d'autres régions au fil du temps, ce qui tendrait à témoigner d'un début de structuration d'un pôle régional dans le domaine des risques. La relative stabilité des réseaux à l'échelle régionale conduit toutefois à nuancer cette idée. Le pôle Pégase est le troisième pôle de PACA caractérisé par cette structure triangulaire à l'échelle nationale. Alors qu'on aurait pu s'attendre à voir l'industrie aéronautique toulousaine peser sur les réseaux de ce pôle, ce sont l'Aquitaine et l'Île-de-France, deux autres régions aéronautiques, qui sont au premier plan. Là aussi, on lit sur les cartes une forme de dépendance dans la structure du réseau national de Pégase. Il est intéressant de constater que comme dans le cas de Risques, PACA s'affirme peu à peu comme un pôle plus important et développe des liens avec Poitou-Charentes et les Pays-de-Loire. Pour ces deux derniers pôles, la politique nationale a donc semble-t-il contribué à un renforcement et à une ouverture des réseaux de coopération.

À l'échelle nationale, les réseaux des pôles Optitec, Mer et SCS témoignent de l'envergure supérieure de ces trois pôles et de la force de leurs réseaux visibles dès les premières années, même s'ils s'étendent avec le temps. L'importance des réseaux préexistants est donc sensible, à l'image des liens de SCS avec Grenoble. Le pôle Mer a fait émerger un périmètre thématique inédit, mais il a pu s'appuyer sur les réseaux de communautés locales (Marseille ou Toulon) et sur le relais de grands groupes et de grands organismes de recherche. Il est d'ailleurs significatif de constater que les liens avec les régions du littoral atlantique et notamment avec le pôle jumeau breton n'apparaissent que dans un second temps après les liens avec Rhône-Alpes et l'Île-de-France. Là encore, le rôle d'un nombre limité d'acteurs structurants apparaît en filigrane et conduit à prolonger l'aller-retour entre mise en réseaux des territoires et réseaux d'acteurs.

3.2 Une lecture géographique des rôles sociaux

Le rôle que joue un acteur dans la mise en relation de groupes a notamment été étudié par V. Gould et R. Fernandez (1989 [112]). Ils se sont intéressés aux différents rôles joués par les acteurs impliqués dans une relation de type interface ou « courtage » à l'échelle la plus fine c'est-à-dire une chaîne de trois nœuds (le nœud considéré étant celui qui met en relation les deux autres) et en utilisant des données orientées (le sens de la relation importe). Ils ont ainsi identifié cinq cas de figures ou rôles :

- le coordinateur, lorsqu'un acteur met en relation deux acteurs de son propre groupe ;
- le consultant, lorsqu'un acteur met en relation deux acteurs d'un même groupe différent du sien ;
- le représentant, lorsqu'un acteur contrôle les relations d'un acteur de son groupe vers l'extérieur ;
- le « portier » (*gatekeeper*) ou tête de réseau, lorsqu'un acteur contrôle les relations d'un acteur d'un groupe différent du sien avec son propre groupe ;
- le rôle de liaison, lorsqu'un acteur met en relation deux acteurs de deux groupes différents et n'appartenant pas au sien.

Cette classification peut sembler élémentaire mais elle est particulièrement souple puisqu'elle permet de définir librement les sous-ensembles utilisés et leur nombre et qu'elle peut être mise en œuvre à l'échelle d'un réseau important grâce aux outils informatiques. Ucinet (Borgatti *et al.*, 2002 [43]) propose une routine qui met en œuvre ce schéma en calculant à partir d'une partition donnée et pour chaque acteur le nombre de fois qu'il occupe chacun des rôles cités dans son *ego network*. Il produit une valeur dite attendue, calculée par de très nombreuses itérations, pour un réseau de même taille et pour le même nombre de groupes de même taille mais en distribuant les liens de manière aléatoire. On peut ainsi rapporter les valeurs observées à ces valeurs attendues pour s'assurer de leur significativité. Ucinet fournit enfin pour chaque acteur sa place dans la matrice des relations entre groupes, ce qui permet de savoir entre quels groupes cet acteur fait le pont.

On a ici choisi de constituer les groupes en fonction de la localisation géographique des acteurs, mais leur délimitation est plus problématique. Plus le nombre de groupes est grand, plus les résultats sont difficiles à interpréter. Une partie des travaux de la littérature choisit ainsi de se limiter à deux ou trois groupes et réduit donc le questionnement spatial à une approche dedans/dehors (voir par exemple Vicente *et al.*, 2008 [260]). On a retenu cette même logique en tentant de l'enrichir en distinguant une région PACA

élargie et le reste de la France. On crée cinq groupes à l'intérieur de la région dont il est apparu tout au long de l'analyse des données qu'ils sont les plus significatifs : Bouches-du- Rhône, Alpes-Maritimes, Var, reste de la région PACA, Languedoc-Roussillon. On isole également les acteurs franciliens au sein du groupe des acteurs extrarégionaux, ce qui donne un total de sept groupes. Il faut enfin préciser que nos données n'étant pas orientées, certains des rôles distingués par Gould et Fernandez se recourent. On ne distingue en effet pas les liens entrants des liens sortants, ce qui signifie qu'on ne peut séparer le rôle de portier de celui de représentant. Il est de même plus pertinent de ne retenir que les acteurs ayant un nombre significatif de relations. L'identification des rôles définis par Gould et Fernandez par l'analyse de matrices relationnelles peut enfin donner lieu à deux approches. On peut en effet l'utiliser de manière exploratoire pour déterminer quels sont les acteurs qui jouent ces rôles dans un réseau. On peut également la mettre en œuvre au sein d'une liste d'acteurs identifiés à l'avance (par exemple les plus centraux) pour savoir comment ils s'insèrent dans les relations entre groupes. On a retenu ici cette seconde approche en s'intéressant aux acteurs.

3.3 Des acteurs clés dans les relations entre les régions

On constate ainsi qu'au sein du pôle SCS, les acteurs des Alpes-Maritimes occupent de manière privilégiée une position de consultant, c'est-à-dire qu'ils sont actifs dans des réseaux de relations tournés vers l'extérieur, notamment vers l'Île-de-France ou les Bouches-du-Rhône. Seule l'université de Nice joue un rôle de coordinateur. Les grands groupes de la microélectronique provençale sont eux davantage tournés vers des réseaux locaux qu'ils organisent, même s'ils sont aussi souvent en position de *gatekeeper* et font le pont avec l'Île-de-France et les autres régions. Les PME sont elles aussi principalement tournées vers des relations locales (Tagsys, 3ROAM, Smart Packaging Systems, Ion Beam Services). On note de la même manière que les relations entre régions passent principalement par les laboratoires, organismes de recherche et grandes écoles, comme le montre le cas de l'Île-de-France. On peut ainsi opposer l'organisation extravertie des réseaux des Alpes-Maritimes tandis que les Bouches-du-Rhône présentent un réseau local plus dense, autour de grands groupes et de PME dynamiques.

Au sein du pôle Mer, on distingue un réseau varois coordonné par de multiples PME (ECA, Semantic TS, Chrisar, Degreane) tandis que les deux acteurs majeurs, DCNS et l'IFREMER, sont plutôt tournés vers l'extérieur (Marseille et l'Île-de-France) et privilégient nettement le rôle de consultant à celui de *gatekeeper*. À Marseille, les entreprises (Comex, Principia, ACSA)

semblent davantage tournées vers les réseaux locaux, appuyés par les laboratoires universitaires (Centre d’Océanologie de Marseille, Cerege, IM2NP). Optitec présente le même équilibre entre des grands organismes de recherche et groupes qui font le pont avec l’extérieur (Institut Fresnel, Thales Alenia Space en position de *gatekeeper*) et des PME en position de coordinateur à l’échelle locale (CILAS, Light Technologies, Winlight System).

Pégase et Risques présentent des caractéristiques un peu différentes. Au sein du pôle Pégase, les grandes entreprises sont principalement en position de *gatekeeper* (et font donc le pont entre le local et les réseaux extérieurs), mais aussi pour une bonne partie de consultant (Eurocopter, Thales Alenia Space), c’est-à-dire intégrées dans des réseaux extérieurs. On note le rôle de consultant des grandes entreprises aéronautiques toulousaines et franciliennes (EADS, Airbus, Dassault Aviations), ce qui suggère qu’elles ne contribuent pas réellement à établir de liens entre les réseaux franciliens et toulousains et ceux de PACA. Ce pôle semble marqué par des relations entre grands industriels. Le pôle Risques est lui marqué par l’absence de filière industrielle structurée susceptible de servir de base aux réseaux de collaboration. En l’absence de grands groupes, on retrouve en position de coordinateur des laboratoires des universités régionales (le CEREGE) et des entreprises de filières régionales telles que l’optique et la microélectronique dont on peut supposer qu’elles animent des sous-réseaux sectoriels (Light Technologies, Smart Packaging Systems). Cette approche des réseaux par les acteurs, et plus particulièrement par la méthode des rôles sociaux, vient donc enrichir la compréhension de la mise en réseau des territoires au sein des pôles. Les aller-retours entre cartographie et méthodes d’analyse des réseaux sociaux permettent alors de proposer un tableau de synthèse de l’organisation des réseaux des pôles qui intègre les dynamiques spatiales des réseaux de lieux et celles des réseaux d’acteurs (tableau 2).

Conclusion

Comme le montrent un nombre croissant de travaux de géographes, et comme on a essayé de le montrer dans le cas des pôles de compétitivité, le « détour » par les réseaux sociaux n’implique pas de renoncer à des questionnements spatiaux mais vient au contraire enrichir l’analyse. La localisation géographique n’intervient certes que comme attribut des nœuds et l’approche exclusivement topologique conduit en apparence à mettre entre parenthèses l’inscription spatiale des réseaux par rapport à la cartographie classique. Pourtant, si les méthodes d’analyse des réseaux sociaux sont « particulièrement adaptées pour manipuler des niveaux d’analyse multiples et des

TABLEAU 2 – L'organisation spatiale des réseaux des pôles

Pôle	Lieux et territoires principaux	Acteurs clés	Ouverture extra-régionale	Dynamiques
Eurobiomed	Marseille et Montpellier	Académiques et PME. Peu de grands groupes (Sanofi, Virbac)	Position périphérique dans les réseaux nationaux (IdF et Sud-Ouest)	Recentrage sur PACA
Optitec	Technopôle de Château-Gombert et campus marseillais	PME innovantes (Light Technologies, SESO...), Institut Fresnel	Liens forts avec l'IdF	Montée en puissance des industriels
Pégase	Marignane	Rôle d'Eurocopter et poids des réseaux industriels	Polarisation par les grands groupes aéronautiques d'IdF, Aquitaine et Midi-Pyrénées	Renforcement des acteurs de PACA et recentrage sur la région
Mer	Marseille-Toulon-Nice	DNCS et Ifremer. Tissu de PME varoises et marseillaises	Rayonnement national, liens avec le littoral atlantique	Montée des industriels. Recul du Var
Risques	Technopôle de l'environnement d'Aix	Place des académiques (BRGM, CEREGE) et faiblesse du tissu industriel (Thales Alenia)	Position périphérique dans les réseaux nationaux	Recul des acteurs régionaux
SCS	Technopôle de Sophia-Antipolis, cluster micro-électronique de Rousset-Gémenos	Grands groupes (ST Micro, Orange Labs) et organismes de recherche (INRIA, IM2NP). Tissu dense de PME	Rayonnement national : liens privilégiés avec Rh-A. et IdF.	Montée des PME. Ouverture nationale des réseaux par l'intermédiaire des acteurs académiques et de Sophia-Antipolis. Recul relatif des BdR.

structures de données multi-modales³⁴ » (Hanneman et Riddle, 2005 [123]), leur apport ne se cantonne pas au champ de la représentation graphique des réseaux et aux outils techniques qu'elles offrent. Le cadre théorique et épistémologique original qu'elles proposent permet d'approfondir les questionnements géographiques, d'autant qu'il bénéficie de travaux nombreux dans les différentes sciences sociales. Dans le champ de la géographie économique par exemple et dans un mouvement croisé, les praticiens de l'analyse des réseaux sociaux tendent de fait à accorder une place de plus en plus large à la dimension spatiale des réseaux tandis que les chercheurs de l'économie spatiale, des sciences régionales ou de la géographie s'intéressent de façon croissante aux jeux des réseaux dans les processus d'innovation (Bergman, 2009 [34]). L'approfondissement des logiques de coévolution des réseaux de lieux et des réseaux d'acteurs ouvre donc des pistes fertiles à l'analyse géographique des réseaux.

34. Nous traduisons.

Temps et espace : l'impact de la colocalisation temporaire des acteurs sur la morphologie de l'espace marchand. Une approche multiniveau ³⁵

Julien BRAILLY ³⁶, Guillaume FAVRE ³⁶ et Emmanuel LAZEGA ³⁷

Introduction

Les récentes avancées en économie géographique soulignent que les foires commerciales ou salons de professionnels constituent des lieux incontournables pour observer les différents acteurs, concurrents ou clients potentiels, mais aussi pour avoir une compréhension globale, rapide et précise du marché dans son ensemble dans des espaces marchands se situant à l'échelle mondiale (Maskell et Malmberg, 1999 [166]; Maskell *et al.*, 2004 [164] et 2006 [165]; Bathelt et Schuldt, 2008 [26] et 2010 [27]). Ce faisant, ces lieux constituent des postes d'observations intéressants pour étudier la formation de l'échange marchand. Les partenariats interorganisationnels nécessitant confiance, informations et connaissances réciproques, la récurrence des coparticipations entre deux individus réduit les risques et augmente la confiance mutuelle qui facilite alors la création et le maintien de lien interorganisationnel. Ce que nous appelons *same time next year : une recontre régulière dans un même contexte et sur un moyen terme*. Cependant, cette logique revient à décontextualiser l'événement de l'ensemble des salons d'une industrie auquel il appartient. En effet, comme Power et Jansson (2008 [210]) le soulignent, nombre de foires commerciales sont organisées la même année et, la plupart du temps, les individus et les organisations participent à plusieurs événements. Cette répétition d'événements donne un rythme aux acteurs et organise leur travail au long de l'année. Donc à *same time next year*, nous devons ajouter ce que nous appelons *same year next time*, c'est-à-dire la rencontre répétée dans un court terme et dans différents contextes. La prise en compte du temps et de l'espace dans un même mouvement apparaît alors essentielle pour explorer la morphologie des échanges marchands : quel contexte est le

35. Nous tenons à remercier L'Agence Nationale pour la Recherche Française (ANR), l'Université Paris-Dauphine, le fonds Leverthume, ainsi que Mark Tranmer, Mark Elliot, Dean Lusher, Garry Robins, Philippa Pattison, Peng Wang et l'ensemble des membres de l'Observatoire des Réseaux Intra- et Inter-organisationnel (ORIO) pour leurs critiques et suggestions.

36. Université Paris-Dauphine / IRISSO.

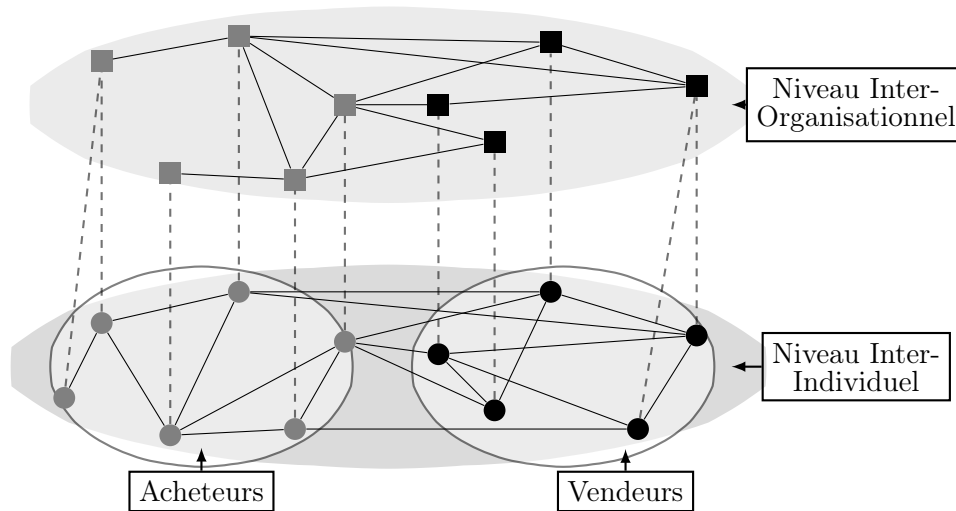
37. Institut d'Études Politiques de Paris / CSO.

plus à même d'assurer la création et le maintien du lien, *same time next year* ou *same year next time* ?

Si la littérature précédente évoque régulièrement l'importance des interactions entre individus, une étude simultanée des individus et des organisations dans leur système propre reste encore à faire. Ainsi, en accord avec les travaux sur l'encastrement relationnel des activités marchandes, il nous semble que les relations économiques entre deux organisations sont insérées dans les relations sociales qu'entretiennent leurs membres. Plus que l'approche contractuelle (Powell *et al.*, 1996 [209] ; Powell, 1998 [208] ; Uzzi, 1996 [257] et 1997 [258]) ou multiplexe (Granovetter, 1973 [118] et 1985 [119]), cela présuppose l'existence de plusieurs niveaux d'acteurs, au moins deux, l'individu et l'organisation, ce qui implique de concevoir le phénomène sous un angle multiniveau au sens statistique du terme (Bryk et Radenbush, 1992 [52] ; Snijders, 1999 [246] ; Courgeau, 2004 [72]). Ainsi, bien qu'une organisation soit toujours représentée par des individus, il est difficile de savoir qui représente l'organisation de manière générale, mais aussi et surtout de manière locale au sein d'organisations de taille conséquente. La complexification du processus productif, mais aussi du processus décisionnel, implique l'intervention de plusieurs individus, dont l'analyse intra-organisationnelle révèle justement les mécanismes de coordination et les objectifs propres, justifiant ainsi la nécessité d'alterner les niveaux dans l'analyse. Au-delà d'un niveau d'analyse, le niveau organisationnel constitue un niveau d'action et l'organisation peut être conçue comme un acteur collectif construit non-réductible à la simple concaténation des réseaux individuels de ses membres (Lazega *et al.*, 2007 [141]). En accord avec Lazega et Mounier (2002 [144]) et plus généralement avec l'approche multiniveau néostructurale développée par Lazega (Lazega *et al.*, 2007 [141], 2008 [143] et 2013 [142] ; Favre *et al.*, 2012 [95]), il nous semble que le problème de l'encastrement se doit d'être étudié par la reconstitution des systèmes d'interdépendances entre deux niveaux d'acteurs (les individus et les organisations) partiellement emboîtés, et correspond alors dans une perspective plus générale au problème des réseaux sociaux multiniveaux (ici individus et organisations). Ainsi nombre de processus dans un système social, tel qu'un marché, se doivent d'être appréhendés en étudiant dans le même mouvement les interdépendances entre les acteurs au sein de chaque niveau, mais aussi en prenant en considération les interdépendances générées par l'affiliation des individus dans des structures qui les dépassent, orientées et orientant leurs actions (Brailly et Lazega, 2012 [49]). Cette approche permet d'insister sur le fait que chaque niveau d'action est généré par des processus sociaux propres, mais nécessairement

dépendants de la morphologie de l'autre niveau (voir schéma 33 - les liens en pointillés représentent les liens d'affiliation des individus aux organisations).

FIGURE 33 – Réseau socioéconomique multiniveau sur un marché



En conséquence, nous souhaitons dans cette contribution étudier l'impact du temps et de l'espace sur la morphologie de l'échange marchand, tout en reconstituant les systèmes d'interdépendances à la fois à l'échelle des individus et à celle des organisations. Même si la littérature en économie géographique ne sépare pas explicitement l'impact de la coparticipation à chaque niveau (individu et organisation), est-ce la même logique à chaque niveau ? Et sinon, quelles en sont les conséquences ? Ces deux niveaux, ces deux systèmes interconnectés que sont les individus et leurs organisations d'affiliation peuvent-ils évoluer de manière asynchrone ?

Nous explorons cette problématique au travers de l'étude d'un salon d'échange de contenu audiovisuel en Europe de l'Est. Ce secteur est un espace mondialisé rythmé par un nombre important d'événements durant l'année sur les cinq continents (salons et festivals). Après avoir détaillé la littérature concernant les salons et foires commerciales, nous étudions l'impact de deux types de colocalisations (sur le même lieu avant, sur d'autres lieux récemment) sur des données de réseau multiniveau. Afin de bien contrôler d'autres effets, structuraux ou pas, fortement significatifs quant à l'explication du lien, nous mobilisons des modélisations de type *Exponential Random Graph Models* (Lusher *et al.*, 2013 [159]) à chaque niveau. Nous observons alors des

différences significatives entre les deux niveaux : plus des organisations sont présentes depuis longtemps sur le même salon et plus elles ont de chances de contracter, alors que plus les individus ont participé aux mêmes salons récemment, mais dans lieux différents, et plus ils ont de chances d'échanger des informations.

Aspects méthodologiques : un salon d'échange de programmes télévisuels en Europe centrale et orientale

Nous présentons ici une étude réseau multiniveau avec des données collectés sur un salon d'échange de programmes télévisuels en Europe Centrale et Orientale en juin 2011, le salon Discop East. Ce salon réunit des acheteurs et vendeurs de programmes de télévisions (séries TV, films, dessins animés...) provenant du monde entier. Les acheteurs proviennent d'entreprises d'Europe Centrale et Orientale et sont représentés par des directeurs d'acquisitions ou de programmations de chaînes locales (hertziennes, numériques ou câblées). Leur objectif est d'acheter des programmes correspondant à une audience cible. À côté de ces acheteurs traditionnels coexistent des acheteurs indépendants agissant comme des intermédiaires dont le but est d'acheter des programmes étrangers afin de les revendre auprès des chaînes locales. Le côté des vendeurs est aussi très hétérogène et correspond à des organisations provenant du monde entier. Les vendeurs peuvent être aussi bien des groupes médias dont le chiffre d'affaire est de l'ordre de plusieurs dizaines de milliards d'euros produisant leurs propres programmes (BBC, Walt Disney, ABC, Warner, TF1...) ou des producteurs de contenu de taille plus modeste. Comme du côté des acheteurs, il existe aussi des intermédiaires spécialistes de la distribution qui achètent des programmes sur d'autres salons à l'international et les vendent sur le salon étudié ici.

Le travail de ces vendeurs et acheteurs est clairement relationnel. Ainsi les relations entre acheteurs et vendeurs sont souvent très personnalisées et ces individus se rencontrent régulièrement. Une fois un contrat signé, la relation est souvent réactivée dans le but de renégocier les droits ou de préparer une nouvelle transaction. De manière plus générale, le travail de ces individus consiste à être au courant des tendances et des opportunités sur les marchés locaux et internationaux : quels sont les programmes populaires ? Quels sont les derniers contrats ? Qu'est-ce qui est diffusé dans tel territoire... Ces informations sont essentielles pour identifier de nouvelles opportunités commerciales.

Dans le but d'étudier ce milieu, nous avons réalisé une enquête multiniveau sur ce salon : dans notre perspective, les individus constituent le premier

niveau d'analyse et les organisations le second niveau. Afin de déterminer le contenu du lien le plus pertinent pour appréhender la morphologie de l'espace marchand, nous avons réalisé une trentaine d'entretiens ethnographiques. Il s'avère que l'échange d'informations et la demande de conseils constituent la ressource la plus importante au niveau interindividuelle et les contrats au niveau interorganisationnel. Par exemple, pour les vendeurs (mais aussi pour les acheteurs), l'accès à l'information est stratégique dans la mesure où il permet de mieux cibler les clients potentiels, leurs besoins, leurs ressources, mais aussi leur pouvoir de négociation. Pour les acheteurs, ces salons constituent une occasion pour obtenir des informations sur les tendances du marché, les nouveaux programmes et technologies... Dans bien des cas, ces informations sont cruciales dans le travail des individus et déterminent la capacité de survie des organisations. D'une manière dynamique, les contrats récents peuvent favoriser l'échange d'informations entre individus et inversement.

Hypothèse 1 : à chaque niveau, l'existence d'un lien entre les acteurs affiliés de l'autre niveau crée un contexte spécifique favorisant la création et le maintien du lien à l'autre niveau (encastrement multiniveau).

Afin de déceler des forces structurantes dont les individus n'ont pas forcément conscience à l'échelle du réseau, il est intéressant de reconstituer ce système d'interdépendances dans sa globalité, en interrogeant l'ensemble des individus du milieu sélectionné sur leurs relations avec les autres (méthode des réseaux dits « complets »). La taille de l'événement étudié étant trop importante - plus de 900 individus - pour soumettre une liste sociométrique, nous avons choisi de nous concentrer sur un segment particulier de l'audiovisuel : l'animation et les dessins animés. L'animation est l'un des trois types des produits audiovisuels (les autres étant la fiction et les documentaires) dont une définition pourrait être donner l'illusion du mouvement par une série d'images. Nous pouvons considérer que l'animation est un système spécifique, dont les acteurs ont conscience et relevant d'un savoir particulier : acheter le format *Qui veut gagner des millions ?* est différent d'acheter des films de Miyazaki ou *Le Roi Lion*. Nous avons sélectionné 262 individus vendant ou intéressés par des produits d'animation appartenant à 184 entreprises différentes auxquels nous avons soumis des listes sociométriques comprenant l'ensemble de ces individus et organisations. Nous avons obtenu les réponses de 128 individus (49%) affiliés à 109 organisations (60%) collectées en face à face. Dans le but de reconstruire des réseaux aux deux niveaux, nous avons posé les questions sociométriques suivantes :

Question 1 : Trade fairs such as MIPTV or DISCOP are good ways to get access to informal information concerning competi-

tors, suppliers, clients, successful programs or trends in the market. Among the persons in the following list, from whom did you obtain this kind of advice or information during or before Discop? (*Could you please check their names in the "ADVICE" column?*)

Question 2 : Among the people in the following list, with whom did you make a deal since the last twelve months? (*Could you please check their names in the "DEAL" column?*)

Le réseau interindividuel correspond aux réponses à la première question et comprend 710 liens pour 128 individus. Le degré moyen est de 5,55 et la médiane de 5 pour le demi-degré intérieur et 4 pour le demi-degré extérieur. Ce réseau contient 91 liens réciproques, soit un taux de réciprocité de 27%. Nous avons ensuite reconstruit la structure économique au moyen des réponses individuelle à la question 2. Bien qu'initialement ce soit un réseau interindividuel asymétrique, nombre d'individus ont préféré citer une entreprise et non des individus en expliquant que généralement un processus de contractualisation implique plusieurs individus dans le temps. Au final, nous avons symétrisé et contracté ce réseau par organisation. Nous obtenons alors 347 contrats entre 109 organisations, soit un degré moyen de 6,4.

Réseau multiniveau sur un salon : *same time next year* ou *same year next time* ?

Le secteur économique de l'échange de contenu audiovisuel est un espace mondialisé rythmé par des événements permettant une colocalisation temporaire des différents acteurs de la filière. Deux grands types d'événements peuvent être différenciés : les festivals permettant une construction de la qualité et favorisant les coopérations dans la filière ; les salons ou *trade fairs* dont la vocation principale est l'échange de droit sur des produits à contenu audiovisuel (présence d'autres types d'acteurs tel que les satellitaires...) ³⁸.

Nombre d'auteurs en économie géographique ou en sciences de gestion ont étudié ce type d'événements (Maskell et Malmberg, 1999 [166] ; Storper et Venables, 2004 [250] ; Bathelt et Schuldt, 2008 [26] ; Maskell *et al.*, 2004

38. Bien évidemment, ces frontières sont avant tout théoriques. Ainsi, le festival de Cannes organise aussi le Marché du Film ou encore le MIP dédie un espace aux coproductions... Les salons de l'audiovisuel peuvent se placer selon deux axes : les types de produits échangés (tout produit comme le MIPTV, spécialisé sur un seul type de produit tel le MIP Formats ou le MIP Doc) ou l'origine géographique d'une partie des participants (uniquement les vendeurs français au Rendez-Vous de Biarritz ou surtout des acheteurs de l'Europe de l'est au salon Discop East).

[164] et 2006 [165]; Bathelt et Schuldt, 2008 [26] et 2010 [27]; Schuldt et Bathelt, 2011 [236]; Bathelt et Turi, 2011 [28]). Ils considèrent que la nouvelle économie mondialisée implique pour les entreprises des problèmes quant à l'identification de nouveaux partenaires commerciaux, clients ou fournisseurs, venant de différentes parties du monde, à la différence des *clusters* locaux. Leur argument principal est que ces liens internationaux - ou *global pipelines* - ne nécessitent pas une colocalisation permanente comme dans les *clusters* économiques traditionnels, mais uniquement une colocalisation temporaire et récurrente concernant certaines phases de la construction de partenariats interorganisationnels. Ces *global pipelines* peuvent être construit durant les salons internationaux (*trade fairs*) qui regroupent durant quelques jours le microcosme d'une industrie sur le même lieu.

Ces auteurs soulignent que les salons constituent la seule voie permettant une compréhension globale, rapide et précise du marché dans son ensemble, d'observer les différents acteurs et de se comparer soi-même à ses concurrents. Bien évidemment, les principaux buts des organisations sont d'acheter et de vendre ou de créer de nouveaux partenariats, cependant, ces espaces constituent des places symboliques où la réputation se construit (Rosson et Seringhaus, 1995 [225]; Seringhaus et Rosson 1998 [240] et 2001 [241]; Power et Jansson, 2008 [210]). Ainsi, la régularité de participations est un signe de bonne santé des firmes, c'est pourquoi il est important d'être tout simplement là et vu par les autres (Power et Jansson, 2008 [210]).

Hypothèse 2 : à chaque niveau, la majorité des relations sont entre acheteurs et vendeurs (structure économique).

Hypothèse 3 : parce que cela concerne des contrats internationaux, la majorité des relations sont transnationales (géographie).

Beaucoup de ces auteurs s'accordent pour dire que ces événements sont des espaces permettant aux individus et aux organisations de construire leur réseau à la fois de manière quantitative, en rencontrant de nouveaux prospects, et qualitative en allant plus en profondeur et en maintenant les contacts existants. En fait, des visites régulières sur une foire commerciale constituent un investissement à moyen et long terme. Ces auteurs estiment que les coparticipations régulières ont un impact sur le réseau de l'organisation entre deux et cinq ans après. Cette expérience dyadique permet une individualisation des rencontres entre acheteurs et vendeurs, précisément parce que les acteurs en présence connaissent déjà une partie des attentes réciproques, ce qui permet alors d'établir des rapports de confiance entre les organisations (Power et Jansson, 2008 [210]; Maskell *et al.*, 2004 [164]). L'existence de ce type d'événements montre que le processus de contractualisation

nécessite une coordination de longue distance impliquant ponctuellement, mais régulièrement, des interactions de face à face. C'est ainsi qu'une haute fréquence de coparticipation impliquerait un recouvrement des relations sociales et des relations économiques, une sorte d'encastrement (Maskell *et al.*, 2004 [164]).

Derrière ces effets dyadiques, la majeure contribution de ce courant de pensée en économie géographique est de se focaliser sur la création d'une nouvelle information au niveau global permise par la colocalisation temporaire. Ils considèrent que l'avantage principal de ce type d'événement est que l'information circule et est construite par sa circulation au sein du réseau global dans une logique systémique générant alors des *pools* de connaissances. Ainsi, symétriquement à ce phénomène que les auteurs appellent *local buzz* dans les *clusters* permanents (Bathelt *et al.*, 2004 [25]; Storper et Venables, 2004 [250]), les *clusters* temporaires génèrent un *global buzz* lorsque l'événement respecte les conditions suivantes : coparticipation explicite maximisant les interactions de face à face ; existence de communautés épistémiques et de pratiques provenant de différentes parties du monde ; existence de relations économiques denses et multiplexes (Bathelt et Schuldt, 2011 [28]). Ainsi, lorsque des individus partageant les mêmes communautés de pratiques et de savoirs sont temporairement ensemble sur un salon, cela génère une sorte de bruit nouveau au niveau macro permettant la création de nombreuses opportunités d'apprentissage durant et après le salon et donc permettant le maintien de relations commerciales de longue distance (Borghini *et al.*, 2006 [45]; Maskell *et al.*, 2004 [164] et 2006 [165]; Power et Jansson, 2008 [210]). Nous pouvons voir derrière ce concept de communauté le concept de milieu social ou de système social caractérisant la frontière naturelle d'une étude de réseau complet. En parallèle, ces auteurs donnent un contenu structural au concept de bruit global :

“During a fair, information is constantly transmitted from one agent to another. This process is repeatedly interpreted, evaluated and enriched with additional relevant information and knowledge. The decisive point is that while acquiring new knowledge, participants act simultaneously as both recipients and broadcasters of global buzz (see also Goffman, 1969). The potential advantages and benefits of applying this knowledge become clearer as the trade fair evolves and interpretations are drawn from the variety of meetings.” (Bathelt et Schuldt, 2010, p. 1962)

Pour résumer, le *buzz*, le bruit provenant du réseau d'échange d'informations interindividuel, permet, supporte le réseau de contrat interorganisationnel ce qui implique de se poser la question de la temporalité.

Nombre de ces articles sur les foires commerciales concluent sur la nécessité d'explorer en profondeur les différents mécanismes de circulation de l'information et de transmission des connaissances (Bathelt et Schuldt, 2010 [27]; Schuldt et Bathelt, 2011 [236]). Selon nous, le meilleur moyen pour explorer cela consiste notamment à reconstruire le réseau interindividuel d'échange d'informations entre les participants d'un salon. Comme le soulignent Maskell *et al.* (2004 [164]), parce que les partenariats interorganisationnels nécessitent confiance, informations et connaissances réciproques, la récurrence des coparticipations entre deux individus réduit les risques et augmente la confiance mutuelle qui facilite alors la création et le maintien de lien interorganisationnel : *same time next year...*

Hypothèse 4 : à chaque niveau, plus des acteurs ont participé au même événement depuis longtemps et plus ils échangent entre eux (coparticipation de long terme).

Cependant, dans un certain sens, les précédentes approches décontextualisent l'événement de l'ensemble des salons d'une industrie auquel il appartient. En effet, comme Power et Jansson (2008 [210]) le soulignent, nombre de foires commerciales sont organisées la même année, et la plupart du temps, les individus et les organisations participent à plusieurs événements. Cette répétition d'événements donne un rythme aux acteurs aux différents niveaux et organise leur travail au long de l'année. En fait, ils doivent préparer un salon, s'y rendre, assurer le suivi puis préparer le salon suivant... (Power et Jansson, 2008, p. 442). Ainsi, les différents événements ne sont pas isolés les uns des autres et connectés uniquement dans un sens dual ou bipartite, ils sont connectés au sein même des tâches des acteurs parce qu'ils constituent une partie d'un circuit annuel global plutôt qu'un événement avec une fin et un commencement. À ce propos Power et Jansson écrivent : "[...] trade fairs are less temporary clusters than they are cyclical clusters; they are complexes of overlapping spaces that are scheduled and arranged in such a way that spaces can be reproduced, reenacted, and renewed over time." (*id.*, p. 423).

À la fin de leur article, ces auteurs introduisent des différences possibles entre champs économiques en affirmant que lorsque les goûts des consommateurs sont très instables suivant des cycles de modes très courts, le savoir sur un salon est plus contingent et spécifique. Nous voyons ici une tension entre la construction de la confiance sur le long terme et l'acquisition d'informa-

tion pertinente à court terme. Pour continuer dans ce sens, leur conclusion générale est que le capital social (plus individuel) et le capital symbolique, que nous pouvons interpréter ici comme la réputation ou l'image que donne une entreprise d'elle-même (donc ce capital est plus organisationnel qu'individuel) durant le cycle de *clusters* temporaires, constituent le point de connexion entre ces différents événements et que l'encastrement est un phénomène construit dans différents contextes. Donc à *same time next year*, nous pouvons ajouter *same year next time*...

Hypothèse 5 : à chaque niveau, plus des acteurs ont participé aux mêmes événements à l'international, c'est-à-dire dans différents contextes de manière récente, plus ils échangent entre eux (coparticipation de court terme).

Même si la précédente littérature ne sépare pas explicitement l'impact de la coparticipation à chaque niveau, nous pouvons voir ici plusieurs processus impliquant plusieurs cadres temporels. Est-ce la même logique à chaque niveau ?

Pour étudier les implications de cet agencement, il est nécessaire de prendre en compte la pluralité des événements dans le milieu : festivals et salons de professionnels, mais aussi régional/global et généraliste/sectoriel. Nous avons donc sélectionné les principaux événements concernant le marché de la distribution de programmes TV dans le monde. Afin d'intégrer les dimensions précédentes, nous nous sommes focalisés sur une zone géographique, l'Europe de l'est, un salon, le Discop East, et un secteur, l'animation. Les résultats présentés sont donc dépendants de cette spécialisation, cependant il nous semble envisageable de généraliser nos résultats à l'ensemble de la filière. Afin de tester l'impact de la coparticipation de long terme sur la même place et de court terme sur des places différentes (hypothèses 4 et 5), nous avons sélectionné vingt événements (salons ou festivals) pertinents pour le milieu étudié, ce qui explique la présence de trois festivals d'animation et aucun concernant le documentaire (voir tableau 3). Pour les événements concernant des zones géographiques autres que l'Europe de l'Est, nous avons adopté un principe de saturation et tous les événements possibles ne sont pas présents dans notre analyse. Le tableau suivant présente ces événements. Ces données nous ont permis de construire trois variables de coparticipation. Premièrement, nous avons comptabilisé le nombre de coparticipations des acteurs aux éditions précédents le salon étudié. Deuxièmement, nous avons comptabilisé le nombre de coparticipations des acteurs aux différents événements ayant eu lieu au maximum un an avant le salon étudié, en dehors des participations au MIPTV et au MIPCOM. Ces deux événements sont traités à part en raison de leur taille (plus de 12 000 participants contre une

TABLEAU 3 – Nombre d’acteurs présents sur le salon étudié en 2011 ayant aussi participé à d’autres événements la même année

Cible	Nom de l'événement	Type	Localisation	Nbr d'org.	Nbr indiv
Europe de l'Est	<u>Discop East</u>	Salon	Budapest (Hongrie)	543	926
	<u>Teleshov Moscow Spring</u>	Salon	Moscow (Russie)	28	27
	<u>Teleshov Moscow Autumn</u>	Salon	Moscow (Russie)	26	25
Europe	<u>World Content Market</u>	Salon	Prague (Rép. Tchèque)	120	144
	<u>European Film Market</u>	Festival	Berlin (Allemagne)	109	60
Amériques	<u>NATPE</u>	Salon	Miami (Etats-Unis)	142	78
	<u>LA Screenings</u>	Salon	Los Angeles (Etats-Unis)	73	19
	<u>American Film Market</u>	Festival	Los Angeles (Etats-Unis)	57	nd
	<u>Ventana Sur</u>	Festival	Buenos Aires (Argentine)	20	nd
	<u>BCWW</u>	Salon	Seoul (Corée du Sud)	7	1
sélectionner les lignes du tableau		<u>Television Forum</u>	Singapour (Singapour)	33	nd
	<u>Asian Film Market</u>	Festival	Busan (Corée du Sud)	13	nd
Moyen Orient	<u>Discop Istanbul</u>	Salon	Istanbul (Turkey)	90	89
Afrique	<u>Discop Africa (en mars)</u>	Salon	Dakar (Senegal) / Accra (Ghana)	36	27
	<u>Discop Africa</u>	Salon	Nairobi (Kenya)	36	22
Animation	<u>Cartoon Forum</u>	Festival	Sopot (Pologne)	2	4
	<u>MIFA</u>	Festival	Annecy (France)	1	2
	<u>KidsScreen Summit</u>	Salon	New York (Etats-Unis)	53	nd
Général	<u>MIPTV</u>	Salon	Cannes (France)	352	456
	<u>MIPCOM</u>	Salon	Cannes (France)	330	nd

Lecture : Parmi les organisations présentes au TeleShow Moscow Spring, 28 ont aussi participé au salon étudié (Discop East)

moyenne de 400 pour les autres événements - avec un maximum de 4 000) qui, selon les interviewés, impliquent des logiques fondamentalement différentes (une responsable d’acquisition nous expliquait que ces salons sont bien plus denses que les autres, les rendez-vous s’enchaînant au rythme d’un toutes les cinq minutes).

Dans les deux sections suivantes, nous allons tester les hypothèses par des modélisations de type *Exponential Random Graph Models* (ERGM) à chaque niveau (voir annexe 1).

Le niveau interorganisationnel : *same time next year* sur un oligopole à franges

Comme nous l’avons précisé en introduction, nous supposons que la création de liens à chaque niveau peut présenter une logique différente, ce qui peut impliquer des effets exogènes partiellement différents entre les modélisations des deux niveaux. Concernant le niveau interorganisationnel, il est admis en économie des médias que le secteur de l’audiovisuel correspond à

un oligopole à franges. Cela implique qu'un nombre limité de grandes entreprises qui dominent le marché soient très populaires, expliquant alors une forte déformation de la distribution de degré.

Hypothèse 6 : le niveau interorganisationnel correspond à une structure oligopolistique (structure).

Dans le but d'étudier les hypothèses précédentes, nous estimons un modèle de type ERGM pour le réseau de contrat interorganisationnel avec les données suivantes :

- H1 - encastrement multiniveau : réseau de conseils contracté par organisations comme variables dyadique égal à 1 si les individus affiliés ont échangé de l'information avant ou pendant le salon, quelle que soit l'orientation du lien ;
- H2 - structure économique : catégorie économique official de l'organisation durant le salon (1=vendeur) ;
- H3 - géographie : origine géographique de l'acteur répartie en 8 catégories différentes ;
- H4 - coparticipation de long terme : nombre de coparticipations entre chaque entreprise aux cinq précédents événements (variable dyadique -max=5) ;
- H5 - coparticipation de court terme : nombre de coparticipations entre chaque entreprises à dix-sept autres événements ayant eu lieu au plus un an avant l'événement étudié (variable dyadique - max=4) et les participations aux événements principaux de la filière (variable dyadique - max=2).

Le tableau 4³⁹ représente le modèle ERG estimé pour le réseau interorganisationnel pour des paramètres markoviens d'ordre supérieur (pour la visua-

39. La convergence et la significativité des estimateurs sont appréciées au moyen d'un test de Wald (approché). Si la valeur de l'estimateur est supérieure à deux fois sa variance (approchée) alors l'effet de la configuration est significativement différent de zéro (voir Lusher *et al.*, 2013 [159]). Cependant, dans la mesure où l'estimation est totalement dépendante des configurations spécifiées dans le modèle, il est intéressant de valider le modèle non par rapport à un autre modèle réalisé sur les mêmes données comme c'est le cas pour les tests, mais en regardant la qualité d'ajustement générale du modèle par rapport au réseau empirique. L'idée est de générer de manière aléatoire un grand nombre de réseaux selon les paramètres estimés et de regarder si les réseaux générés ont les mêmes caractéristiques que le réseau observé empiriquement. L'intérêt est alors de vérifier que les caractéristiques modélisées s'ajustent bien (ce qui est logique) mais aussi l'ensemble de configurations au voisinage, les distributions de degré ainsi que plusieurs mesures à l'échelle du réseau dans son ensemble tel que le *clustering coefficient*. Le modèle choisi doit donc reproduire fidèlement les caractéristiques sélectionnées par le chercheur mais aussi un nombre important d'indicateurs n'étant pas explicitement dans le modèle.

TABLEAU 4 – ERG modèle estimé pour la présence de lien de contrat inter-organisationnel (écart type entre parenthèse).

<u>Effects</u>	<u>Estimateurs (écart-type)</u>
<i>Dépendances Structurales</i>	
Lien symétrique	-7,542 (0,553) *
<u>Alt. Degré (lambda=2)</u>	0,7309 (0,152) *
<u>Alt. 2-pas (lambda=4)</u>	0,0597 (0,009) *
<i>Effets économiques et géographiques</i>	
Interaction entre vendeurs	-1,189 (0,269) *
Activité des vendeurs	0,5830 (0,184) *
Interaction entre organisations de la même zone géographique	0,3494 (0,181)
<i>Effets de coparticipations</i>	
MIPTV/MIPCOM	0,1496 (0,059) *
5 événements précédents (<i>Same time next year</i>)	0,1203 (0,031) *
17 autres événements (<i>Same year next time</i>)	0,0867 (0,101)
<i>Encastrement Multiniveau</i>	
Lien de conseils entre les individus affiliés	1,9103 (0,116) *

lisation des statistiques structurales, voir annexe). Les paramètres structuraux confirment l’hypothèse 6. En effet, le modèle est bien ajusté uniquement au moyen de ces trois paramètres, et ce en dépit du fait qu’il n’y ait pas de paramètre triadique. Le paramètre de degré montre qu’il y a une forte déformation de la distribution de degré, ce qui implique qu’un nombre restreint d’entreprises concentre les contrats : il existe un cœur et une périphérie. En parallèle, la densité entre les acteurs du centre est mise en exergue par un paramètre 2-pas ce qui s’explique par le fait qu’il s’agit d’un réseau de contrats entre acheteur et vendeur, et donc que la fermeture triadique est très rare puisqu’elle impliquerait des structures dans lesquelles des acteurs du même côté du marché contracteraient ensemble. Cette idée est aussi mise en avant par le fait que les paramètres concernant les interactions entre vendeurs (ou acheteurs) sont négatifs. Les échanges économiques se font entre acheteurs et vendeurs (H2).

Concernant les effets de coparticipations, le modèle montre qu’une coparticipation régulière sur le même événement depuis longtemps (H4 - *same time next year*) explique mieux la relation de contrats, et non les coparticipations récentes à d’autres salons dans le monde (H5 - *same year next time*). Enfin, l’hypothèse d’encastrement multiniveau ou de recouvrement est validée (H1). C’est l’effet le plus fort de ce modèle : lorsque des individus affiliés à deux organisations différentes échangent des informations, il y a de fortes chances pour qu’il y ait un contrat entre ces deux organisations.

Pour résumer, le réseau interorganisationnel représente un marché oligopolistique dans lequel la relation de contrat qui est en partie encadrée dans le système de relations interindividuelles est expliquée par les précédentes colocalisations dans le même contexte.

Le niveau interindividuel : *same year next time* dans un milieu coopératif⁴⁰

Nous étudions maintenant le niveau interindividuel en prenant en compte le niveau interorganisationnel comme un contexte. Dans la lignée des travaux de White (1981 [266]), Lazega (2001 [140]), Eloire (2010 [89]), Pina-Stranger et Lazega (2011 [200]) ou encore Oubenal (2013 [192]), nous pensons que ce milieu se caractérise par un processus de coopération entre des acteurs en concurrence, par un processus de coopération.

Hypothèse 7 : le niveau interindividuel correspond à une structure coopérative (structure).

Dans le but d'étudier les hypothèses précédentes, nous estimons un modèle de type ERGM pour le réseau de conseil interindividuel avec les données suivantes :

- H1 - encastrement multiniveau : réseau de contrat entre individus comme variable dyadique égal à 1 si les organisations d'affiliation ont contracté avant ou pendant le salon et réseau de rendez-vous entre individus comme variable dyadique égal à 1 si les organisations d'affiliation ont contracté avant ou pendant le salon ;
- H2 - structure économique : catégorie économique officielle de l'organisation durant le salon (1=vendeur) ;
- H3 - géographie : origine géographique de l'acteur répartie en 8 catégories différentes ;
- H4 - coparticipation de long terme : nombre de coparticipations entre chaque entreprise aux cinq précédents événements (variable dyadique -max=5) ;
- H5 - coparticipation de court terme : nombre de coparticipations entre chaque entreprises à dix-sept autres événements ayant eu lieu au plus un an avant l'événement étudié (variable dyadique - max=4) et les participations aux événements principaux de la filière (variable dyadique - max=2).

Le tableau 5 représente le modèle ERG estimé pour le réseau interindividuel pour des paramètres markoviens d'ordre supérieur. Premièrement, les

40. Le terme vient de coopération, néologisme de compétition et coopération.

TABLEAU 5 – ERG modèle estimé pour la présence de lien de conseil inter-individuel (écart type entre parenthèse)

Effets	Estimateurs (écart-type)
Dépendances Structurales	
Lien asymétrique	-8,518 (0,320) *
Réciprocité	1,8240 (0,177) *
Alt. Degré entrant	0,9704 (0,110) *
Alt. Degré sortant	1,1653 (0,106) *
Alt. Triade Transitive	0,6255 (0,150) *
Alt. 2-pas Transitif	-0,439 (0,175) *
Alt. Triade Haut ou Bas	-0,077 (0,010) *
Alt. 2-pas Haut ou Bas	0,1200 (0,027) *
Effets économiques et géographiques	
Interaction entre vendeurs	-2,031 (0,223) *
Activité des vendeurs	1,2501 (0,163) *
Popularité des vendeurs	1,2467 (0,163) *
Interaction entre individus de la même zone géographique	0,7149 (0,103) *
Effets de coparticipations	
MIPTV/MIPCOM	0,2081 (0,070) *
5 événements précédents (<i>Same time next year</i>)	0,0343 (0,019)
12 autres événements (<i>Same year next time</i>)	0,5573 (0,091) *
Encastrement Multiniveau	
Lien de RDV entre les organisations d'affiliation	0,8429 (0,094) *
Lien de contrat entre les organisations d'affiliation	0,9308 (0,088) *

paramètres de degré montrent qu'il existe des individus populaires étant des sources d'information et des individus actifs recherchant activement des informations (tendance à la hiérarchisation du système). Les autres paramètres structuraux confirment l'hypothèse 7.

D'une manière générale, il est possible de dire que réseau est organisé par trois processus socio-économiques : la réciprocité, la coopération et la compétition. La tendance à la réciprocité constitue l'effet le plus fort de ce modèle. Cela traduit à la fois une sorte de solidarité directe, mais aussi une forme de complémentarité des savoirs, notamment dans le cadre de relations acheteurs/vendeurs. L'articulation des paramètres de triades et de 2-pas transitifs peut être interprétée comme un témoin d'une tendance à la collaboration entre les acteurs. En effet, il y a plus de triades transitives que ce que l'on devrait avoir « par hasard » et moins de 2-pas transitifs. Il y a donc une pression sociale à la fermeture du chemin transitif par une relation directe. Cela témoigne de l'absence d'effet *broker* à la Burt : si *A* donne à *B* et *B* donne à *C*, généralement *A* et *C* seront en relation. Enfin, l'articula-

tion des paramètres de triades et de 2-pas haut ou bas peut être interprétée comme le signe d'une tendance à la compétition entre les acteurs. Ainsi, quand deux individus demandent (haut) ou donnent (bas) de l'information aux mêmes tiers, il y a moins de chances qu'ils échangent des informations entre eux. Le paramètre 2-pas haut ou bas montre ici qu'il y a de nombreux individus structurellement équivalents, qui ont peu tendance à échanger entre eux en raison de la négativité de la triade haut ou bas. Ce milieu est donc caractérisé par un processus de compétition. L'hypothèse H7 est validée, il s'agit d'un milieu coopératif.

Concernant les effets exogènes, comme pour le réseau interorganisationnel, la majorité des relations se font entre acheteurs et vendeurs (H2), cependant contrairement à ce dernier, l'effet d'homophilie géographique est fort (H3 non validée pour le niveau interindividuel). Lorsque deux individus proviennent de la même aire géographique ils ont tendance à s'échanger de l'information. L'étude des paramètres de coparticipations montre que, contrairement au niveau interorganisationnel, une coparticipation de court terme en différents salons (H5 - *same year next time*) explique la relation de conseils entre individus, et non les coparticipations passées au même événement (H4 - *same time next year*). Enfin, l'hypothèse d'encastrement multiniveau ou de recouvrement est validée (H1). C'est encore une fois l'effet dyadique le plus fort de ce modèle : lorsque les organisations d'affiliation de deux individus ont contracté ou eu un rendez-vous sur le salon, il y a de fortes chances pour qu'il y ait un échange d'informations entre ces deux individus.

Pour résumer, le réseau interindividuel correspond à un milieu coopératif construit, évoluant et existant dans d'autres contextes à court terme, mais avant tout encadré dans les relations économiques.

Conclusion

Il apparaît que la structure et l'impact des effets exogènes sont différents entre les niveaux. Ces différences s'expliquent en partie par le type du lien et la nature des acteurs à chaque niveau. D'un côté, le lien interorganisationnel est formalisé et répond à un processus parfois long et construit collectivement, alors que de l'autre côté le lien interindividuel est informel et peut être construit très rapidement. Ces différences s'expliquent aussi par le fait que les entreprises sont présentes de manière plus régulière que les individus sur les différents salons en termes de temps et d'espace. Pour nombre d'entreprises, le département vente (et parfois achat) est en effet découpé en zone géographique. La variabilité individuelle dans le temps s'explique par les trajectoires des acteurs au sein de leurs entreprises (ascendantes ou des-

cependantes) mais aussi entre les entreprises (changement d'employeur). Pour l'individu, c'est la récurrence de la colocalisation sur une courte période qui explique le mieux la relation.

Quoi qu'il en soit, le temps et l'espace n'ont pas le même impact dans la construction du lien à chaque niveau. Ce découplage des fréquences d'occurrence implique la prise en compte d'une temporalité différente entre les deux niveaux, et par là même, la nécessité de penser, d'étudier les mécanismes de diffusion du savoir et de la connaissance entre les niveaux. D'un côté, il est possible de penser que la machinerie organisationnelle met en place des routines et des mécanismes permettant d'articuler ces acteurs (réunions, rapports...). Car en effet, il ne s'agit pas de faire coïncider ces temporalités. Ce que nous montrons d'une certaine manière, c'est que les conditions de la réussite et de la performance diffèrent entre les niveaux. Ainsi la survie du « méta-acteur » individu/organisation dépend d'un positionnement subtil permettant de collecter des informations récentes à court terme et à l'international, tout en faisant en sorte que l'organisation soit en interaction régulière avec les clients ciblés sur les mêmes lieux. Ce dernier aspect ne signifie nullement que les contrats sont signés *via* des représentants interchangeables, le fait que l'hypothèse d'encastrement multiniveau soit validée pour les deux modèles montre justement qu'une personnalisation des relations est bien souvent nécessaire.

Enfin, pour mieux approfondir ces résultats, il serait intéressant d'étudier l'impact des coparticipations selon la catégorie économique de l'individu sur le salon. Comme nous l'avons représenté dans le schéma 33, le milieu étudié comporte deux niveaux, individus et organisations, mais aussi deux types d'acteurs ou deux milieux : acheteurs et vendeurs. Or il nous semble que les structures de coopération entre concurrents concernent des acteurs provenant du même milieu (acheteurs ou vendeurs). Ces structures sont-elles construites à l'international en un temps court (il semble que oui) ? Qu'en est-il des relations acheteurs/vendeurs ?

Annexes

Annexe 1 : Les modélisations de type ERGM

La capacité à inscrire l'action individuelle dans le cadre d'une approche qui prend au sérieux le poids des structures sociales constitue le problème premier d'une modélisation de type non déterministe⁴¹ des données de ré-

41. Les modélisations de type *blockmodels* (White *et al.*, 1976 [267]) basées sur l'algèbre des relations permettent de regrouper les acteurs suivant des profils relationnels (Lazega,

seaux, dans la mesure où la systématisation de la collecte de données par un questionnaire sociométrique et des générateurs de noms répond à l'idée de dépendance entre les différentes observations. Dans les modélisations statistiques traditionnelles, c'est l'indépendance des observations qui constitue la condition nécessaire ; en analyse de réseaux, c'est la dépendance entre les différentes observations ou dyades qui est traquée et modélisée. L'existence d'une relation entre deux entités est à appréhender dans le cadre d'une structure de dépendance dyadique et, plus généralement, par l'insertion de cette dyade dans un réseau. Pour répondre à cette spécificité des données de réseau, une classe spécifique de modèles a été développée, les ERGM qui, plutôt que de décomposer ce dernier en un ensemble de dyades, introduisent les triades comme voisinage relationnel en considérant le réseau comme une structure complexe, ce qui *in fine* permet de mieux saisir la dépendance horizontale témoignant de la complexité contenue dans le réseau lui-même (Snijders *et al.*, 2006 [247] ; Brailly et Lazega, 2012 [49]). La philosophie de tels modèles est alors d'endogénéiser l'effet de caractéristiques structurales du réseau (e.g. fermeture d'une triade par cycle : A donne à B qui donne à C qui donne à A) sur l'explication d'une variable de ce même réseau (la probabilité d'existence d'un lien entre deux acteurs) afin de révéler les processus sociaux théorisés par le chercheur (e.g. existence de formes de solidarité indirecte dans le système, Lazega et Pattison, 1999 [145]).

Il s'agit d'affirmer que la morphologie globale du réseau résulte en partie de forces structurales propres traduisant des processus sociaux spécifiques pouvant être saisis par un positionnement à l'échelle du voisinage relationnel et de la triade. L'idée est donc d'endogénéiser l'influence de ces processus en supposant que le réseau est généré par un processus stochastique particulier, ce qui revient à le considérer comme auto-organisé (Robins *et al.*, 2005 [224] ; Lusher *et al.*, 2013 [159]). Mais à côté de cette dimension endogène, la puissance de cette modélisation est d'incorporer l'effet de facteurs individuels ou macrosociaux propres aux acteurs et donc d'éliminer les effets purement structuraux dans l'étude de l'impact de facteurs exogènes sur la structure.

En effet, il ne suffit pas d'observer qu'il y a plus de liens entre les acteurs de type A qu'entre les acteurs de type B pour conclure à une homophilie plus forte pour les premiers. Logiquement ce résultat peut venir du fait qu'une partie des acteurs de type A ont un autre attribut A1 expliquant la majorité des liens, ce qui souligne l'intérêt d'avoir un modèle permettant de mettre

2007 [141]). Elles traitent cependant les dyades comme des atomes ne se regroupant qu'au niveau global. De plus ce type de modèle ne permet pas d'étudier l'impact d'effets non structuraux.

en compétition les différents effets. De plus l'homophilie entre les acteurs de types A peut provenir du fait qu'ils ont beaucoup plus de lien que les acteurs de type B et qu'en parallèle le réseau observé soit caractérisé par une pression à la fermeture triadique. Au final, il est donc possible en prenant en compte ces différents effets d'obtenir le résultat inverse : il n'y a pas de tendance à l'homophilie entre les acteurs de type A mais entre les acteurs de type B. Schématiquement, pour tester l'homophilie, il faut corriger les liens observés de l'influence de l'attribut A1, de la spécificité de la distribution de degré dans le réseau (certains acteurs ont beaucoup de liens et d'autres non) et de la tendance à la fermeture triadique. Lusher et Robins résument ainsi l'idée de double structuration, à la fois par les liens entre acteurs et par leurs attributs sociaux : "The distinction between endogenous and exogenous explanation for the presence of social ties is important. We need to account for purely structural tendencies for ties formation in order to make the rights inferences about actor attributes effects." (Robins et Lusher, 2013, p. 27 [223]).

TABLEAU 6 – Visualisation des statistiques de la modélisation ERG pour le réseau interorganisationnel


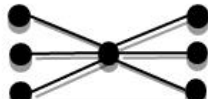
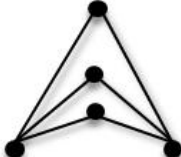
Nom	Visualisation de la statistique
<i>Lien symétrique</i>	
<i>Alt. Degré</i>	
<i>Alt. 2-pas</i>	

TABLEAU 7 – *Goodness of fit* pour le réseau interorganisationnel

Nom Pnet	Observé	Moyenne	Écart-type	t-ratio
Edge	347	348,91	34,89	-0,06
2-star	3307	3195,09	566,36	0,20
3-star	13590	12677,50	3892,20	0,23
4-star	48435	48923,55	29084,34	-0,02
5-star	146009	190931,50	208698,59	-0,22
triangles	118	118,08	30,11	0,00
4-clique	8	5,98	4,54	0,44
5-clique	0	0,06	0,27	-0,20
6-clique	0	0,00	0,01	-0,01
7-clique	0	0,00	0,00	NA
Isolates	10	9,11	3,34	0,27
Triangle2	291	249,56	118,68	0,35
Bow_tie	1151	1317,59	803,30	-0,21
3Path	30582	28220,36	7156,81	0,33
4Cycle	1202	794,43	255,31	1,60
AS(2.00)	1021,602	1028,65	126,43	-0,06
AS(2.00)	1021,602	1028,65	126,43	-0,06
AT(2.00)	252,262	259,55	53,80	-0,14
AT(2.00)	252,262	259,55	53,80	-0,14
A2P(4.00)	2808,958	2841,31	463,98	-0,07
AC(2.00)	8	5,96	4,49	0,46
AET(2.00)	688	690,82	179,33	-0,02
Std Dev degree dist	5,172	4,87	0,39	0,77
Skew degree dist	1,243	1,22	0,49	0,05
Global Clustering	0,107	0,11	0,01	-0,21
Mean Local Clustering	0,108	0,10	0,02	0,21
Variance Local Clustering	0,02	0,02	0,01	0,17

TABLEAU 8 – Visualisation des statistiques de la modélisation ERG pour le réseau interindividuel






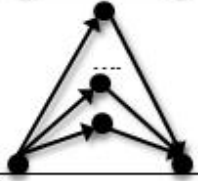
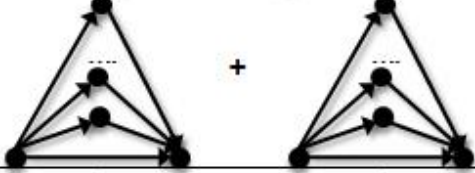

Nom	Visualisation de la statistique
<i>Lien asymétrique</i>	
<i>Reciprocité</i>	
<i>Alt. Degré entrant</i>	
<i>Alt. Degré sortant</i>	
<i>Alt. Triade Transitive</i>	
<i>Alt. 2-pas Transitif</i>	
<i>Alt. Triade Haut ou Bas</i>	
<i>Alt. 2-pas Haut ou Bas</i>	

TABLEAU 9 – *Goodness of fit* pour le réseau interindividuel - 1

effects	observed	mean	stddev	t-ratio
arc	679	681.780	90.860	-0.031
reciprocity	85	88.165	19.331	-0.164
2-in-star	2833	2720.385	610.122	0.185
2-out-star	3203	3032.686	617.668	0.276
3-in-star	9237	8264.106	2701.527	0.360
3-out-star	11891	10460.240	3040.845	0.471
path2	4432	4447.036	1103.167	-0.014
T1	5	7.059	3.840	-0.536
T2	75	83.744	34.304	-0.255
T3	149	167.379	59.437	-0.309
T4	96	100.369	33.389	-0.131
T5	110	107.999	34.860	0.057
T6	257	280.648	98.453	-0.240
T7	1482	1509.991	454.081	-0.062
T8	1590	1646.774	466.711	-0.122
T9(030T)	542	528.648	143.526	0.093
T10(030C)	97	113.534	38.417	-0.430
Sink	20	19.801	4.572	0.044
Source	13	12.537	3.578	0.129
Isolates	3	5.099	2.864	-0.733
AinS(2.00)	979.791	983.745	161.131	-0.025
AoutS(2.00)	1006.704	1010.584	158.847	-0.024
AinS(2.00)	979.791	983.745	161.131	-0.025
AoutS(2.00)	1006.704	1010.584	158.847	-0.024
Ain1out-star(2.00)	1101.734	1135.660	198.639	-0.171
1inAout-star(2.00)	1052.997	1065.572	198.789	-0.063
AinAout-star(2.00)	275.920	284.172	34.007	-0.243

TABLEAU 10 – *Goodness of fit* pour le réseau interindividuel - 2

effects	observed	mean	stddev	t-ratio
AT-T(2.00)	413.875	419.816	102.628	-0.058
AT-C(2.00)	230.750	267.303	83.119	-0.440
AT-D(2.00)	390.516	393.906	97.127	-0.035
AT-U(2.00)	374.938	384.482	95.537	-0.100
AT-TD(2.00)	402.195	406.861	99.733	-0.047
AT-TU(2.00)	394.406	402.149	98.902	-0.078
AT-DU(2.00)	382.727	389.194	95.973	-0.067
AT-TDU(2.00)	393.109	399.401	98.129	-0.064
A2P-T(2.00)	3612.469	3692.572	840.105	-0.095
A2P-D(2.00)	2491.367	2466.781	456.851	0.054
A2P-U(2.00)	2137.373	2169.012	455.624	-0.069
A2P-TD(2.00)	3051.918	3079.677	637.751	-0.044
A2P-TU(2.00)	2874.921	2930.792	640.868	-0.087
A2P-DU(2.00)	2314.370	2317.897	439.112	-0.008
A2P-TDU(2.00)	2747.070	2776.122	569.498	-0.051
Std Dev in-degree dist	4.605	4.291	0.373	0.842
Skew in-degree dist	0.774	0.591	0.224	0.818
Std Dev out-degree dist	5.227	4.854	0.392	0.952
Skew out-degree dist	0.862	0.728	0.277	0.484
CorrCoef in-out-degree dists	0.280	0.291	0.095	-0.114
Global Clustering Cto	0.085	0.086	0.010	-0.158
Global Clustering Cti	0.096	0.097	0.011	-0.079
Global Clustering Ctm	0.122	0.119	0.011	0.344
Global Clustering Ccm	0.066	0.075	0.011	-0.834
Global Clustering AKC-T	0.115	0.114	0.009	0.118
Global Clustering AKC-D	0.078	0.079	0.008	-0.090
Global Clustering AKC-U	0.088	0.088	0.009	-0.055
Global Clustering AKC-C	0.064	0.071	0.010	-0.764

Entre franchissement et enfermement : pluralité et variabilité de configuration des réseaux notabiliaires territorialisés

Gabriel GARROTE⁴²

Figure transitoire du premier XIX^e siècle, le notable se définit par sa situation d'intermédiaire entre la population et l'administration qui suppose l'exercice d'une emprise locale et une aptitude à transcender les frontières (Bergeron et Chaussinand-Nogaret, 1978, t. 1, p. VI et X-XI [33]). Cette emprise implique de participer à la vie de la cité ou à son économie, de jouir de la considération due au rang, au nom ou au mérite, d'être, enfin, bon gestionnaire ou fin connaisseur du territoire ; toutes qualités susceptibles d'influence ou propres à guider les décisions de l'administration. Soucieux de disposer de relais locaux susceptibles d'affermir leurs bases, les régimes post-révolutionnaires s'attachent de tels hommes en les appelant à siéger dans les instances consultatives qui secondent l'administration locale.

L'analyse proposée interroge les interactions entre réseaux et territoires à partir de deux études de cas puisées dans le sein du département du Rhône à l'époque de la Restauration (1815-1830). La première s'appuie sur l'étude des conseils d'arrondissement et de département pour questionner l'aptitude des notables à mettre le territoire en réseau et à s'inscrire dans des réseaux qui traversent l'espace géographique. La seconde porte sur deux familles qui tiennent les administrations de la sous-préfecture du Rhône et analyse la parentèle comme réseau source de pouvoir sur un territoire circonscrit.

1. La mise en réseau du territoire par les acteurs

La loi du 17 février 1800 établit que chaque département sera doté d'un conseil général, secondé de conseils d'arrondissement. Nommés par le gouvernement, subordonnés au préfet, et sans réel pouvoir, ces conseils manifestent localement les sentiments d'une opinion publique autorisée et offrent les connaissances nécessaires à l'action éclairée du préfet dont ils éprouvent l'efficacité. À partir de 1815, la monarchie restaurée s'efforce d'atteindre une couverture spatiale optimale du territoire départemental. Rayonner au-delà de la localité, faire le lien entre le centre politico-administratif lyonnais et son arrière-pays est essentiel. Doit y faire écho un ancrage local fort qui légitime le rôle de délégué territorial et qui permet d'exercer une influence sur la localité. Cette faculté à déborder les cadres administratifs, d'unifier ce qui

42. Doctorant en Histoire, Laboratoire d'Études rurales LER-SEREC Lyon 2.

a été fractionné, de réunir en et par sa personne le « ici » et le « là-bas » se décline sous des formes différentes : faisceau d'une toile dont le cœur est à Lyon d'un côté, figure nodale d'un canton de l'autre.

1.1 « Passeurs d'espaces »⁴³

Il incombe aux conseils d'être le centre d'une toile qui, s'étendant sur l'ensemble du département, centraliserait l'information, son traitement et l'orientation des décisions qui en découlent. Cette centralisation se fait au moyen d'une multirésidentialité, voire d'une multilocalité⁴⁴, qui font réseau et lient entre elles les différentes composantes du département. Sur les soixante-quatorze conseillers qui traversent la période, la moitié évolue entre Lyon et sa campagne (figure 34) des lendemains de la Révolution à la chute de la monarchie restaurée⁴⁵. Cinquante-quatre hommes concourent à l'administration des bourgs ruraux, où ils exercent leurs activités, régissent leurs domaines ou viennent en villégiature. Ils apportent de fait une expérience du terrain et ne sont pas étrangers à la localité et à ses besoins. Trente, encore, sont présents à Lyon, siège des administrations prestigieuses et cercles élitaires où se côtoie l'*establishment*.

Si l'on définit la force du lien d'après l'activité déployée dans chacun des deux pôles⁴⁶, on observe une gradation corrélée à la distance et au relief qui les séparent (figure 35). Dans les abords de Lyon, les enracinements duals sont tout à la fois géographiques et institutionnels. Une deuxième couronne, qui touche aux massifs rhodaniens, regroupe les doubles ancrages résidentiels. Enfin, en périphérie, se trouvent les établissements coupés de Lyon. L'origine sociale influence également le rapport au territoire (figure 35). D'un côté, la noblesse alterne les *woolf* au château, « lieu "naturel" » de son ordre (de Saint Martin, 1993, p. 95 [231]), et les mondanités citadines. Qu'on y voie la marque d'un déclassement postrévolutionnaire⁴⁷ ou celui d'une aptitude à réinventer et légitimer sa supériorité (Brelot, 1995 [50]), la noblesse, en agissant ainsi,

43. Lima, 2009, p. 170 [154].

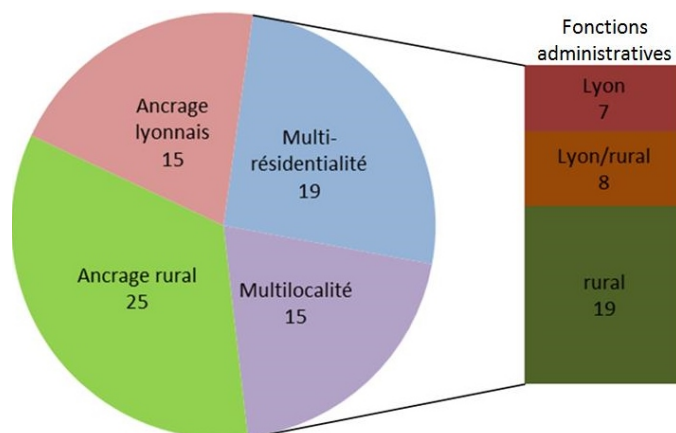
44. De la simple pratique résidentielle à l'exercice de fonctions et/ou professions concomitantes sur des espaces disjoints.

45. Période trouble, la Révolution bouleverse les habitudes d'hommes qui émigrent, se cachent ou sont appelés, par leurs fonctions en dehors de leur lieu de résidence habituel. Or, seules nous intéressent les pratiques multirésidentielles conservées une fois la stabilité rétablie. L'opposition au régime de juillet conduit nombre de notables du Rhône à se retirer de la vie publique en se retranchant sur leurs terres.

46. Seul critère connu et objectif à défaut des occupations et de la fréquence des séjours.

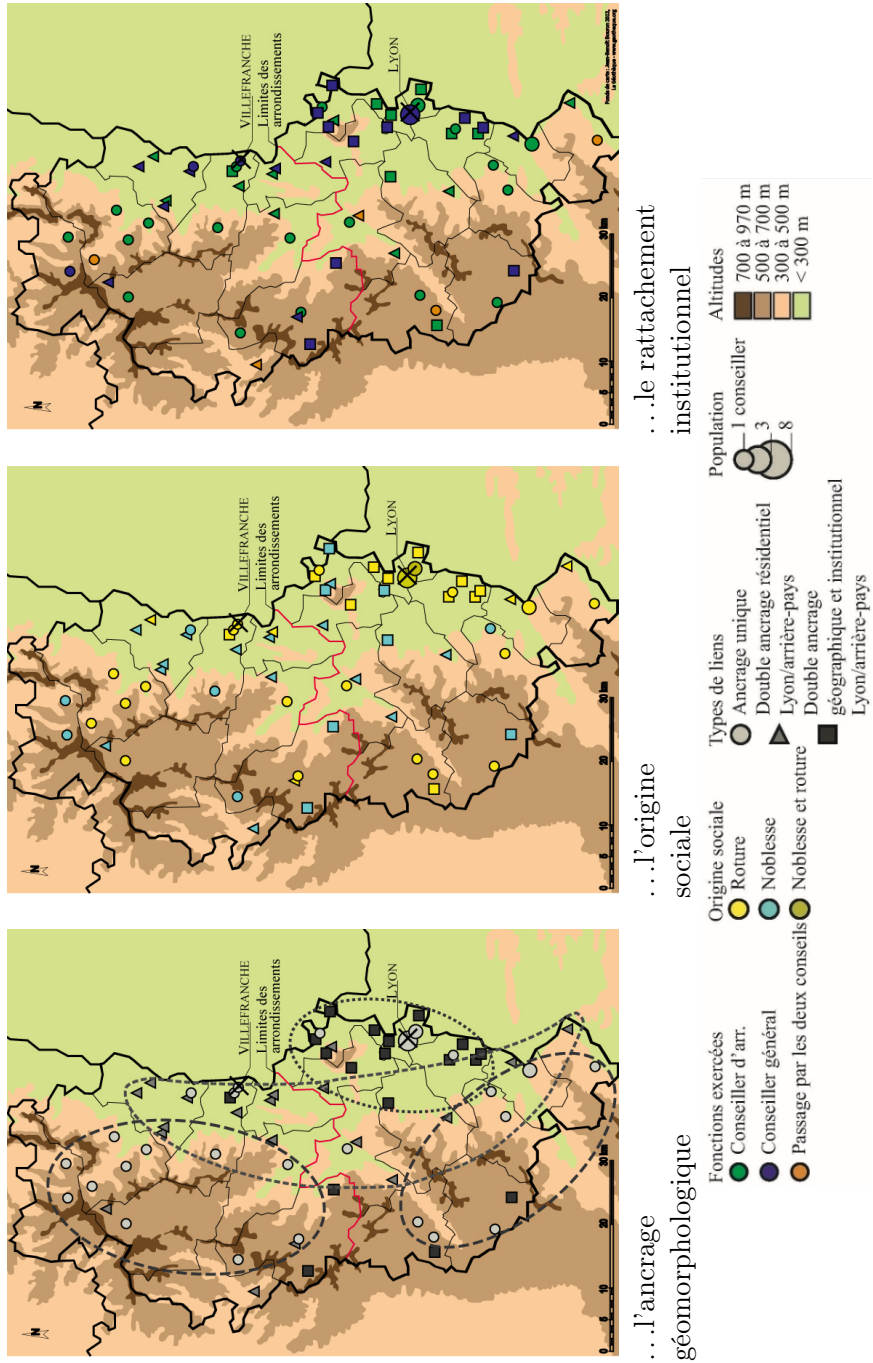
47. Leitmotiv de la pensée ultraroyaliste qui fait suite aux effets du Code civil, à la montée de la bourgeoisie, aux transactions foncières, etc. de Waresquiel, 2005, p. 128-129 [262].

FIGURE 34 – Types d’ancrage des conseillers rhodaniens de la Restauration



ne se coupe pas du centre de gravité politique et social lyonnais. De l'autre, la roture apparaît clivée entre, d'une part, ceux qui, sur chacun des espaces pratiqués, participent à la gestion de la cité - comme pour affermir une notabilité encore fragile -, et ceux qui, d'autre part, ne font pas liens entre la métropole et son *hinterland*. Or, cette dernière catégorie recouvre quasi parfaitement le corpus des conseillers d'arrondissement (figure 35).

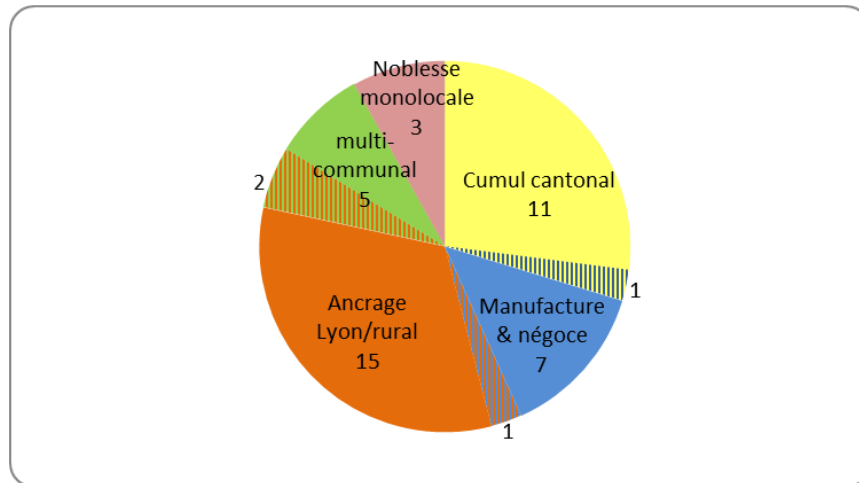
FIGURE 35 – Variation des liens au territoire selon ...



1.2 « Figure locales »

Relais locaux du conseil général, les conseillers d'arrondissement profitent de relations plus étroites et d'une plus grande proximité avec les habitants des cantons ruraux. La « figure locale » se définit à la fois par son rayonnement et par son omniprésence dans le canton, fondés sur le prestige du nom, l'emploi des autochtones et/ou un rôle de référent.

FIGURE 36 – Profils des conseillers d'arrondissements ruraux en place entre 1815 et 1830



Parmi les trente-cinq conseillers ruraux en place entre 1815 et 1830 (figure 36), onze roturiers occupent, tour à tour ou simultanément, les fonctions de maire, notaire, juge de paix ou suppléant⁴⁸. Ces hommes œuvrent au contact des habitants sur lesquels ils disposent d'un véritable ascendant. Ils exercent en effet « une véritable fonction de régulation sociale de proximité », par la médiation et la recherche de compromis visant à la résolution des conflits, ou en jouant le rôle de caisse de crédit permettant de faire face aux aléas économiques (Farcy et Petit, 2003, p. 327-328 [93]; Chaffanel, 2004 [60]). Au cumul vertical de fonctions communales et cantonales, fait écho, sur un plan horizontal, celui de places occupées, concomitamment ou

48. En raison des conflits d'intérêts qui pourraient en résulter, les fonctions de juge de paix ne peuvent être cumulées avec celles de maire et de notaire. Ces dernières sont cependant compatibles avec celles de suppléant.

non⁴⁹, au sein d'administrations municipales voisines. À côté de la figure de l'administrateur, se rencontre celle du pourvoyeur d'emploi, à l'instar du négociant-manufacturier pourvoyeur d'emploi, faisant vivre des dizaines de familles. Par-delà l'influence conférée par le travail qu'ils procurent, ces hommes incarnent les principaux pôles économiques ruraux dont il importe de représenter les intérêts. Ce type roturier trouve son pendant au sein de la noblesse sous les traits de l'imposant propriétaire foncier, dont l'exploitation des terres, la domesticité, la bouche, l'entretien des parc et château, etc., sont source de travail pour la communauté.

La toile tissée par les conseils est à deux niveaux. D'un côté des conseillers, le plus souvent nobles et membres du conseil général, s'affranchissent d'une dichotomie rural/urbain, reliant Lyon à son *hinterland* et profitent d'un double regard, citadin et campagnard. De l'autre, des hommes très bien implantés localement, peu reliés à la capitale lyonnaise et au reste du département mais relais locaux incontournables siègent dans les conseils d'arrondissement. Tenir résidence au chef-lieu du département et faire réseau sur le territoire seraient le signe et le moyen d'affirmer une notabilité d'ampleur départementale. À l'inverse, n'être qu'un point du réseau signifierait une notabilité de moindre envergure, mais une plus forte notoriété locale.

1.3 Dispersion territoriale et symbiose réticulaire

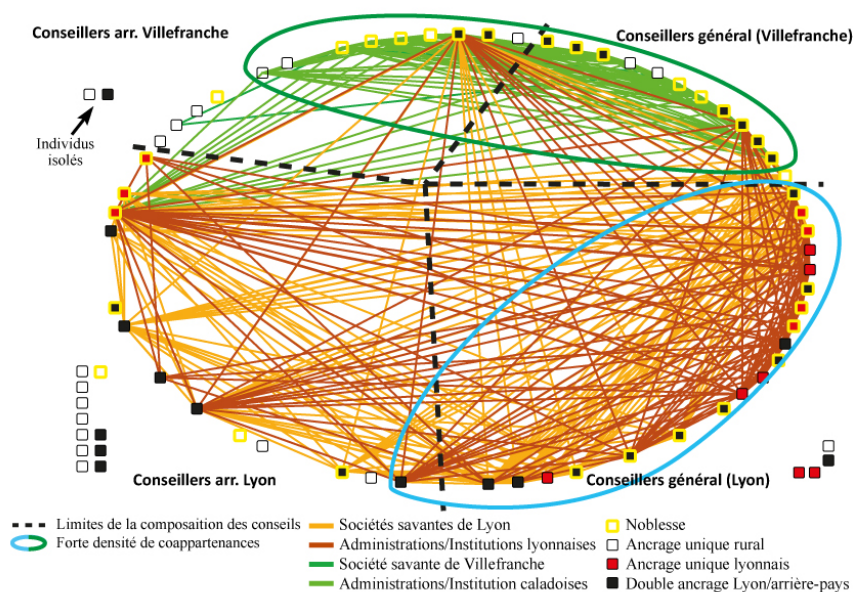
Afin que les conseils jouent pleinement leur rôle, à la contiguïté spatiale des hommes au sein de l'assemblée, d'un côté, des cantons au sein de l'arrondissement, de l'autre, doit se substituer une connexité reliant les espaces par la mise en réseau des hommes.

Le graphe présenté figure les coappartenances à l'une des institutions prestigieuses des arrondissements de Lyon ou de Villefranche entre 1815 et 1830 (figure 37). Les conseils jouent un rôle de catalyseur en encourageant une interconnaissance existant par ailleurs et en impulsant des connexions avec les individus les plus géographiquement isolés. Ce rôle apparaît d'autant plus essentiel du fait de la quasi absence d'interpénétration entre les arrondissements. Ce que reflète également la moindre connectivité des membres des conseils d'arrondissement, tant avec leurs confrères qu'avec leurs homologues du conseil général. Deux profils se détachent, corollaires de pratiques résidentielles observées *supra*. Le conseil général tend à regrouper des individus aux deux tiers nobles, disposant le plus souvent d'un ancrage lyonnais.

49. Le cumul de places de maires n'est pas autorisé par la loi. Des exceptions sont cependant constatées avant 1826. Des maires contournent la loi en siégeant dans les conseils municipaux de communes limitrophes.

Cet ancrage favorise l'actualisation d'un capital social et culturel qui facilite l'insertion dans les réseaux élitaires. En effet, des dispositions légales restreignent l'admission dans les commissions et conseils administratifs, où fraie l'*establishment*, aux possesseurs d'un domicile lyonnais. De fait, l'influence initialement détenue s'en trouve accrue et légitime en retour l'appartenance au conseil général, « lieu d'une consécration des notables locaux » (Woolf, 1984, p. 597 [269]). À l'inverse, un moindre renom, un profil plus « local », cause de séjours intermittents et rares, ne permettent qu'à quelques membres des conseils d'arrondissement d'avoir accès au creuset des élites qu'est Lyon. La participation plus importante des conseillers généraux aux cercles élitaires et instances de pouvoir, à la différence des conseillers d'arrondissement, esquisse une césure entre notabilité locale et notabilité départementale.

FIGURE 37 – Coappartenances des conseillers du Rhône aux sociétés savantes et institutions de prestiges du département



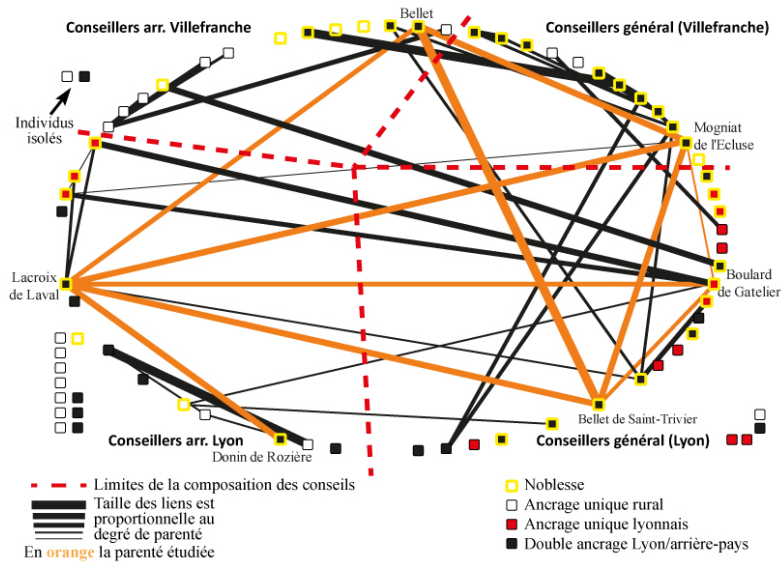
Ces hiatus, entre arrondissements d'une part et conseils d'autre part, sont transcendés par les réseaux familiaux. L'un en particulier (figure 38) s'affirme dans chacun des conseils grâce à la dispersion territoriale de la parentèle (figure 39). Cette dispersion offre à chacun la possibilité de s'affirmer dans

les cantons où il est possessionné, sans cesser pour autant de paraître à Lyon. La notabilité repose donc sur une double assise, rurale et urbaine, qui joue sur deux tableaux. Aussi est-ce sous le masque du gentilhomme campagnard que les membres de la parentèle sont appelés à siéger aux conseils consultatifs. Ils évitent leur mise en concurrence par la démultiplication des territoires et créent les conditions d'une importante représentation de la famille au regard des pairs. La notabilité de chaque membre se voyant confirmée, c'est la notoriété du groupe qui s'en trouve renforcée en même temps que son rôle d'intermédiaire obligé entre les pouvoirs et les territoires administrés.

Ce cas de figure n'est toutefois pas la règle. D'autres parentés évoluent au sein d'un même espace opérant ainsi un verrouillage des postes clés. C'est le cas du canton de Beaujeu où plusieurs figures locales sont liées entre elles (figure 40). Les alliances viennent renforcer l'emprise individuelle en concentrant dans les mains d'un même groupe familial les fonctions de notaire, de juge de paix et de maire (figure 41). Hérité, acquise, entretenue, la notoriété déborde les frontières de Beaujeu, et ouvre sur des mariages avec d'autres familles notables de l'arrondissement, elles-mêmes point nodal de leur canton. Au cœur du canton, la parentèle est assurée de le représenter au conseil d'arrondissement. Grâce aux alliances contractées, elle peut y retrouver des parents et décupler le poids d'une influence circonscrite. Toutefois, si ces figures locales accèdent à l'échelon territorial supra cantonal, les portes du conseil général demeurent closes.

Deux profils ressortent de l'analyse : en premier lieu la parentèle multilocalisée qui s'affirme concomitamment sur des territoires distincts, en second lieu la « figure locale » qui pallie une influence circonscrite par son réseau familial. Une troisième catégorie s'esquisse en creux : l'individu monoancré, qui se subdivise en deux types. L'un correspond au Lyonnais intégré au circuit économique, haut magistrat ou administrateur de premier plan qui, du fait de son activité et du renom qu'il y a acquis, s'impose aux choix du préfet. L'autre tire parti d'une répartition non isotrope des notables sur le territoire et s'érige en intermédiaire obligé d'un canton rural.

FIGURE 38 – Ancrage pluriel et parentèle : transcender les frontières des conseils



Ancrage pluriel et parentèle : endogamie et renchéissements d’alliances

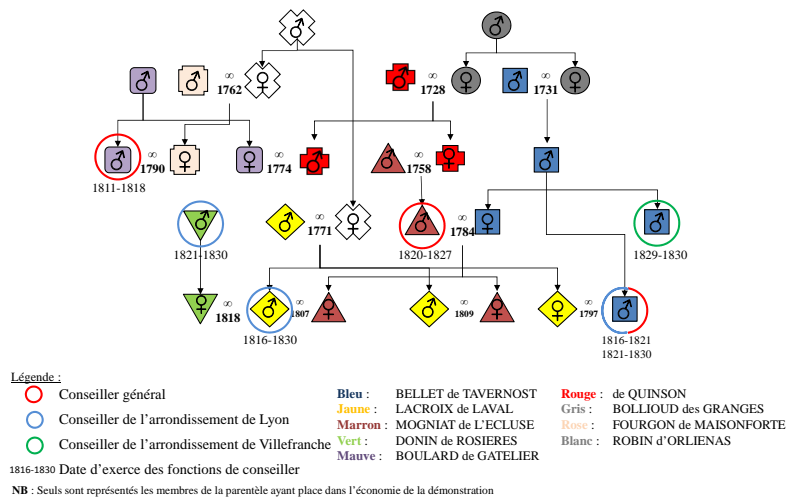
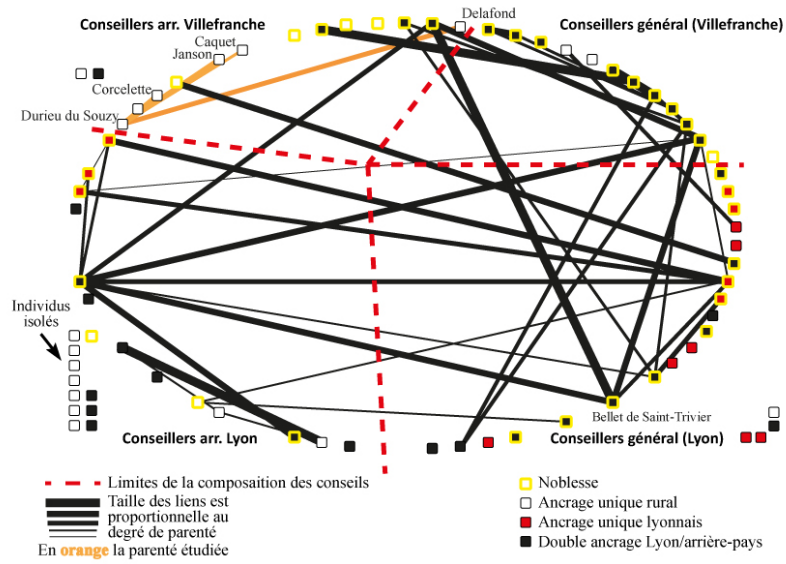


FIGURE 40 – Ancrage territorial et figures locales : le cas du conseil d'arrondissement de Villefranche



Ancrage territorial et figures locales :
 esquisse d'un réseau familial au prisme des alliances contractées

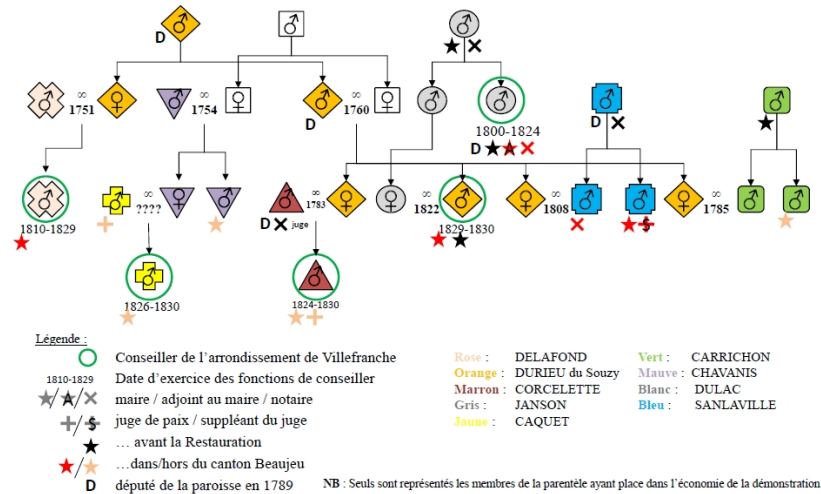
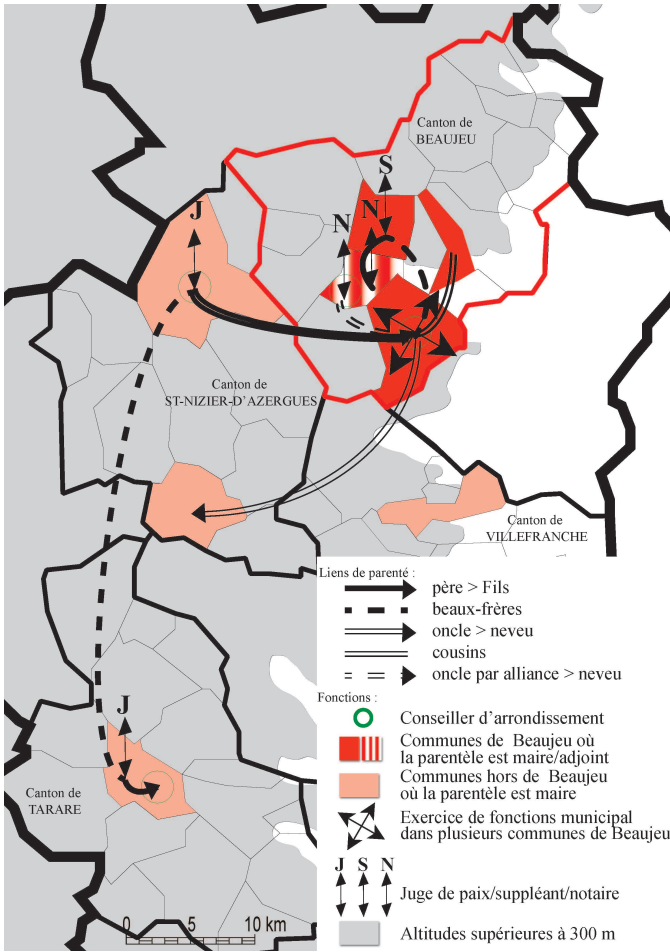


FIGURE 41 – Ancrage territorial et figures locales : un réseau familial géographiquement concentré



2. La parentèle source de contrôle territorial

Il ne s'agit plus, désormais, d'exposer comment le notable fait réseau sur le territoire, mais la manière dont l'inscription territoriale du réseau fait notabilité.

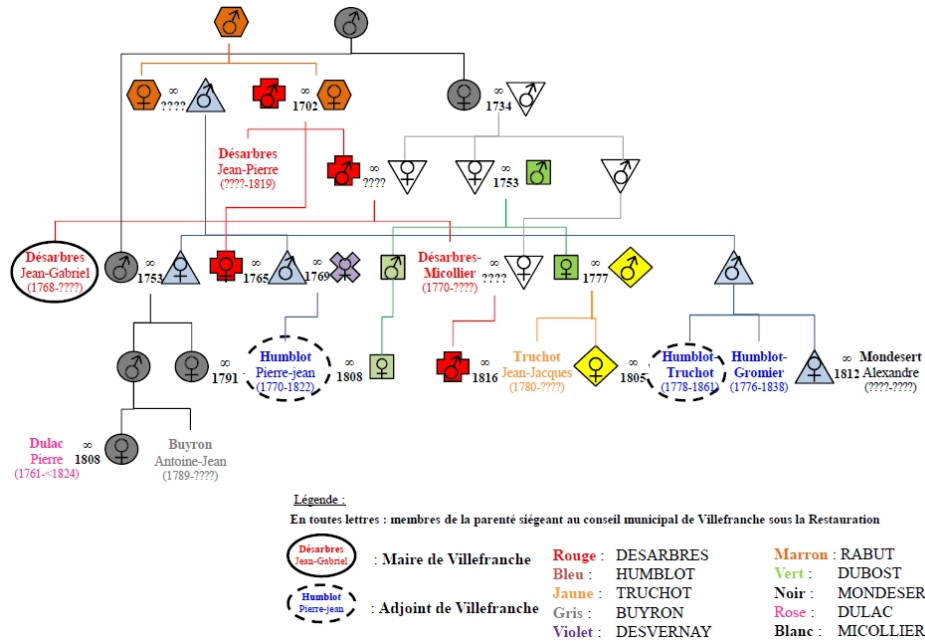
2.1 Mainmise sur un territoire

À Villefranche, sous-préfecture du Rhône, trois familles tiennent la municipalité : les Désarbres et les Humblot, eux-mêmes parents (figure 42), et les Royer. À eux seuls, les Humblot-Désarbres ne détiennent pas moins du cinquième des sièges du conseil municipal tout au long de la période. Ces réseaux familiaux se doublent d'une endogamie professionnelle, au sein du négoce. Fort de sa parentèle, le maire Jean-Gabriel Désarbres ne doit pas moins faire face à l'opposition du président du tribunal civil, Janson. À la tête des gens de robe siégeant au conseil, ce dernier nuit à la bonne marche de l'administration. Aussi le sous-préfet s'efforce-t-il d'obtenir en 1819 la nomination de parents du maire et de négociants⁵⁰. Tenir les rênes de la commune appelle donc un subtil équilibre entre sphères professionnelles, et nécessite de pouvoir mobiliser un réseau familial local.

Ce réseau déborde la seule administration municipale pour couvrir des domaines aussi variés que la santé, les prisons, l'évergétisme, le négoce ou la justice (figures 43 à 44). Président du tribunal de commerce et ordonnateur de l'hôpital de Villefranche depuis le rétablissement des Bourbons, Jean-Gabriel Désarbres résigne ces fonctions en 1818, incompatibles avec celle de maire. Il est aussitôt suppléé par Louis Humblot-Truchot et Pierre-Jean Humblot membres de la municipalité. Ce dernier décède en 1822. Son cousin, Louis Humblot-Truchot, lui succède alors dans ses fonctions d'adjoint au maire et d'ordonnateur de l'hôpital, qu'il cumule, à partir de 1824, avec celles de président de l'hôpital. La présence de parents parmi les administrateurs de Villefranche accroît l'influence détenue. Le frère d'Humblot-Truchot, Humblot-Gromier, par exemple, siège au conseil d'administration des prisons et au bureau de charité près l'hôpital à partir de 1820 et 1822, puis au conseil municipal, avant de succéder à son beau-frère dans la place de juge de paix en 1824. De 1815 à 1830 les principales sources de prestige et d'autorité

50. Archives départementales du Rhône (A.D.R.), 2M42, Lettre au préfet, 31 juillet 1819.

FIGURE 42 – Parentèle Humblot-Désarbres siégeant au conseil municipal de Villefranche



sont donc aux mains de quelques individus qui perpétuent l'autorité de la parentèle en se succédant dans les postes clés⁵¹.

51. À l'exception du tribunal civil, présidé par Janson, et de la garde nationale pour laquelle les sources manquent. Il est à noter que les maires et adjoints ne peuvent pas diriger la garde nationale.

FIGURE 43 – Ancrage territorial, cumul de pouvoirs et réseau familial : l'exemple des Humblot de Villefranche (1)

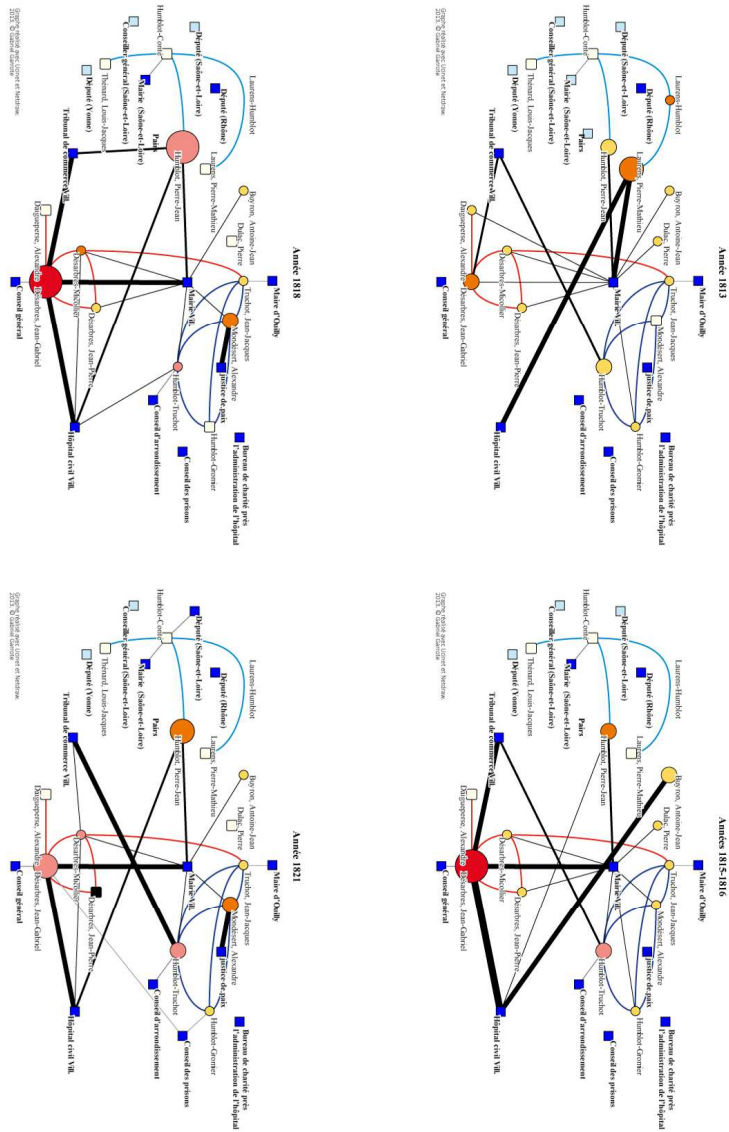


FIGURE 44 – Ancrage territorial, cumul de pouvoirs et réseau familial : l'exemple des Humblot de Villefranche (2)

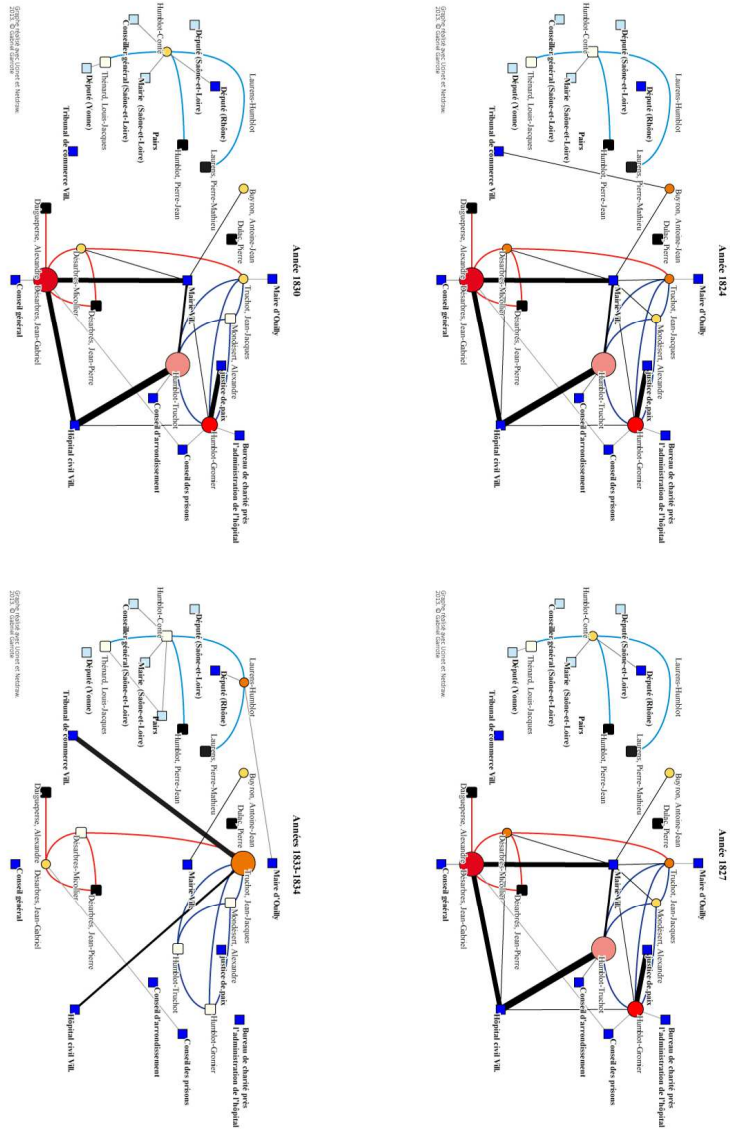
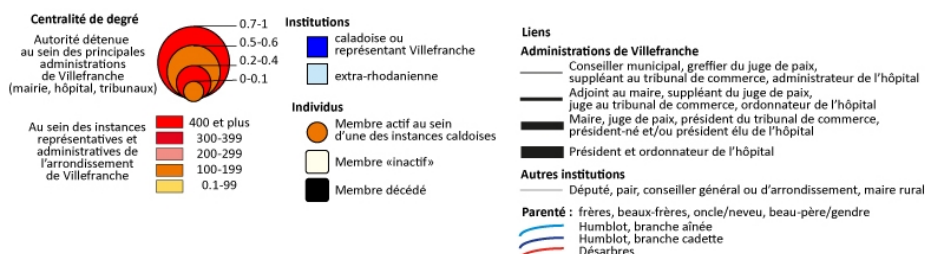


FIGURE 45 – Légende des figures 43 et 44



2.2 Héritage et distribution spatiale

C'est au seuil de la période révolutionnaire que les Humblot affirment leur notabilité sur Villefranche, en la personne de Jean-Baptiste Humblot, qui acquiert alors le renom laissé en héritage à sa descendance. Jean-Baptiste Humblot fréquente les sociétés élitaires de Villefranche, s'y distingue à plusieurs reprises et y occupe les premières places. Il accède parallèlement aux charges les plus prestigieuses : capitaine dans la milice bourgeoise en 1774, secrétaire-greffier des lieutenants du tribunal des maréchaux de France dès avant 1777, marguillier de 1779 à 1784, échevin en 1782 et 1783, député des négociants de Villefranche en 1787. Aucun domaine, militaire, judiciaire, religieux, administratif⁵² ou commercial, ne lui est étranger. La Révolution entérine cette position sociale, en l'appelant à représenter le tiers aux États généraux de 1789. Il assoit enfin son statut social en se faisant châtelain dans le département limitrophe de Saône-et-Loire, où il finit ses jours, en 1809.

S'opère alors une partition entre Rhône et Saône-et-Loire, entre rayonnement communal et aspiration nationale. L'aîné, Pierre-Jean, présenté plus haut, lieutenant de la garde nationale, administrateur de l'hôpital, adjoint, juge au tribunal de commerce reproduit le schéma paternel d'une notabilité communale tous azimuts. Un pied à Paris, l'autre en Saône-et-Loire, le cadet, Arnould Humblot-Conté, s'impose à la fois sous le masque du notable rural et de l'industriel parisien. Maire dans ses terres, conseiller d'arrondissement sous les Cent-Jours, puis conseiller général à partir de 1829, il fait figure à sa mort, en 1845, de notabilité locale. Cette assise territoriale et les relations

52. Le tribunal des maréchaux jugeait les affaires militaires et les points d'honneur de la noblesse, le marguillier gérait les affaires de la Fabrique, les échevins étaient des officiers municipaux élus pour deux ans.

établies à Paris lui ouvrent les portes de la députation à partir de 1820. En 1832, le régime de juillet l'appelle à la pairie. Sa descendance perpétue ce double ancrage entre province et Paris, puisque ces deux gendres réalisent également une carrière de député et pair.

Si l'un des frères dispose d'une centralité de degré au sein des notabilités caladoises⁵³, l'autre profite d'une centralité d'intermédiarité entre Paris et province. De nouveau, la parentèle s'affirme sur des espaces différents, évitant par là-même une mise en concurrence préjudiciable. Cette partition est cependant mise à mal au fil des ans qui voient l'effacement de la branche aînée des Humblot à Villefranche, au profit de la branche cadette. Elle apparaît d'autant plus théorique que, candidat malheureux de Saône-et-Loire en 1824, Arnould Humblot-Conté décide de briguer la place de député de l'arrondissement de Villefranche en 1827. Par-delà une insertion dans les réseaux politiques libéraux, il mobilise le souvenir de ses père et oncle, député aux États généraux, dont il revendique l'héritage pour mieux masquer le défaut d'ancrage - qu'il atteste par là-même⁵⁴ -, et parvient à se faire élire.

2.3 Reconfigurations d'un réseau face aux aléas

Au cours du premier XIX^e siècle les liens tissés par les Humblot-Désarbres avec les instances caladoises se reconfigurent du fait des transitions politiques et perte de parents qui surviennent alors (figure 44). La parenté participe largement à la vie de la cité au crépuscule de l'Empire et n'est guère touchée par les renouvellements survenus à la chute du régime. La Restauration ne se traduit pas tant dans l'apparition d'hommes nouveaux que dans la translation de l'autorité détenue dans les administrations en faveur des Désarbres et des Humblot (années 1813, 1815-1821). Si Louis Humblot-Truchot apparaît tout aussi inséré dans les structures de pouvoir que son cousin, Pierre-Jean, ce dernier s'en distingue en cumulant centralité de degré et positions de pouvoir dans chacune d'elles (années 1818, 1821). Néanmoins, à partir de 1821 l'état de santé de Pierre-Jean Humblot se dégrade et il décède l'année suivante. Les vacances qui s'ensuivent favorisent l'épanouissement de la branche cadette. Louis Humblot-Truchot lui succède dans les places d'adjoint et d'ordonnateur de l'hôpital (année 1824). Le frère de ce dernier entre dans plusieurs administrations sans, le plus souvent, y détenir d'autorité. S'observe en fait un transfert : Louis cumule désormais les positions de pouvoir occupées par la branche aînée, tandis que son frère acquiert la centralité de degré dont

53. Gentilé des habitants de Villefranche.

54. *Le Précurseur, journal constitutionnel de Lyon et du Midi. Politique, littérature, science, industrie et commerce*, 12-13 novembre 1827.

il profitait auparavant. Décès et démissions amènent une redistribution des rôles qui concentrent à la fin de la période les fonctions clés dans les mains de quelques individus (année 1830). Toutefois, leur refus de prêter allégeance au nouveau régime amène le recul de la parentèle malgré l'affirmation de rares parents jusque-là en retrait (année 1833-1834).

Conclusion

Il n'a pas été ici question du caractère stratégique de l'ancrage multiple et de la dispersion parentélaire comme moyen de contrôle ou prise de position dans les institutions territoriales. Fruit d'héritages, dots, rachats anciens, le positionnement géographique des parents répond à une logique de transmission et de partage visant à préserver le capital économique et l'unité territoriale du foncier. Il est cependant possible d'y voir une réappropriation tactique⁵⁵ devant assurer à la parentèle places et positions de pouvoirs dans les institutions de la période postrévolutionnaire. Pour autant, cette réappropriation tactique, de même que le poids accordé à la dispersion territoriale de la famille, ne sont-ils pas une construction de l'historien ? L'exemple présenté (figure 38) donne naissance à la principale composante familiale du corpus, dotée des liens de parenté les plus forts, à la différence de ses pairs. Sous couvert de satisfaire les attentes de l'administration, la multilocalité familiale constitue bel et bien une « rente de situation » dont tire profit la famille étudiée.

Si l'étude de cas apparaît exemplaire, des stratégies anciennes indépendantes de problématiques postrévolutionnaires, de même qu'une irréductible contingence de l'ancrage territorial, détournent cependant de toute généralisation. À l'inverse, l'illustration caladoise, celle d'un contrôle territorial et de sa transmission, trouve des échos - de moindre envergure. Il apparaît en outre que le réseau, familial, ne constitue pas une certitude de puissance durable s'il ne s'accompagne pas d'une aptitude à s'adapter aux mutations politiques qui ponctuent la première moitié du XIX^e siècle, ainsi que d'une capacité à redéployer le réseau quand il devient inutile. Or, ce redéploiement est difficile à mettre en œuvre dans le cadre de la famille et souligne par là-même la fragilité inhérente du réseau familial dans une perspective diachronique.

55. Sur la distinction opérée par Michel de Certeau entre « stratégie » et « tactique » : *L'invention du quotidien*, 1990, p. 57-63 et p. 293 [59].

Les réseaux financiers de quartier dans la librairie parisienne au XIX^e siècle. Support et révélateur de la mobilité sociale et professionnelle

Viera REBOLLEDO-DHUIN⁵⁶

Quatre animaux divers, le Chat grippe-fromage, Triste-oiseau le Hibou, Rongemaille le Rat, Dame Belette au long corsage, toutes gens d'esprit scélérat, hantaient le tronc pourri d'un pin vieux et sauvage.

Tant y furent qu'un soir [...] l'homme tendit ses rets. Le Chat de grand matin sort pour aller chercher sa proie. Les derniers traits de l'ombre empêchent qu'il ne voie le filet ; il y tombe, en danger de mourir : et mon Chat de crier, et le Rat d'accourir, l'un plein de désespoir, et l'autre plein de joie.

[...] Le pauvre Chat dit : « Cher ami, les marques de ta bienveillance sont communes en mon endroit : viens m'aider à sortir du piège où l'ignorance m'a fait tomber. [...] Ce réseau me retient ; ma vie est en tes mains : viens dissoudre ces nœuds. - Et quelle récompense en aurais-je ? reprit le Rat. - Je jure éternelle alliance avec toi, repartit le Chat. [...] »

Dangers de toutes parts ; le plus pressant l'emporte. Rongemaille retourne au Chat, et fait en sorte qu'il détache un chaînon, puis un autre, et puis tant qu'il dégage enfin l'hypocrite. [...]. À quelque temps de là, notre Chat vit de loin son Rat qui se tenait à l'erte et sur ses gardes. « Ah ! mon frère, dit-il, viens m'embrasser ; ton soin me fait injure ; tu regardes comme un ennemi ton allié. Penses-tu que j'aie oublié qu'après Dieu je te dois la vie ? - Et moi, reprit le Rat, penses-tu que j'oublie ton naturel ? Aucun traité peut-il forcer un Chat à la reconnaissance ? S'assure-t-on sur l'alliance qu'a faite la nécessité ?

Jean de La Fontaine, « Le Chat et le Rat », Livre VIII, Fable XXII, *Fables - contes et nouvelles*, Paris, Gallimard, Bibliothèque La Pléiade, 1991, p. 332-333.

Le terme de réseau, qui dérive du latin *rete*, est, depuis son origine, polysémique. Si, pour Pierre Larousse, « le vrai diminutif latin [s']introduit dans la langue [française] pour désigner un petit sac à ouvrage à grandes mailles [en vogue sous le Directoire], sous la forme *ridicule*, [qui n'est autre qu'une] corruption de *réticule* » (Larousse, 1866, p. 1025 [139]), le substantif masculin - et souvent pluriel - de rets apparaît comme l'outil de capture privilégié des chasseurs et autres oiseleurs des *Fables* de La Fontaine, obligeant les victimes (de l'homme) à créer des alliances contre nature. Ailleurs, les rets désignent le filet tenant les cheveux des dames ou celui permettant à la cuisinière d'enserrer son gigot, soit un appareil de domestication. Le réseau est en outre, depuis Hippocrate, utilisé en anatomie, à propos des voies de circulation organiques ou de l'entrelacs de nerfs au fondement du système coordonnant les fonctions vitales (Littré, 1873, p. 1658 [156] ; voir sur ce point Cauquelin, 1987 [58]) ; sens qui, par le biais des lectures hygiéniste ou saint-simonienne, donne naissance à celui, plus moderne, de réseaux de communication. Nous retiendrons donc ici que le réseau constitue la structure plus ou moins visible soutenant la circulation d'un *gift* - don et poison, selon Marcel Mauss (1924 ([168]) - ou d'un service rendu, attachant mais obligeant en retour et par là-même hiérarchisant les partenaires de l'échange.

56. Historienne, Université de Versailles-Saint-Quentin-en-Yvelines.

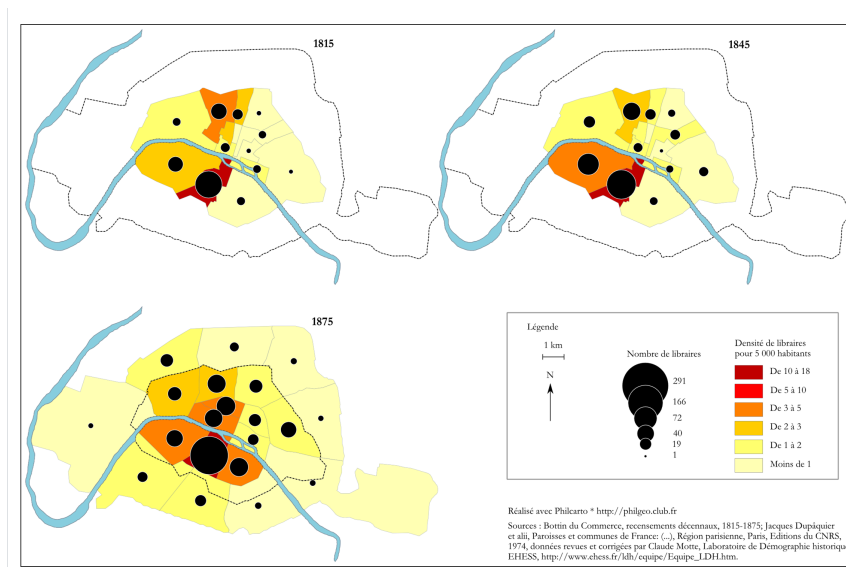
Bien que le don et la dette soit antinomique, « la créance [qui] remplace l'ancienne logique de la largesse et du bienfait [...] [en] conserve [néanmoins] certains mécanismes » (Péraud, 2012, p. 49 et 55 [196]) et, le crédit est, par le biais des billets à ordre circulant quotidiennement dans le commerce parisien au XIX^e siècle, le support de ces relations de confiance au sein d'une société où la monnaie est alors principalement fiduciaire. Le dépouillement systématique de 141 dossiers de faillite de libraires - de fonds (*Publisher*) ou de détails (*Bookseller*) -, ayant déposé leur bilan au Tribunal de commerce de la Seine entre 1830 et 1870, ainsi que l'analyse des 6 961 liens de crédit unissant les faillis à leurs créanciers, réalisés pendant notre thèse, mettent au jour une foule de petits intermédiaires, « escompteurs d'occasion ou professionnels », concédant à leurs *proches* et confrères des prêts ou des avances en marchandises à des taux usuraires, et formant, ce que Bertrand Gille nomme, les « structures inférieures du crédit » (Gille, 1959, p. 70-72 [109]). « Aussi stéréotypée soit-elle, la métaphore arachnéenne [de Balzac] traduit efficacement le pouvoir des [escompteurs] [...], repos[ant] sur le réseau informel qui unit, d'un point de vue fonctionnel, la myriade d'usuriers qui dominent les circuits de l'argent domestique [...] [et] révèle la nouvelle logique résiliaire qui caractérise les échanges financiers au sein de la société » du XIX^e siècle (Péraud, 2012, p. 81-82 [196]). En quoi l'analyse de réseaux permet-elle ou non de saisir le fonctionnement financier de la librairie au XIX^e siècle? Comment, autrement dit, la *network analysis* peut-elle rendre compte de l'évolution et des enjeux des systèmes de financement des petites entreprises de demi-luxe - que constitue le livre -, situées à mi-chemin entre les corporations d'Ancien Régime et les districts industriels contemporains?

Nous soulignerons de prime abord les spécificités de la librairie dans le paysage économique parisien du XIX^e siècle avant d'évoquer les structures de financement de ces commerçants, puis d'analyser les différentes stratégies économiques des acteurs.

La librairie au XIX^e siècle, une économie localisée

La librairie parisienne des contemporains de Balzac hérite des anciennes corporations de métiers et constitue par conséquent une économie localisée. Fortement concentrés au sein de l'espace parisien (figure 46), les libraires partagent en outre l'« incrédulité » que leur confèrent les banquiers.

FIGURE 46 – Répartition des libraires parisiens par arrondissement, 1815-1875



Proximité spatiale, sociale et professionnelle

Deux espaces regroupent la majorité des libraires parisiens tout au long du XIX^e siècle, le quartier Latin et le Palais Royal. À l'intérieur de ces arrondissements, les libraires se concentrent dans quatre quartiers, deux à deux limitrophes : ceux du Palais Royal et de Feydeau pour le II^e arrondissement ancien, ceux de la Monnaie et de l'École de Médecine en ce qui concerne la rive gauche de la Seine. Quelques rues seulement rassemblent la majorité des libraires : les galeries de Bois et d'Orléans ainsi que les passages - et notamment celui des Panoramas - à proximité des théâtres de boulevards sur la rive droite, comme les quais Malaquais, Voltaire et surtout celui des Augustins, sur l'autre bord de la Seine, présentent une densité inégalée de libraires. À certains numéros du quai des Augustins, comme dans plusieurs rues adjacentes formant le « village Saint-André des Arts », plusieurs libraires tiennent enseigne dans le même immeuble (pour une géographie plus détaillée du livre, voir notre article de 2009 [213]).

À cette forte polarisation, qui s'explique par la législation d'Ancien Régime (Juratic, 2007 [129]) et la spécialisation économique des quartiers -

persistant après l'abolition des corporations (Daumas et Payen, 1976 [80]; Coquery, 1995 [70] et 2011 [71]) -, la proximité des centres culturels ou la densité des réseaux de transport, etc. (Boscq, 1997 [46]; Parent-Lardeur, 1999 [195]; Mesnage, 2009 [170]), s'ajoute une proximité sociale, voire une endogamie professionnelle, caractéristique des anciennes guildes. Selon Nicole Felkay, les libraires sont très souvent des fils de libraires (1987 [97]; voir aussi la thèse de M.-C. Boscq, 2013 [47]) et, cette filiation transparaît dans les modifications de raisons sociales accolant par un trait d'union le prénom du parent fondateur au patronyme (cf. Arthus-Bertrand, Firmin-Didot, etc.). Comme la date de fondation sur les enseignes, cela garantit, pour les acheteurs, la qualité des produits proposés ou pour autorités de la Librairie comme pour les fournisseurs, la moralité des commerçants. Lorsque les membres d'une même lignée sont trop nombreux, ils se distinguent auprès de leurs créanciers notamment, par quelques épithètes significatives (« père », « fils », « aîné », etc.) ou en ajoutant à leur nom celui de leur femme - tels Belin-Mandar, Mame-Delaunay, etc.

Ces associations familiales facilitent la transmission directe d'un savoir-faire, à moins que les liens de parenté ne favorisent l'insertion des individus dans la librairie parisienne, longtemps réservée aux détenteurs d'un examen de latin et de grec visé par l'Université de Paris. Cette assise familiale est, au XIX^e siècle, indispensable aux provinciaux, comme le rappelle Jean-Baptiste Baillièrre, issu d'une famille drapière du Beauvaisis :

Un digne parent, M. Cyprien Cavrel, fit comprendre à mon père et à ma mère la nécessité d'alléger leur position en plaçant les deux aînés de leurs enfants dans le commerce à Paris. Ce fut avec le concours d'un neveu de la mère de mon père, Pierre-Claude Fermepin, négociant à Paris. Il reçut d'abord mon frère aîné, puis, le 2 juin 1812, j'arrivai chez lui (rue de la Harpe, au coin de la rue Saint-Séverin); le 3 juin, il me conduisait chez son beau-père, M. Méquignon l'aîné, libraire de la Faculté de médecine de Paris, chez qui j'entraî comme commis. (Baillièrre, 1885, p. 3 [11])

L'endogamie professionnelle conduit à la formation d'« empires » éditoriaux, à l'instar du clan Panckoucke-Dalloz-Mame, réunissant trois grandes familles de libraires grâce aux femmes qui perpétuent et augmentent la renommée des patronymes⁵⁷.

57. Charles Joseph Panckoucke marie son aînée, Antoinette Pauline, au libraire Henry Agasse, tandis que sa petite-fille épouse Désiré Dalloz, dont le fils, Victor, s'unit à son tour à une Panckoucke. Charles Mame n'agit pas autrement lorsque sa fille, Émilie Rose Marie,

Contrairement à l'imprimerie qui, du fait du *numerus clausus* instauré par le décret du 5 février 1810, est monopolisée par les anciennes familles, la librairie est davantage soumise à la concurrence et aux lois du marché (Kra-kovitch, 2008 [135][136]). Paradoxalement, la famille favorise l'insertion des nouveaux venus qui tentent ensuite, par le biais de stratégies matrimoniales endogamiques, de limiter la concurrence d'autant plus vive que la proximité géographique est grande. Cette géographie parisienne du livre, qui dessine un espace discontinu et extrêmement polarisé, est, par ailleurs, fondamentale au fonctionnement de la librairie. Comme l'a montré Christine Haynes, le regroupement des éditeurs dans un même voisinage agit comme un facteur d'identité collective, confortée par des sociabilités mondaines, véritable gage de crédibilité de ces entrepreneurs⁵⁸.

Une économie de la dette

Plus que tout autre commerce, la librairie manque de crédit. Outre le fait que pour obtenir un brevet, les libraires doivent présenter des témoins garants de leur capacité et de leur moralité, ils doivent également faire face à des immobilisations importantes alors qu'ils ne bénéficient pas de la confiance des banquiers. Autrement dit, le commerce du livre est coûteux et mal coté.

Dans l'*Envers de l'histoire contemporaine*, Mme de la Chanterie explique à Godefroid : bien que la librairie soit « un des plus beaux commerces, il est mal fait. . . » et d'ajouter :

Combien d'excellents livres sont restés un, deux ou trois ans sans avoir le succès qu'ils méritent ! [. . .] Et je sais que les libraires ont des façons de traiter, de réaliser, qui font de leur commerce le plus chanceux et le plus difficile à débrouiller de tous les commerces parisiens. M. Nicolas vous parlera de ces difficultés, inhérentes à la nature des livres. (Balzac, 1976, p. 381-382 [13])

De fait, l'écoulement d'une édition prend en moyenne une dizaine d'années. Si l'achat du fonds de commerce est parfois lourd à supporter, ce sont surtout les fonds de roulement nécessaires au fonctionnement quotidien des boutiques qui pèsent sur la gestion des libraires, qui sont alors également éditeurs. En effet, alors qu'un boucher parisien dépense en moyenne 3 500 francs

épouse en secondes noces Charles Gosselin, tandis que le petit cousin de Rose, Paul Jules Armand Mame, convole en justes noces avec la fille d'Armand Dalloz. Voir J.-Y. Mollier, 1988 [174] et N. Felkay, 1987 [97].

58. C. Haynes, 2010, p. 163 [125]. L'auteur reprend à son compte les remarques sur le rôle de la proximité dans l'identité collective des ouvriers de L. Hunt et G. Sheridan, 1986 [128] qui se placent très clairement dans la perspective de William H. Sewell.

par an (Daumard, 1996, p. 451 [78]), les libraires doivent prélever sur leurs bénéfices une somme trois à six fois plus importante. Et, la montée du « capitalisme d'édition » (Mollier, 1988 [174]) comme la progressive démocratisation du métier favorisent l'augmentation des investissements nécessaires, à une production de masse, qui s'opère parallèlement à l'entrée sur le marché, de nouveaux venus aux ressources financières limitées.

Les frais quotidiens sont d'autant plus difficiles à supporter que ces commerçants ne disposent pas de crédit auprès des institutions bancaires. Les gens du livre, et plus particulièrement encore les libraires, pâtissent de la faiblesse de l'institutionnalisation du crédit. Balzac, en bon connaisseur de ce milieu, ne fait-il pas dire encore à Mme de la Chanterie : « Nous savons que la Banque de France a le commerce de la librairie en suspicion constante, quoique que ce soit un des plus beaux commerces » (Balzac, 1976, p. 382). En effet, la classification des crédits de la Banque de France de 1804 est particulièrement défavorable aux gens du livre, sinon aux libraires.

TABLEAU 11 – Extrait de la classification des crédits de la Banque de France pour Paris (1804)

Cote	Libraires	Négociants	Fabricants de papier	Marchands de vins
Premier crédit	1,0 %	10,5 %	1,2 %	0,9 %
Bon crédit	13,1 %	16,0 %	23,8 %	6,8 %
Moyen crédit	22,1 %	22,3 %	27,4 %	37,3 %
Petit crédit	23,8 %	22,3 %	19,5 %	35 %
Mauvais crédit	19,7 %	17,3 %	22,6 %	8,7 %
Inconnu	20,3 %	11,5 %	5,5 %	11,3 %
Effectif	290	555	164	585

Source : Emmanuel Prunaux, « La classification des crédits et le renseignement économique à la Banque de France à l'époque napoléonienne », document de travail distribué lors de sa communication du 7 novembre 2008 au séminaire de Claire Lemerrier, « La relation de crédit : une histoire de longue durée », p. 18. La recension du classement a été réalisée avec la collaboration active de Muriel Bordogna.

Le tableau 11, que nous empruntons à Emmanuel Prunaux, souligne l'importance de ce mauvais crédit comme les contrastes entre les différentes professions de ce secteur : 20% des papetiers bénéficient, au début du siècle, d'un crédit de premier ordre, tandis qu'un cinquième des libraires ne sont pas même cotés. Sur les 141 dossiers de faillites, qui forment la base de notre corpus, 13 libraires seulement déclarent être en dette envers l'institut d'émission, et la plupart d'entre eux exercent principalement dans la seconde moitié du siècle. En effet, comme le soulignait déjà Gaston Roulleau, avant le dévelop-

pement des succursales de la Banque, en 1836, « l'admission à ses escomptes était un honneur dispensé à un petit nombre de privilégiés » (Roulleau, 1914, p. 14 [227]). Dans la première moitié du siècle, seules les notabilités de la librairie possèdent un compte courant, avec ou sans faculté d'escompte, à la Banque et, malgré la politique d'ouverture de l'institut d'émission - après la crise de 1848 -, cela ne profite que timidement à leurs confrères et ce, uniquement grâce à l'entrée d'éditeurs renommés, tels Jean-Baptiste Baillière, au sein du conseil d'escompte.

Par ailleurs, les prêts obtenus par les libraires auprès des banquiers sont rares et ce, même si nous retenons, dans une acception large - revendiquée par Alain Plessis⁵⁹ (1999 [202]) -, les grands négociants et commissionnaires en marchandises, les orfèvres et bijoutiers, ainsi que les propriétaires et autres rentiers. Ils ne représentent ensemble que près de 20% des créanciers des libraires de notre corpus. Bien que les sommes concédées par eux soient considérables, relativement aux autres groupes de créanciers⁶⁰, deux tiers d'entre elles ne sont pas déclarées par les faillis, tandis que, si nous nous arrêtons sur les individus récurrents, la hiérarchie obtenue, par le nombre d'occurrences et les sommes prêtées, ne se calque qu'imparfaitement sur celle de l'élite de la finance parisienne ou française (voir la liste nominative dans notre thèse, p. 628 [214]). Aucun Rothschild, Pereire, Fould, très peu de Laffitte, Ganneron ou Lehieux sont, en effet, enregistrés. Quelques individus de la haute banque apparaissent néanmoins mais s'effacent après la crise de 1830, bien qu'ils restent, comme Charles Vernes ou les fils de Garçon Jacob Goudchaux, en activité après cette date. Ici encore, seuls les libraires renommés, tel Bossange, ou les libraires-escompteurs, comme Depélafol qui doit 450 000 francs à dix-neuf banquiers - ce qui correspond à 70% de ses dettes -, bénéficient de la confiance des hommes d'argent sous la monarchie de Juillet, tandis que ceux qui sont ainsi dénommés dans la seconde moitié du siècle répondent à un profil particulier que nous abordons *in fine*.

L'« incrédulité », ou plus précisément le discrédit, qui pèse sur les libraires relève de l'organisation même de ce commerce. Le manque de fonds propres des petites maisons d'édition comme la rareté de la monnaie métallique impose aux libraires, discrédités par les institutions bancaires plus ou moins formelles, de recourir aux effets de commerce. Faute de pouvoir réaliser leur production, les libraires ne cessent de prolonger l'échéance préalablement fixée, de sorte que « le commerce de Paris eut horreur des effets souscrits par

59. Il note qu'« Au XIX^e siècle [...], il exist[e] un bon nombre de personnes considérées comme banquiers ou s'intitulant ainsi. [...] Et [qu']il est difficile le plus souvent de distinguer le simple commerçant du banquier. »

60. Ils assument ensemble plus de 40% des créances faites aux libraires.

les libraires » (Balzac, 1996, p. 665-667 [14]). Seuls les usuriers les acceptent, et la circulation de papiers met en mouvement une foule d'intermédiaires du crédit, véritables professionnels de quartier.

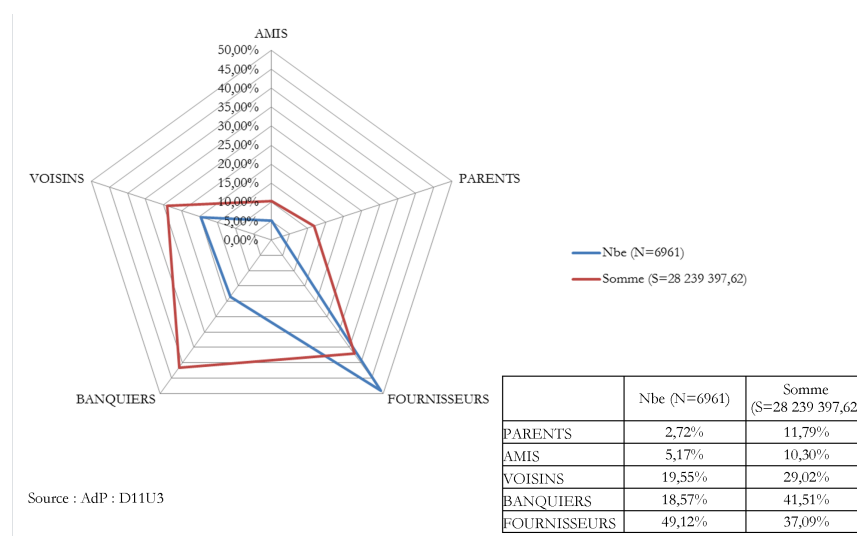
Le quartier, espace de crédibilité

Le crédit est, comme l'a déjà souligné Émile Benveniste, synonyme de confiance (1969, p. 116-121 et 171-202 [32]) et le quartier se révèle être tant le support de la confiance inhérente au crédit interentreprises que le révélateur du/des système(s) de financement de la librairie, fondé(s) sur l'escompte.

Cercles de créanciers

De manière générale, les libraires ont successivement recours à différents cercles de créanciers, massivement dominés par leurs fournisseurs (figure 47).

FIGURE 47 – Principaux cercles de créanciers des libraires en faillite



Pour la mise de fonds initiale, ils se tournent vers leurs proches, parents et amis. Le rapport du syndic de la faillite d'Achille Faure montre à l'envi l'organisation concentrique des cercles de crédit au sein même de la sphère familiale :

Une autre circonstance devait aggraver sa position et faciliter sa chute. En 1866, son frère, Amédée Faure qui était établi

libraire, rue de Rivoli n° 164, était sur le point de tomber en faillite. Bien que gêné lui-même dans ses affaires, le sieur [Achille] Faure eût l'idée de venir en aide à son frère. Après avoir fait à ce dernier diverses avances, il se décida à prendre tout son actif et à se charger du passif. [...]

Cet engagement [...] hors de proportion avec sa propre situation [...] explique néanmoins par le degré de parenté et l'intérêt qu'il avait à conserver son nom et son crédit.

Pour satisfaire à cet engagement, le sieur Faure dût recourir à de nouveaux emprunts. Depuis son établissement, sa tante lui avait déjà fait des avances importantes. À cette époque, elle lui avança encore une somme de 50 000 francs qu'elle fût elle-même obligée d'emprunter au crédit foncier⁶¹.

Les amis font, quant à eux, partie intégrante de la famille élargie : s'ils ne prolongent pas le soutien financier de celle-ci, ils suppléent les parents déshérités. Après avoir absorbé « toute [s]a fortune personnelle et une partie de celle de [s]a mère », après avoir mangé les 160 000 francs de dot de sa femme, Dupray de la Mahérie emprunte près de 500 000 francs aux banquiers et amis de famille, très (trop ?) confiants dans l'honorabilité d'une des plus riches fortunes du Calvados (sur cet individu, voir notre article [215]). Les amis constituent de puissants secours pour les nouveaux venus dans la librairie parisienne, chaque fois plus nombreux au cours du siècle. Joseph Bry, qui est issu d'un milieu modeste - petit-fils de charbonnier et fils de charbonnier converti à la typographie -, inscrit sur son bilan 13 « amis » (sur 72 créanciers), auxquels il doit 80 000 francs (soit près de 40% de ses créances) : tous ont signé les pétitions lancées par Paul Lacroix (le bibliophile Jacob) en faveur de la candidature au brevet⁶². Nous voyons déjà là comment les différents cercles de créanciers se recourent.

Au quotidien, les libraires achètent leurs marchandises à crédit en s'endettant auprès de leurs fournisseurs, plus nombreux mais moins généreux que leurs parents. Pour recouvrir ces créances, soutenant des liens commerciaux utiles à leur survie économique, les libraires font enfin appel à leurs voisins. Mais, compte tenu de la polarisation géographique de cette économie fortement endogamique qu'est la librairie, on comprend bien que les cercles des généraux parents, amis, fournisseurs et voisins s'entremêlent. L'analyse

61. AdP : D11U3/591, dossier n° 9291, déclaration du 14 mars 1868, rapport de syndic en date du 18 août 1868.

62. AN : F18/1741, dossier Bry, Pierre Louis François Joseph ; AdP : D11U3/199, dossier n° 12355, déclaration du 10 mai 1855 ; D11U3/389, dossier n° 211, déclaration du 12 juin 1862.

de réseaux des créanciers permet d’appréhender, avec plus de précision, les systèmes de financement des libraires.

Système(s) et espace de financement : le monopole des fournisseurs

Puisque les fournisseurs constituent la majorité des acteurs faisant crédit aux libraires issus de notre corpus, nous concentrerons notre attention sur eux. Différents groupes de fournisseurs peuvent se distinguer et, à côté des auteurs et des « ouvriers » (brocheurs, graveurs, fondeurs, etc.), les imprimeurs et papetiers font figure de véritables banquiers des libraires (figure 12).

TABLEAU 12 – Répartition des créances de fournisseurs

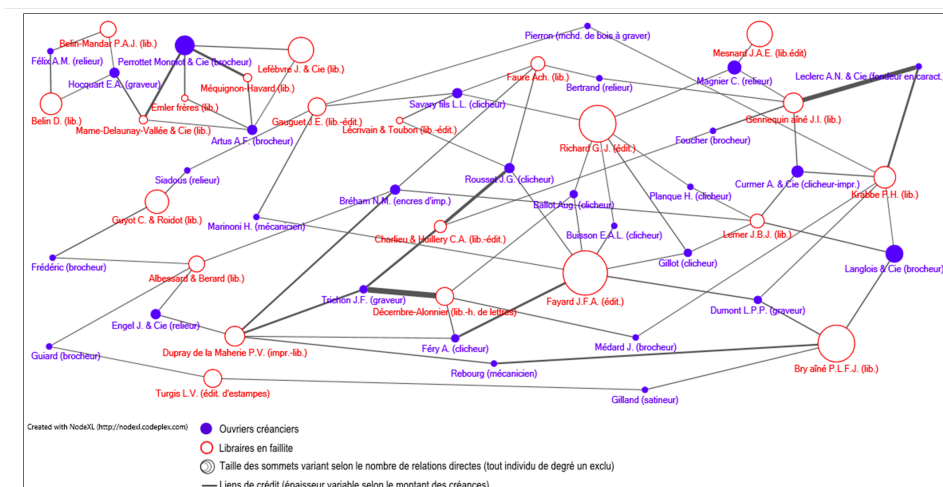
Créanciers	Lib.-édit.	Imprimeurs	Papetiers	Ouvriers	Auteurs	Ensemble des fournisseurs	Ensemble des créanciers
NB	1 677	539	375	466	388	3 445	6 961
NB (en % des fournisseurs)	49%	16%	11%	14%	11%	100%	
NB (en % des créanciers)	24%	8%	5%	7%	6%	49%	100%
Somme (en F)	5 778 451,68	1 978 388,67	1 403 957,13	549 134,56	812 291,77	10 522 223,81	28 239 397,62
Somme (% des créances de fournisseurs)	55%	19%	13%	5%	8%	100%	
Somme (% des créances)	20%	7%	5%	2%	3%	37%	100%
Somme médiane (en F)	497,00	1 011,00	922,60	395,52	400,00		
Nb acteurs	693	246	137	326	340		

Source : AdP : D11U3.

Les sommes dues aux imprimeurs et aux papetiers sont en effet deux à trois fois supérieures à celles octroyées par les artistes et artisans. Cela s’explique aisément par le fait que ces créances sont le plus souvent des avances en travaux ou en marchandises et que les épreuves (des graveurs) se livrent à moindre coût que les rames de papier, c’est-à-dire par l’organisation même de la « chaîne » du livre.

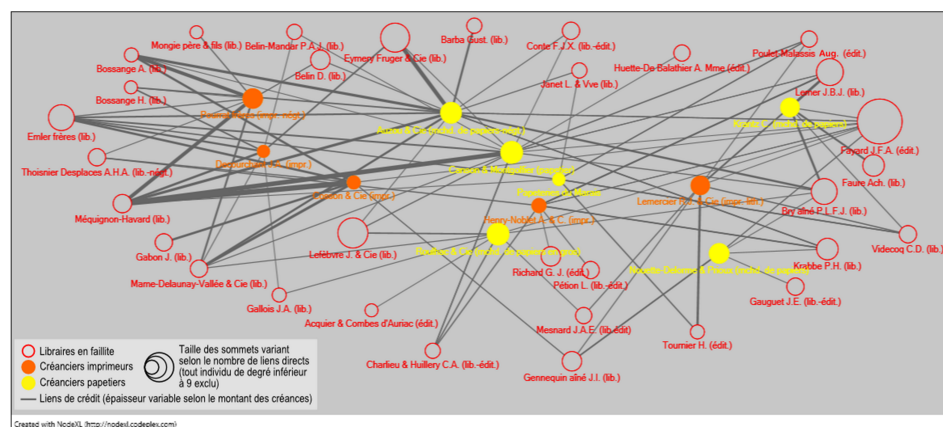
Les graphes de réseaux permettent de visualiser les spécificités éditoriales des libraires (figures 48 et 49). Au sein des libraires qui s’endettent auprès d’« ouvriers », on discerne aisément ceux qui produisent des livres classiques et religieux, tels les Belin ou Méquignon-Havard qui ont leur propre réseau dans les années 1830, et d’autre part, les éditeurs populaires qui se spécialisent, à partir du milieu du siècle, dans les publications en livraisons illustrées, comme Bry, Fayard et Krabbe, etc.

FIGURE 48 – Réseaux de crédit sollicités par les libraires en faillite auprès des ouvriers du livre



Concernant les créanciers imprimeurs et papetiers, l'exploitation de logiciels d'analyse de réseaux met au jour non seulement le monopole exercé par certains négociants mais aussi l'évolution du système de financement.

FIGURE 49 – Réseaux de crédit sollicités par les libraires en faillite auprès des imprimeurs et papetiers



Le graphe 49 - qui ne retient que les créanciers les plus sollicités⁶³ et présente de manière grossièrement chronologique, de gauche à droite, les créances octroyées de 1830 à 1870 -, montre d'une part, que les avances faites par ces fournisseurs sont plus importantes dans la première moitié du siècle que dans la seconde. De fait, les créances supérieures à 25 000 francs - seuil correspondant globalement au 98^e centile de l'échantillon de chacun des deux groupes analysés ici - sont majoritairement contractées avant 1850⁶⁴. D'autre part, le graphe fait apparaître le recul progressif des imprimeurs au profit des papetiers, situés plus en amont de la « chaîne » du livre. Cette remontée des filières révèle l'évolution du secteur caractérisée par la naissance d'un marché de masse : parallèlement au développement de la presse périodique, les publications en livraisons se multiplient. En effet, dans la seconde moitié du siècle, les éditeurs de journaux et les libraires populaires sont les meilleurs clients des papetiers et certains d'entre eux savent parfaitement en tirer profit. Sept fabricants et marchands de papier sont responsables de la moitié des créances d'Augustine Balathier de Bragelonne, directrice du *Voileur illustré*. Plus généralement, la centralité de certains fournisseurs permet de s'interroger sur la nature de leur monopole : la récurrence de quelques individus témoigne-t-elle d'une concentration du marché - de l'impression ou de la papeterie - en leurs mains ou témoigne-t-elle de leurs activités financières parallèles ?

L'analyse des créanciers libraires, enfin, conforte les spécialisations - commerciales et financières - de certains d'entre eux. Les faillis qui contractent le plus de dettes vis-à-vis de leurs confrères sont des libraires de détails et ceux spécialisés dans la commission. Martin Bossange par exemple, commissionnaire en librairie (i.e. spécialisé dans l'exportation de livres à l'étranger), est redevable de plus de 400 000 francs envers 118 libraires, ce qui correspond à près de 70% de ses créanciers et au tiers des sommes qu'il a empruntées. Mais parmi ces fournisseurs, on compte plusieurs parents et amis : il doit notamment près de 10 000 francs à son fils cadet, trois fois plus à chacun de ses deux partenaires anglais - avec lesquels il édite, et qui tiennent sa boutique londonienne - Barthès, son neveu⁶⁵, et Lowell, l'associé du précé-

63. Nous n'avons retenu que les créanciers ou faillis ayant plus de huit liens directs en éliminant les sommets aberrants (notamment ceux correspondant aux faillis qui empruntent à plus de huit imprimeurs et/ou papetiers, mais qui n'apparaissent pas dans sept autres bilans).

64. 2% des créanciers imprimeurs ou papetiers prêtent, exactement, des sommes supérieures à 25 764,756 et 28 300,36 francs. Sur les 21 créanciers qui prêtent plus de 25 000 francs, 15 (71%) octroient de tels crédits avant 1850.

65. *Chronique de la Bibliographie de la France*, 54^e année, 2^e série, 15 juillet 1865, n° 28, p. 111.

dent, et encore près de 60 000 francs à l'associé de son fils aîné, Jean-Pierre Aillaud⁶⁶. De manière générale, dans une économie localisée et fortement endogamique, les cercles de créanciers s'entremêlent. D'autre part, plus le fonds d'éditions propres est important, plus les dettes contractées auprès des libraires sont moindres. Pour ne prendre qu'un exemple déjà évoqué, Fayard n'est contraint - en considérant ses deux faillites - que de payer à douze collègues (7% de ses créanciers) 3 400 francs (1,6% de ses dettes)⁶⁷.

Si nous changeons de point de vue pour regarder du côté des libraires créanciers, groupe comptant 693 personnes, dix-neuf libraires (3%) apparaissent à plus de dix reprises, cumulant 286 créances, soit 17% des dettes des faillis, et font ensemble près de deux millions de francs d'avances, soit 32% des sommes prêtées. Quelques libraires exercent donc un monopole certain ou, plus précisément, se spécialisent dans les opérations d'escompte (Baubeau et Rebodello-Dhuin, 2014 [30]).

Crédit, confiance, réputation ou l'escompte au cœur de la géographie du livre

Le discrédit qui pèse sur les libraires les oblige à s'en remettre à leurs fournisseurs. La créance ou fourniture gracieuse est une marque de bienveillance, dans le cadre de l'ambivalente relation d'hospitalité⁶⁸, et l'octroi de crédit est intimement lié à la confiance que se forment les partenaires de l'échange se trouvant, pour reprendre les mots de George Simmel, dans un « état intermédiaire entre le savoir et le non-savoir sur autrui » (Simmel, 2010, p. 356 [244]; voir aussi Tiran, 1997 [255]). En effet, cette « affaire de confiance » qu'est le crédit, « mis[e] [...] forcément [...] sur le temps » (Rey, 2002, p. 342 [217]) et suppose qu'il y ait incertitude sur la moralité des partenaires; incertitude que pallie en partie la proximité - physique et/ou relationnelle -, puisque celle-ci favorise la circulation des informations utiles à la connais-

66. AdP : D11U3/79, dossier n° 6666, déclaration du 3 décembre 1830, bilan établi par le failli le 2 décembre 1830, en dehors de celle d'Aillaud, aucune de ces créances n'est revendiquée; N. Felkay, 1988, p. 46 et 49 [98].

67. Respectivement : AdP : D11U3/176, dossier n° 11537, déclaration du 19 avril 1854; D11U3/75, dossier n° 6553, déclaration du 26 octobre 1830; D11U3/516, dossier n° 5885, déclaration du 9 mars 1866; D11U3/387, dossier n° 156, déclaration du 4 juin 1862 et D11U3/576, dossier n° 8533, déclaration du 3 octobre 1867.

68. É. Benveniste, 1969, p. 87-101 [32]; dans son magnifique roman R. Solé, *Mazag*, Paris, Éd. du Seuil, 2000, p. 213 ne dit pas autre chose lorsqu'à la question de son protagoniste, BB, (« Sais-tu ce qu'est un hôte ? »), il fait répondre l'amie de celui-ci, Manuela (« c'est celui qui invite »), puis son neveu (« non, c'est celui qui est invité »), avant de personnellement conclure, par la voix de son narrateur : « Ce mot à double sens [...] enchantait [BB]. D'une certaine façon, il le résumait. »

sance de l'autre (Servet, 2006, p. 349-357 [242]), ce qui expliquerait, pour les historiens faisant l'éloge des districts industriels, la cohésion à l'origine de la performance des systèmes productifs localisés (Daumas, 2007 [79]).

La crédibilité des libraires est fonction de la réputation qu'ils ont acquise dans le quartier, entendu comme l'espace d'interconnaissances ou d'« inter-contacts » - au sein duquel l'information circule par tiers interposés (Clavier, 2006 [66] ; Cabantous, 1994 [54]) - et dépassant le découpage administratif comme le simple voisinage. Ces commerçants, qui ne peuvent théoriquement exercer leur métier qu'en détention d'un brevet délivré sur la caution de collègues et de voisins acceptant de signer leurs certificats de capacité et de moralité, ne peuvent l'ignorer. Ils savent bien, en outre, que les « on-dit », circulant sur leur compte, forgent l'avis qu'émettent les inspecteurs de la Police de la Librairie et les Préfets de Police auprès la Direction de la librairie, dont les archives révèlent cette influence :

Tout ce qu'on dit de Charles Richard François Denn [...] est à son avantage sous le rapport des mœurs, de la conduite et des opinions politiques. [...] Il a acquis son fonds de librairie après avoir été commis chez M. Depélafol [...] qui est désigné comme un royaliste prononcé.⁶⁹

On dit qu'il [Thoisnier-Desplaces] appartient à une famille qui a toujours manifesté de bons sentimens [*sic*] politiques, et on rapporte à cette occasion qu'il est le neveu de M. Denest, officier de gendarmerie qui a exécuté l'ordre d'expulser le sieur Manuel des séances de la chambre des députés.⁷⁰

On présente le sieur Boiste comme un homme qui s'est enrichi [...] et comme [...] ayant généralement la réputation d'un aigrefin en affaire et d'un usurier. [...] On assure encore que lors des dernières élections, il a voté dans le sens de l'opposition. [...] On conclue [...] que si le sieur Boiste obtenait le brevet qu'il demande, ce serait [...] peut-être avec l'intention d'expulser son associé [Méquignon] dans le cas où celui-ci ne le satisfait pas.⁷¹

Ils [Les renseignements recueillis] établissent que le pétitionnaire [Monnot de Balathier], âgé de 28 ans environ, vit sans être

69. AN : F18/1754, Charles Richard François Denn, libraire breveté le 2 octobre 1822, rapport du commissaire de police de la librairie, Genaudet, en date du 17 août 1822 et rapport du préfet de police en date du 26 août 1822.

70. AN : F18/1828, Adrien Hippolyte Augustin Thoisnier-Desplaces, libraire breveté le 23 mars 1824, rapport du préfet de police en date du 27 janvier 1824.

71. AN : F18/1802, dossier Paul Claude Louis Méquignon, rapport du préfet de police en date du 29 janvier 1823.

marié avec une femme [...] On le dit actif, instruit, laborieux et très capable [...] On assure que ses mœurs sont assez régulières, et qu'il jouit d'une bonne réputation sous le côté de la probité.⁷²

Toutes ces enquêtes policières montrent que la confiance, accordée par les *autorités* - détentrices du *kred*, pour reprendre l'étymologie du terme « crédit » mise au jour par Émile Benveniste - à ces candidats, est fonction de la *foi publique*. Les préfets adoptent l'opinion communément partagée - sinon collectivement admise -, elle-même fondée sur l'observation quotidienne - sinon répétée et mémorisée (Servet, 2006, notamment p. 366-370 [242]) - de l'ensemble des faits et gestes, des manières et apparences⁷³, des relations et des noms auxquels *on* rattache ces pétitionnaires. Ainsi la réputation politique de Depélafof ou de Denest garantit le crédit - moral et commercial - de Denn ou Thoisiier-Desplaces, celle de Balathier et de Boiste ruine celui de Monnot et de Méquignon. Le quartier, espace de renseignements à géométrie variable où chacun acquiert un crédit moral⁷⁴, indispensable à l'obtention d'un brevet de libraire, s'ouvre à la famille et aux *clients*.

La réputation des libraires détermine, par ailleurs, leur crédibilité financière, tandis que leur discrédit auprès des institutions bancaires les oblige à se soumettre au système de l'escompte profondément pyramidal, comme le révèlent efficacement les graphes de réseaux.

L'escompte est avant tout (i) une opération commerciale et/ou financière, par laquelle un fabricant et/ou banquier-escompteur avance le montant d'un effet de commerce, en marchandises ou au comptant, (ii) moyennant une rémunération (ou taux d'escompte) pour le risque pris et/ou le délai (escompte-attente) - qui peut (iii) se traduire par un rabais en cas de remboursement antérieur à l'échéance - exigé par le débiteur ou imposé par le créancier. Si en théorie, les règles de ces opérations varient selon la nature de l'effet de commerce, définie par le *Code* de 1807 qui distingue les lettres de change des billets à ordre, en pratique tous les effets de commerce conduisent aux mêmes opérations qui, d'une part, mettent en jeu un

72. AN : F18/1804, François Adolphe Monnot de Balathier, lithographe breveté le 12 avril 1838, rapport du préfet de police en date du 5 avril 1838.

73. L. Fontaine, 2008, en particulier p. 281-282 où l'historienne note : « L'apparence est le premier langage. [...] A fortiori pour le marchand migrant, le souci de son apparence est un des moyens pour attirer la confiance : elle est son premier « capital », le reflet de son avoir et, par là-même, elle témoigne du crédit qui peut lui être accordé. » [103]

74. A. Farge, 1986, p. 20, note : « Le quartier [...] accueille les êtres et les situations, soupèse les réputations et les transmet [...] C'est un acteur, au pouvoir exemplaire, en même temps il n'a pas de visage, ou tout du moins il en a mille ; pas de consistance autre que géographique et pourtant il impose son ampleur quotidiennement ; pas de responsabilité civile ou juridique tout en les possédant toutes. » [94]

nombre illimité d'acteurs et, d'autre part, n'imposent pas nécessairement une transaction commerciale préalable. En effet, si le créancier-« fournisseur » a besoin de liquidité, il fait endosser, avant son terme, l'effet de son client à un banquier-escompteur qui lui en remet la contre-valeur diminuée de l'escompte et, désormais, le souscripteur ou tiré doit honorer sa signature auprès de ce *tiers-porteur*. Puisque l'effet est, dès lors, revêtu de trois endos, il peut être présenté à la Banque de France. Plus le nombre d'intermédiaires est important, plus le taux d'escompte payé par le souscripteur est élevé ou, plus précisément, le taux d'escompte varie selon la qualité de la signature. Cela donne lieu à une pyramide des intermédiaires du crédit - identifiée par Lebaudy (1837 [146]) et, à maintes reprises, dénoncée par Balzac -, à la tête de laquelle seuls quelques-uns peuvent s'en remettre, en dernier recours, à l'institut d'émission. De cette manière, le marché de l'escompte est monopolisé par les commerçants de renom⁷⁵.

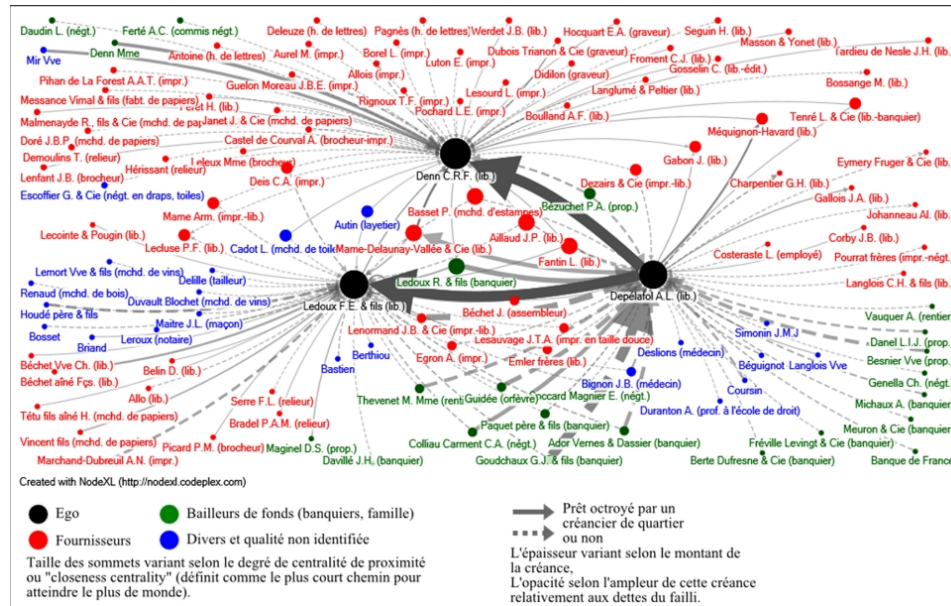
L'analyse de réseaux permet de visualiser la position des libraires au sein de la profession et de confirmer nos intuitions quant aux fonctions d'intermédiation que certains d'entre-eux revêtent (figures 50 et 52).

Contrairement à Denn, libraire de seconde zone dont la majorité des créanciers sont des fournisseurs de quartier, les libraires-escompteurs, tel Depélafol, disposent d'un espace social diversifié. Ce dernier a en effet recours à de nombreux propriétaires, faisant fructifier leurs rentes, et autres banquiers, tous situés à distance de sa boutique. Depélafol redistribue ensuite ces grâces auprès de ses confrères de quartier, en endossant leurs billets à ordre dont la contre-valeur a précédemment été obtenue auprès des hommes d'argent de la rive droite. Ajoutons, pour terminer l'analyse de ce graphe, que Ledoux se situe dans une position intermédiaire entre les deux précédents mais dépend fortement de Depélafol.

Au XIX^e siècle, la plupart des libraires sont de peu de renom et seuls quelques notabilités de la librairie - comme Bossange -, peuvent se passer de l'aide des libraires-escompteurs, véritables hommes-ressources faisant le pont entre les espaces professionnels et financiers parisiens. La position de chacun des libraires au sein de la profession résulte de l'ampleur de leur espace social et professionnel. Comme la Banque de France - particulièrement regardante sur la qualité des signatures -, les escompteurs du livre s'informent préalablement sur la moralité et la solvabilité de leurs clients et la proximité professionnelle comme géographique facilitent assurément la circulation d'informations ou le degré de confiance que peuvent s'accorder les partenaires. La

75. Nous renvoyons à l'article co-écrit avec Patrice Baubeau « Escompte », à paraître [30], dont nous re prenons quelques éléments.

FIGURE 50 – Collection de réseaux egocentrés autour de Denn, Depélafol et Ledoux



faible distance constitue-t-elle, autrement dit, une assurance contre le risque pris par les parties ? Mais, dès lors, l'importance du crédit interentreprises de proximité dans la librairie ne relèverait-elle pas d'une certaine inertie de ses acteurs ?

Faute de crédit, les libraires s'en remettent majoritairement à leurs proches (parents, amis ou fournisseurs) et la proximité (spatiale, sociale ou professionnelle) caractéristique des métiers du livre au XIX^e siècle est un facteur de crédibilité essentiel à ce commerce.

Communautés et trajectoires

Comme les anciennes corporations, la communauté du livre est, au XIX^e siècle, loin d'être homogène. Au-delà des nœuds autour desquels s'articule l'organisation financière de la librairie, l'analyse de réseaux révèle la diversité des stratégies économiques de ses acteurs, dont l'étude des trajectoires nécessite de faire appel à des outils complémentaires.

Typologie des communautés de financement

Trois grandes communautés de crédit se distinguent sur l'ensemble du XIX^e siècle et permettent de comprendre l'organisation de la librairie, par le biais de l'espace social de ses acteurs, et, ainsi, de sonder la cohésion de la « corporation » des libraires, tout en remettant en cause l'opposition classique entre traditionnel-local-solidaire et moderne-diffus-anomique.

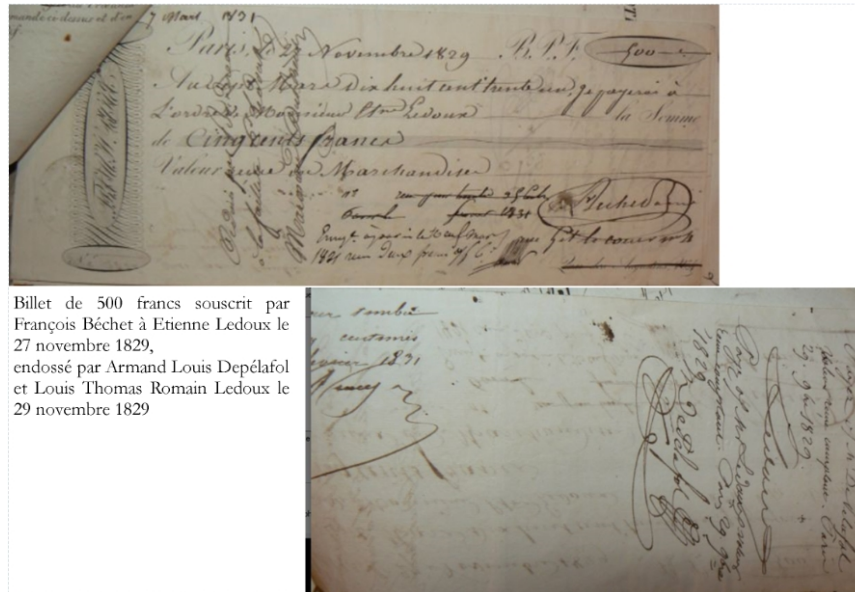
Durant le premier XIX^e siècle, deux logiques se font face : celle des libraires-escompteurs et celle des notabilités de la librairie, illustrée par le cas des Bossange.

D'un côté, les escompteurs font circuler le crédit, qu'ils obtiennent auprès des banquiers de la rive droite de la Seine, pour le redistribuer à leurs confrères, principalement situés sur la rive gauche du fleuve. Constamment endetté, Balzac, qui fut à ses heures libraire puis imprimeur, trace un portrait réaliste et complexe des escompteurs à double face que sont les Gignonnet, Gobseck ou Chaboisseau⁷⁶. Tout comme les usuriers balzaciens, les libraires-escompteurs forment un *cluster* financier. À côté d'Armand Louis Depélafol, figurent au sein de notre corpus Louis Mame-Delaunay et Adrien Thoïsnier-Desplaces. Tous trois doivent comparaître au Tribunal de Commerce de la Seine à l'automne 1830, à la différence près que Depélafol ne dépose pas de bilan. Tous trois également disposent d'un vaste espace social et semblent avoir des comportements similaires : au vu des nombreux fournisseurs et confrères avec lesquels ils sont en relation, les trois escompteurs sont bien intégrés dans le secteur du livre ; tandis que l'importance des créances « bancaires » et des prêteurs ne résidant pas dans leur quartier témoigne de leur ouverture sociale et géographique, confortée par l'apparente faiblesse des bailleurs de fonds issus de leur famille. Pourtant, Depélafol et Thoïsnier-Desplaces n'ont aucun lien direct - Mame-Delaunay, tenant lieu de principal relais entre ses deux confrères, aux côtés de la multitude de partenaires commerciaux qu'ils ont en commun - et des différences notables distinguent ces trois libraires-escompteurs. Fils de militaire royaliste, Thoïsnier-Desplaces dispose d'un très ample réseau personnel, dont il ne fait que relativement peu profiter ses confrères. Issu de l'éminente famille du livre tourangelle, Mame sollicite davantage son voisinage et ses fournisseurs que les banquiers. Depélafol, dont le père est employé aux correspondances, est celui qui redistribue le plus de prêts et, faute de parents bien nés, il s'appuie sur un solide réseau de banquiers. Seuls six libraires sont redevables de 62 000 francs envers Thoïsnier-Desplaces, alors que Depélafol octroie des prêts à onze confrères portant son actif en souffrance à 350 000 francs au moins. Depélafol travaille

76. L'onomastique balzacienne est loin d'être neutre, voir notre article [216].

avec d'autres escompteurs du livre, suffisamment renommés pour avoir un compte à la Banque de France.

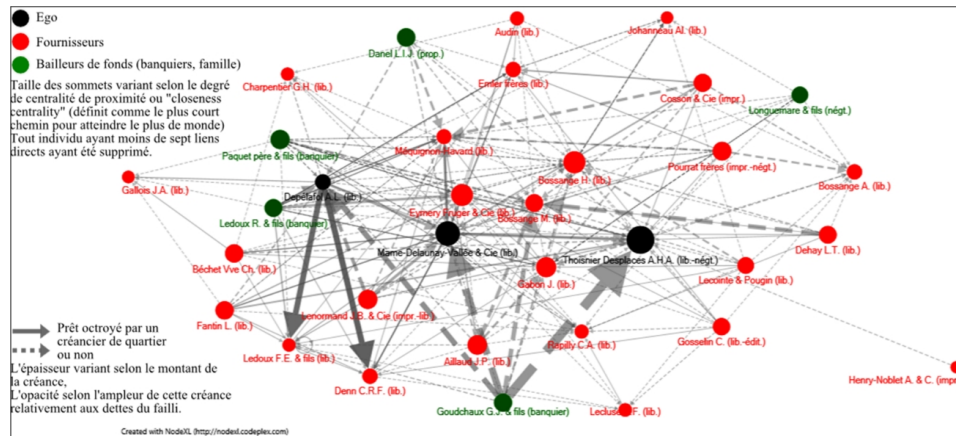
FIGURE 51 – Billet à ordre



Comme en témoignent les dates de souscription et d'endossement figurant sur ce billet à ordre (figure 51), une avance en marchandises cache souvent un prêt d'argent pur et simple, sans acte commercial préalable. D'autre part, les signatures montrent que, par l'animation des liens entre membres actifs du *cluster*, les contractants s'assurent d'obtenir la contre-valeur en espèces sonnantes et trébuchantes, en un délai record, auprès de l'institut d'émission.

L'exploitation des logiciels d'analyse de réseau permet par ailleurs d'appréhender les faiblesses de ce système de financement, soit la dépendance de ses acteurs, et illustre le phénomène de faillites en chaîne, caractéristique de la crise du livre en 1830. Depuis 1826, les faillites se multiplient dans la librairie et, comme l'a déjà souligné Henri-Jean Martin (1990 [163]), la crise bancaire londonienne n'est pas sans jouer sur le marasme ambiant. Probablement, pour Depélafol, la tension monte dès cette époque quand Goudchaux, inquiet, lui demande le recouvrement de ses 120 000 francs, avant de diriger sa faillite. Mais l'émotion explose début 1830, lorsqu'en janvier, avec la chute de Johanneau puis des frères Emler, il perd près de 3 000 francs. Entre mars

FIGURE 52 – Fraction de la collection de réseaux egocentrés autour de Depélafof, Mame-Delaunay et Thoisnier-Desplaces



et juin, environ 10 000 francs disparaissent avec les faillites Gallois et Gabon. Fin août, la panique est à son comble : Amélie Méquignon-Havard, qui lui doit 25 000 francs au moins, dépose son bilan - sans doute à cause de Gabon, principal partenaire du clan Méquignon. Mame risque lui aussi de s'asseoir sur les 50 000 francs que lui doit Méquignon-Havard et est, par là-même, susceptible de devoir rembourser près de 25 000 francs supplémentaires aux parents du mari de cette dernière. Depélafof est alors bientôt menacé de devoir abandonner 45 000 francs à son collègue libraire-escompteur, si ce n'est davantage car son acolyte, Denn, doit plus de 27 000 francs à plusieurs membres du clan Mame. Le 2 septembre, Denn rédige son bilan ; Depélafof prend immédiatement la fuite. Le lendemain, Louis Mame disparaît à son tour tandis que son beau-frère dépose le bilan. L'onde de choc continue de se propager : la faillite de Depélafof emporte Étienne Ledoux ; Thoisnier-Desplaces ne résiste pas longtemps à l'effet conjugué de celles de Mame-Delaunay, Bossange, Fruger auxquelles s'ajoutent les pressions de Goudchaux qui, finalement, sèment le trouble dans la librairie. La crise de 1830 résulte à la fois de l'intensité de la circulation du papier dans la librairie, par le biais des escompteurs, et de la dépendance de ceux-ci vis-à-vis de la banque. La logique horizontale dans laquelle s'insèrent les pratiques des escompteurs n'est donc pas sans risque, ni sans concurrence - comme en témoignent les liens « négatifs » entre Depélafof et Thoisnier-Desplaces - ni même sans servir leurs intérêts personnels,

comme nous le verrons dans l'étude de la trajectoire de Ledoux. À la même période, d'autres stratégies sont mises en place.

Adhérant aux considérations d'un Depélafol, selon qui la librairie et la banque sont deux moyens de promotion, ce fils de cordonnier bordelais qu'est Martin Bossange met en place une toute autre stratégie pour obtenir gain de cause auprès de la Banque. Comme Thoissier-Desplaces cependant, Martin Bossange évite de faire circuler le crédit. C'est ainsi qu'il se maintient assez bien, ne faisant faillite qu'en décembre 1830 - bien après les escompteurs - et ce, uniquement à cause du maillon faible de son clan : Adolphe Bossange, son romantique cadet. Loin d'ignorer le manque de crédibilité des libraires, Martin Bossange - qui avait lui-même réussi à s'installer grâce à son union avec la sœur d'un éminent libraire parisien - marie ses deux aînées, leur majorité à peine révolue, avec des gens de la haute finance : l'une épouse l'agent de change Demachy - dont le fils sera l'associé d'Achille Sellière, futur régent de la Banque de France -, l'autre Nicolas Baignières, alors employé de banque chez Laffitte et bientôt neveu par alliance du fondateur de ladite maison financière. De cette manière, Martin obtient rapidement l'ouverture d'un compte à la Banque de France et, lorsqu'il n'obtient pas d'avances en marchandises de ses confrères, emprunte majoritairement à des parents et/ou amis. À lui seul Jacques Laffitte avance près de 350 000 francs aux trois Bossange, les bijoutiers Mellerio - autres alliés des Bossange - environ 180 000 francs. Martin, Hector et Adolphe se partagent sans difficulté ces puissantes ressources (figure 53) : le père sollicite plutôt ses ascendants, le fils aîné profite des alliés tandis que le cadet recourt à ses sœurs. Tous trois possèdent en outre leur lot de généreux rentiers : hommes de lettres et politiques (Bray de la Mathe, Kératry, Rovigo, Las Cases), militaires en retraite (Préval, Monistrol) et nobles dames de cours (duchesse d'Albuféra, etc.). Par ailleurs, Martin Bossange n'apparaît comme créancier dans aucune des faillites étudiées, hormis celles de ses deux fils. Certes des dettes actives sont inscrites à son bilan, mais il ne s'agit là que de clients étrangers. Les frères se conforment assez bien aux préceptes de leur père. Adolphe Bossange ne fait figurer aucun débiteur à son bilan, ceux d'Hector sont - comme ceux de son père - des diffuseurs de province ou de l'étranger auxquels il a envoyé quelques ballots de livres. Néanmoins, en mars 1830 et au cours du mois de janvier suivant, Hector se rend au tribunal de commerce pour revendiquer environ 12 000 francs à Johanneau et un peu plus de 2 000 francs à Thoissier-Desplaces. En centrant nos données sur ces cinq individus, l'analyse de réseaux permet de visualiser la proximité, du point de vue des pratiques commerciales, entre le père et le fils aîné. Martin transmet à son fils ses fournisseurs et, en retour, bénéficie des relations établies

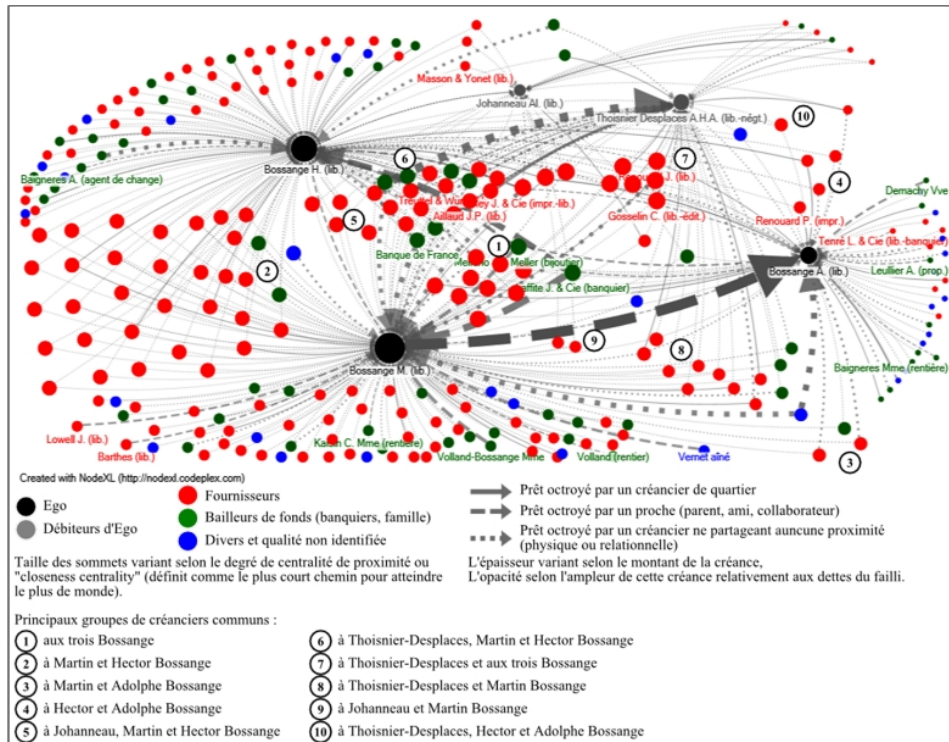
par Hector avec Johanneau, Thoissier-Desplaces et les partenaires commerciaux de ces derniers. Si Johanneau est proche des escompteurs de Baude- laire, parmi lesquels figure Tenré - alliés aux Tardieu et par-là aux Bossange -, Thoissier-Desplaces partage l'idéologie affichée par Martin qui, pour ob- tenir son brevet, doit déjouer la réputation acquise d'ami des libéraux et faire, avec force publicité, allégeance à la monarchie (Felkay, 1988 [98]). De fait, parmi les créanciers des Bossange on compte plusieurs royalistes anti- bonapartistes, tels les libraires Dentu et Louis Gabriel Michaud - également homme de lettres édité justement par Thoissier-Desplaces. Cependant, les trois passifs présentent d'autres personnes d'obédience opposée (fidèles napoléoniens comme le duc de Rovigo, libéraux et républicains modérés comme Auguste de Kératry, mais aussi hommes de l'opposition tels Bourguignon d'Herbigny, Brissot-Thivars ou le marquis de Saint-Simon) et l'ensemble de ces relations permet de penser que les opinions politiques des membres de la famille passent au second plan derrière leur ambition d'élargissement de leur espace social, indispensable à leur réussite économique. Il semble en effet que Martin et Hector adoptent une logique de sociabilité de club ou de cercle, devant servir le clan. Contrairement à son père ou à son aîné, le romantique Adolphe s'ancre dans un espace social relativement clos et restreint à la famille comme en témoignent, par ailleurs, les mariages de toutes ses filles avec les frères Chéronnet. Pour compenser ce défaut de relations commerciales, Martin octroie à son fils cadet de fortes sommes au risque de se mettre en difficulté, et par là-même, de fragiliser son aîné. Cela montre combien, pour Martin, la sauvegarde du clan prime.

En définitive, Martin Bossange connaît une formidable ascension grâce à l'ouverture de son espace social, qu'il construit patiemment en nouant des liens de parenté ou d'amitié - plus ou moins idéologique. Profitant des res- sources offertes par ces proches, il n'en redistribue qu'une infime partie et ce, qu'à ses enfants. L'esprit de clan, qui sert ses ambitions sociales et éco- nomiques, est, sans contredit, à l'origine de la réussite économique familiale.

Nous avons vu, plus haut, l'émergence, au milieu du XIX^e siècle, d'un groupe relativement cohérent, du point de vue éditorial et idéologique : ce- lui des éditeurs populaires d'obédience républicaine, dont il faut sonder la pertinence de leur stratégie de financement (figures 54 et 55).

Cette communauté est pourtant loin d'être homogène et cohésive. Elle comprend des libraires de gros et des éditeurs de publications illustrées (Bry, Fayard, Gennequin, mais aussi Krabbe et Willermy) mais aussi des édi- teurs de luxe (Poulet-Malassis, Jules Gay, Julien Lemer et Ernest Bouju). Le groupe est aussi socialement disparate et compte des fils de notables ou de militaires amoureux des lettres (Bouju, dont le père est notaire, et Le-

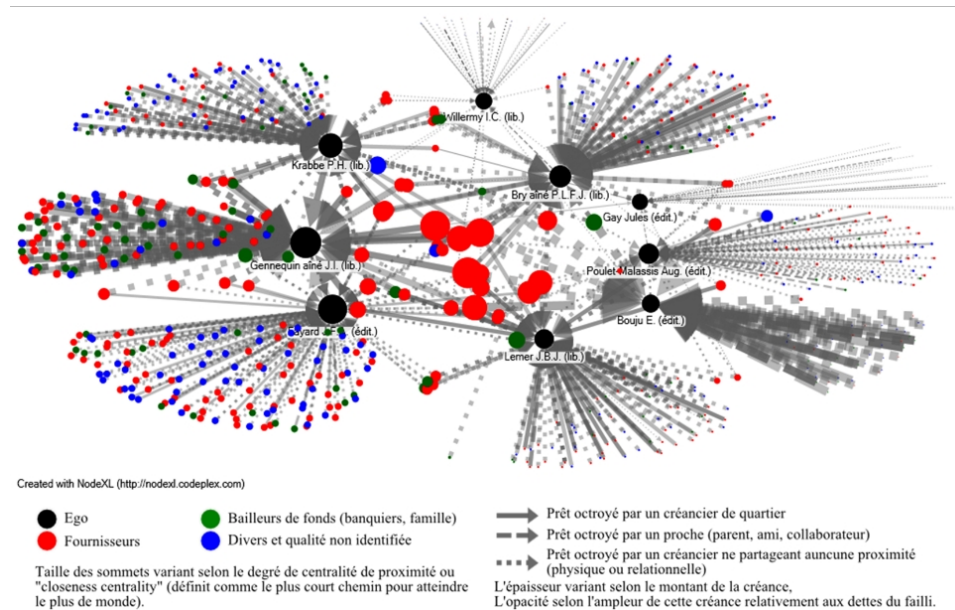
FIGURE 53 – Collection de réseaux egocentrés autour de Martin, Hector et Adolphe Bossange



Nous considérons ici tous les créanciers des trois Bossange et ceux qu'ils ont en commun avec leurs débiteurs - entendons par là, ceux inscrits dans les procès-verbaux de vérification des faillites issues de notre corpus, c'est-à-dire Johanneau et Thoissier-Desplaces. Outre les individus étudiés, nous ne faisons figurer sur ce graphe que les principaux parents, amis et collaborateurs des Bossange.

mer, qui entre dans l'édition par le journalisme), des enfants d'éminentes familles de libraires (Gay, Poulet-Malassis) ainsi que des artisans et commerçants convertis au livre sur le tard (Gennequin, Bry, Krabbe, Fayard, Willermy). La spécialisation éditoriale et l'assise sociale des membres de cette communauté expliquent en partie l'ampleur et la structure de leur passif. Gay, intimement lié au milieu du livre, a principalement recours à ses fournisseurs. Faute d'insertion sociale, Willermy agit de même. Bouju, lui, bénéficie d'un espace social varié garantissant ses investissements. Krabbe, Gennequin, Fayard connaissent une grande mobilité sociale et les réseaux de

FIGURE 54 – Collection de réseaux egocentrés autour de quelques éditeurs républicains



crédit qu'ils se construisent paraissent relativement équilibrés : les banquiers, *stricto sensu*, couvrent par exemple près d'un tiers des dettes de Gennequin. En outre, contrairement aux éditeurs populaires et aux commissionnaires de la librairie - que sont Bry, Fayard, Gennequin et Krabbe - Willermy, Bouju, Lemer, Poulet-Malassis et Gay ont une production beaucoup plus restreinte et se situent à la marge des premiers. En effet, au cours de son existence commerciale, allant du milieu des années 1840 à 1855, Willermy publie à peine une quinzaine de titres, contre près de deux cents pour Krabbe entre 1830 et le début des années 1860. Bouju, lui, s'attache à sauver quelques éditions avant qu'elles ne périssent, tandis que Lemer - bien qu'il se lance dans quelques opérations avec les frères Garnier, Michel Lévy, Gustave Havard ou qu'il publie Charles Baudelaire ainsi que Jules Vallès - reste avant tout un prolifique littérateur. Poulet-Malassis et Jules Gay, enfin, sont très soucieux de la qualité de leurs ouvrages et ne tirent qu'à un petit nombre d'exemplaires. Même si « de mai 1863 à mars 1867 [...] [Jules Gay] fait paraître, à l'incroyable cadence d'un peu plus de deux ouvrages par mois, cent quatorze

titres différents [...], les ouvrages réalisés [...] n'excèdent jamais un tirage supérieur à cinq cents exemplaires » (Fayt, 1994, p. 11-13 [96]).

On comprend que l'importance des publications et par là-même les besoins financiers des éditeurs populaires - qui, tous, déposent à deux reprises leur bilan et ce, à quelques années d'intervalles - ainsi que les intérêts qu'ils ont en commun, favorisent le partage d'intermédiaires de crédit. Les liens qu'entretiennent Bry, Fayard et Krabbe se fondent sans aucun doute sur une amitié sincère, nouée entre des individus profondément marqués par le mouvement associatif de 1848. Krabbe est un des fondateurs de la Société des ménages qui, sous couvert d'objectifs purement philanthropiques, visait à « propager dans la classe ouvrière et [...] [à y] appliquer les doctrines socialistes »⁷⁷. Bry ne cesse de voyager à l'étranger pour visiter quelques républicains exilés, accueille souvent chez lui Mme Esquiros et publie de nombreuses œuvres militantes⁷⁸. Fayard commence, quant à lui, sa carrière en publiant deux ouvrages sur le *Risorgimento*⁷⁹. L'amitié politique entre ces trois libraires est cimentée par des relations d'affaires qui les lient à Gennequin. Au contraire, Poulet-Malassis, Lemer et Gay forment un sous-groupe situé à distance du premier et relativement peu cohésif. Si Poulet-Malassis et Gay font quelques éditions communes tandis que Lemer se rend parfois à Bruxelles pour visiter Poulet-Malassis, leur collaboration est de courte durée et, plus généralement, les petits éditeurs de moindre renom ou de livres rares et chers dépendent des éditeurs populaires : Willermy ne dépose-t-il pas son bilan trois mois après Krabbe et Bry⁸⁰ ? Poulet-Malassis n'est-il pas contraint à faire de même après les faillites de Bry et Fayard⁸¹ ? On se souvient d'ailleurs qu'à la fin de l'année 1860, lorsque commencent à poindre les premières difficultés, Poulet-Malassis hésite à adopter la formule des éditeurs populaires, mais s'y refuse, sur les conseils de son auteur favori (Baudelaire, 1973, p. 90-91 [31]).

Cependant, les éditeurs populaires, et par là leurs amis républicains, dépendent eux-mêmes des libraires de gros, parmi lesquels figurent Gennequin, mais surtout Lécivain & Toubon ainsi que Charlieu & Huillery. C'est en effet avec Lécivain et Toubon que Bouju achète plusieurs éditions et que

77. AN : BB22/132/1/1220GP, rapport de Pietri en date du 18 Mai 1852.

78. AN : F18/1741, dossier Bry, Pierre Louis François Joseph.

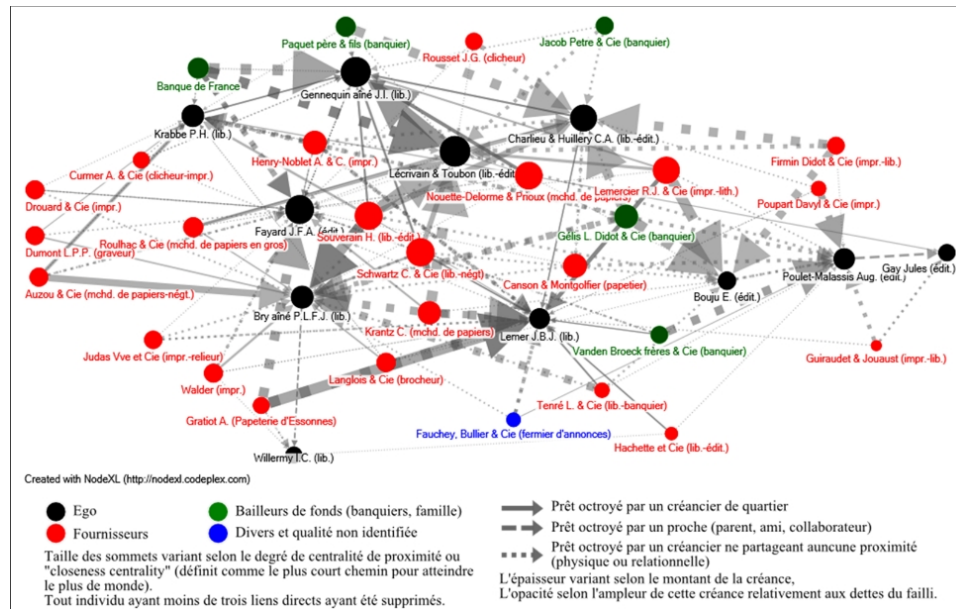
79. AdP : D11U3/387, dossier n° 156, déclaration du 4 juin 1862.

80. AdP : D11U3/199, dossier n° 12355, déclaration du 10 mai 1855 ; D11U3/200, dossier n° 12386, déclaration du 23 mai 1855 ; D11U3/204, dossier n° 12590, déclaration du 20 août 1855.

81. AdP : D11U3/387, dossier n° 156, déclaration du 4 juin 1862 ; D11U3/389, dossier n° 211, déclaration du 12 juin 1862 ; D11U3/399, dossier n° 606, déclaration du 2 septembre 1862.

celui-ci fonde avec Huillery et Plon le *Juif errant*, journal à cinq centimes, tandis que Poulet-Malassis vend son fonds à Lécivain avant de se réfugier dans sa boutique lorsque ses créanciers le traquent, tout comme Lemer. En outre, les libraires de gros introduisent les éditeurs républicains auprès de la Banque de France, tandis que Bouju fait profiter ces derniers de ses relations mondaines avec les banquiers de Baudelaire, que sont Lemerancier, Tenré, Gélis, Souverain, Schwartz ou encore Krantz, qui ne sont autre que d'anciens papetiers et libraires.

FIGURE 55 – Fraction de la collection de réseaux egocentrés autour de quelques éditeurs républicains et libraires de gros



Au cours du premier XIX^e siècle, seuls les barons de l'édition, comme Bossange, détiennent un espace social suffisamment diversifié pour se passer des services des escompteurs de métiers et ce, grâce à une politique matrimoniale qui leur permet de s'autofinancer sans même avoir besoin de redistribuer les secours qu'ils obtiennent. Contrairement à cette logique asymétrique, les escompteurs font circuler le crédit mais, par là-même, accrochent dans leurs rets les libraires situés à la marge. Dans la seconde moitié du siècle, l'escompte s'institutionnalise et les organisations économico-professionnelles, même lorsqu'elles recouvrent des niches éditoriales, paraissent moins cohé-

sives et de plus en plus dépendantes des banquiers. En définitive, l'ensemble du tissu tient dans une combinaison de relations de complémentarité et de concurrence entre acteurs, tandis que les réseaux de crédit évoluent et que, progressivement, la banque s'impose.

Trajectoires : ni holisme ni individualisme

L'échelle méso-analytique, souvent associée à la *network analysis*, est particulièrement pertinente pour l'étude de notre objet qui appelle l'utilisation de méthodes complémentaires, conformément au programme, défendu par Jean-Claude Daumas, en faveur d'une appropriation critique du concept de district industriel (2007 [79]), et la prosopographie permet de souligner les trajectoires des libraires-escompteurs qui semblent disparaître au lendemain des révolutions de 1848. En effet, le rejeu de la crise, qui se fait sentir dans le livre dès 1847, modifie le financement de la librairie. Afin de ne pas s'endetter une nouvelle fois auprès de l'État et ne pas laisser, comme en 1830, des « rossignols » en gage dans les entrepôts gouvernementaux, les éditeurs s'organisent. Ainsi le Cercle de la Librairie voit le jour en 1847 - après une première et vaine tentative en 1829 - et, l'année suivante, est fondé le Sous-Comptoir de la Librairie proposant, comme la caisse Laffitte sous la monarchie de Juillet, d'escompter les effets à deux signatures afin de faciliter les liens entre les commerçants et la Banque de France. Si celui-ci est rapidement absorbé par le Sous-comptoir des Métaux, qui passe bientôt sous la tutelle du CIC (Mollier, 1999, p. 281 [175] ; Stoskopf, 2002 [251]), les « escompteurs d'occasion » n'ont plus lieu d'être et, de fait, disparaissent ou modifient leurs activités. Quelques libraires-escompteurs - tels Jean-Pierre Aillaud et ses coreligionnaires dauphinois, Louis Fantin, Rey & Gravier, auxquels se rattache Depélafol⁸² -, cessent toute activité financière pour assurer leur survie commerciale. D'autres escompteurs du livre, au contraire, se spécialisent dans les opérations de banque jusqu'à intégrer, parfois, les sphères de l'aristocratie financière européenne. Quelques exemples, tirés de notre thèse permettront d'illustrer ce changement de carrière.

Hippolyte Souverain, fils de menuisier dijonnais, monté à Paris avant 1830, s'installe à son propre compte, après avoir travaillé pour Roret mais, dès 1847, il se fait le spécialiste de prêts sur nantissement au point, qu'après 1854, il cesse de publier pour ne se consacrer qu'à ses opérations financières : il apparaît alors comme propriétaire, négociant et/ou banquier au sein des bilans de nos libraires, et loue des locaux commerciaux qu'il a acquis en

82. Les colporteurs briançonnais ont été étudiés par L. Fontaine, 1984 [102] ; sur ce réseau, voir aussi notre thèse, p. 598 et suivantes [214].

réalisant les gages déposés par ses confrères. Il en est à peu près de même pour Charles Schwartz : fils de portier, probablement né en Alsace, enregistré commis libraire à Paris à l'âge de 13 ans. Bien qu'il soit breveté à l'âge de 22 ans, après avoir épousé une des nombreuses filles de son maître Pigoireau, il laisse bientôt son brevet à Ledoyen et son fonds à un coreligionnaire, Schultz. Désormais il prête. Il apparaît comme endossataire de nombreux billets à ordre des libraires de notre corpus, non pas pour avances en marchandises ou solde de compte mais, contre des valeurs remises au comptant et est désormais dénommé, par les faillis ou leur syndic, « ancien libraire », « négociant », « propriétaire » ou « rentier ».

D'autres parviennent, de la même façon, à intégrer les plus hautes sphères socio-économiques du moment. Deux exemples sont particulièrement marquants. Louis Joseph Tenré naît à Douai où son père est marchand de faïences ; en 1816, il candidate à Paris pour obtenir un brevet de libraire parallèlement à son associé, Étienne Ledoux, avec lequel il édite des *curiosa*. La société tombe avec la fuite de Depélafol auprès duquel s'est engagé Étienne Ledoux. À la fin des années 1830, Tenré a clairement abandonné la librairie pour se consacrer à la banque : en 1836, avec les frères Delatouche - directeurs des Papeteries du Marais -, il forme une banque dont il prend rapidement la tête. Dès lors, Tenré investit dans l'immobilier - à Saint-Germain-en-Laye, où il acquiert plusieurs terrains au point de projeter de nouvelles rues - mais multiplie aussi ses participations financières. Son fils suivra pleinement ce modèle : proche des Donon, Poisson et autres Gladstone, étudiés par Nicolas Stoskopf (2002 [251]), Tenré fils prend des parts dans les secteurs en vogue. Dans les années 1860, il a autant de concessions de chemins de fer, en France ou à l'étranger, que de mines en Amérique latine. Tenré fils devient alors consul du Paraguay et sera suffisamment reconnu pour intervenir dans la grande enquête menée par la Banque de France sur les taux d'escompte ou comme représentant des intérêts américains, lors de l'Exposition universelle de 1867. À la troisième génération, Charles-Henri Tenré, artiste peintre vivant de ses rentes, figure dans les magazines mondains des années 1920 aux côtés des Baignières - parents par alliance -, après avoir épousé, en 1894 - à la veille de la mort de son père, peut-être ruiné -, Émilie Aguado. Cette dernière, dont le seul trousseau est évalué à 120 000 francs, n'est autre que l'arrière-petite-fille du banquier du roi d'Espagne, fille du marquis de Las Marismas del Guadalquivir et nièce d'Adalbert de Talleyrand-Périgord, dernier duc de Montmorency. En trois générations les Tenré intègrent finalement la noblesse européenne.

Le portrait de la famille Ledoux, peut-être moins rocambolesque, n'est pas moins intéressant. Louis Thomas Romain Ledoux voit le jour en 1767 à

l'Aigle, dans l'Orne, où son père est charron puis marchand de bois. En 1796, il épouse à Paris Anne-Marie Collenberg, dont les parents, Suisses d'origine, travaillent à l'hôtel de la Monnaie. À cette période, Louis Thomas Romain Ledoux tient une entreprise de papiers - peints et à imprimer - rue Saint-André-des-Arts puis au n° 10 de la rue de Buci. Dès les années 1810 il fait l'escompte, sur nantissement hypothécaire, à ses confrères tapissiers et gens du livre. Comme les précédents, Ledoux réalise les biens gagés et parvient ainsi à se construire un empire immobilier. Entre 1814 et le milieu des années 1820, il obtient successivement l'édifice du 48 rue Saint-André-des-Arts du papetier Collignon ; le 85 boulevard Saint-Lazare - situé dans le voisinage de sa belle-famille - ; les 12 et 14 rue de Buci de Tantillon et de Pourrat (marchands de papier et banquiers) et encore deux autres immeubles, dans la rue des Boucheries et au n° 17 de la rue de Buci. Parallèlement, il rachète une maison de famille à l'Aigle, entre en possession du domaine de Solterre (Loiret), et acquiert 90% des terrains de la commune de Vaires-sur-Marne. Cela vaut à Ledoux une certaine notoriété : maire de Vaires, il est bientôt choisi pour être juge au Tribunal de commerce de la Seine et censeur au comité d'escompte parisien de la Banque de France. Son fils, qui revêt également ces deux fonctions, meurt rapidement. La veuve de Roch Romain Ledoux fils épouse en secondes noces Charles Jean Crapelet - fils et petit-fils d'imprimeurs-libraires, et ami des Tenré fils, Donon et Poisson - et marie sa fille, issue du premier lit, à Adolphe Ernest Fould, allié, entre autres, des Heine. L'ascension des Ledoux est donc toute aussi patente que celle des Tenré. En outre, depuis la fin de notre thèse nous sommes dépositaire d'un carton d'archives privées relatives aux activités d'escompte de Ledoux père puis fils et, par là-même, principalement composé d'effets de commerce, dont nous souhaiterions mieux appréhender les jeux d'écritures. L'étude systématique des séquences de plusieurs signataires, ou « chaînes de liens », à laquelle nous nous intéressons actuellement, permettra de comprendre, ici, le fonctionnement de l'escompte et, ailleurs, le processus de cooptation socio-économique (acquisition du brevet de libraire, intégration à la Banque de France).

Conclusion

À travers les différents graphes que nous avons présentés, nous pensons avoir montré combien l'analyse de réseaux est efficace pour l'étude des liens de crédit qui s'inscrivent, par définition, dans le temps et dans l'espace. L'utilisation de logiciels de *network analysis* nous a permis de mettre au jour la structure et l'évolution des systèmes de crédit, elles-mêmes dépendantes de

l'organisation des métiers du livre et de l'institutionnalisation des activités bancaires au fil du XIX^e siècle. Cependant, cette analyse ne peut faire l'économie d'outils statistiques et prosopographiques, lesquels permettent conjointement de mesurer la représentativité d'un échantillon situé dans le passé et de donner une épaisseur historique aux individus inscrits dans un espace géographique et social méso-économique. Nous sommes, enfin, particulièrement intéressée par le développement des logiciels d'analyse de réseau qui doivent permettre de visualiser les trajectoires comme les « chaînes de liens » supportant les sociabilités socio-économiques parisiennes.

Des liens et des lieux : évolution des profils de spatialisations des réseaux personnels au moment de l'entrée dans la vie adulte

Alain BARRAT⁸³, Claire BIDART⁸⁴ et Quentin GROSSETTI⁸⁵

Introduction

L'analyse des réseaux entretient des rapports ambivalents avec l'espace. À ses toutes premières origines, elle était fortement ancrée dans des espaces très restreints et relativement fermés (une prison pour le psycho-sociologue J. Moreno en 1934 [176], une île pour l'anthropologue J. Barnes en 1954 [15]). Ensuite, l'ancrage marqué de cette discipline émergente dans l'école de Chicago portait l'héritage de l'« écologie sociale » et s'inscrivait donc fortement dans les contextes urbains, tout en cherchant à en « abstraire » les réseaux (Hannerz, 1983, p. 219 [124]). En sociologie, l'analyse des réseaux s'est ensuite développée en revendiquant de plus en plus fortement son affranchissement à l'égard des notions d'espace, de communauté, de groupes sociaux, en la présentant comme une alternative au territoire (Wellman, 1982 [20]). Des travaux comme ceux de Fischer (1982 [100]), mais aussi de Wellman (1979 [19]), se sont néanmoins attachés à explorer empiriquement et très précisément cette question des rapports entre réseaux personnels et urbanisation.

L'espace intervient peu ensuite dans les travaux sociologiques. La prédominance de l'analyse structurale des réseaux a contribué à les détacher assez radicalement de leurs ancrages sociaux et spatiaux. Elle a en effet concentré toute l'attention sur les données structurales « pures », sur les configurations, sur le système formé par les relations entre les éléments du réseau, en négligeant le plus souvent les contextes ainsi que les entités reliées. En France, les travaux qui tentent de reconnecter réseaux personnels et espaces sont relativement rares, si l'on excepte ceux de Michel Grossetti qui a reproduit à Toulouse l'enquête de Fischer (Grossetti, 2007 [121]). Pour les sociologues plus généralement mais aussi pour les géographes, la notion de territoire qui

83. Physicien, Aix-Marseille Université, CNRS, Centre de Physique Théorique, UMR7332.

84. Sociologue, Aix-Marseille Université, CNRS, Laboratoire d'Économie et de Sociologie du travail, UMR7317.

85. Informaticien, Université Toulouse III Paul Sabatier, stagiaire au LEST.

insiste sur la construction sociale des espaces peut contribuer à abstraire ceux-ci quelque peu des lieux concrets.

Le développement des NTIC, dont on a pu penser qu'elles permettraient d'abolir les distances, relance et reformule cette question du rapport entre réseaux sociaux et espaces. De nombreux travaux sur les usages du téléphone fixe et mobile ont montré les liens persistants entre communication et proximité spatiale : plus on est près, plus on se voit, et plus on se téléphone (Smoreda, 2008 [245]; Phithakitnukoon *et al.*, 2012 [199]). La comparaison des réseaux pré et post- NTIC reste encore peu développée, et les enquêtes disponibles montrent là aussi que les relations médiatisées ne se sont pas affranchies de la distance (Mok *et al.*, 2007 [171]; Mok *et al.*, 2010 [172]).

La disponibilité toujours plus grande de données quantitatives décrivant de nombreux réseaux de nature et d'origines très diverses a d'autre part stimulé dans la dernière décennie des travaux concernant le rôle de la géographie et de l'espace dans les réseaux complexes.

Un premier aspect concerne le fait que certains réseaux, comme les réseaux de transport ou de routes, sont directement influencés par des contraintes spatiales. Des études se sont donc intéressées à caractériser cette influence, à comprendre l'organisation spatiale des réseaux et à définir des modèles de réseaux pour lesquels la création d'un lien a un « coût » dépendant de la distance entre les deux nœuds concernés (Barthelemy, 2011 [21]; Barthelemy *et al.*, 2013 [22]; Roth *et al.*, 2011 [226]).

L'expansion des réseaux sociaux en ligne a d'autre part pu porter l'idée que le monde en ligne pourrait s'affranchir encore davantage que le téléphone des distances et barrières géographiques. Différentes études ont donc porté sur l'influence de la distance physique sur l'existence de liens en ligne. Les résultats indiquent que la probabilité d'existence d'un lien décroît avec la distance géographique et avec le fait que les utilisateurs soient dans des pays différents (Liben-Nowell *et al.*, 2005 [153]; Aiello *et al.*, 2010 [3]; Quercia *et al.*, 2012 [211]), montrant que l'utilisation de technologies *a priori* indépendantes de contraintes géographiques n'abolit pas le rôle de l'espace (au moins pas totalement) dans les relations sociales correspondantes, même quand il s'agit de relations « faibles », comme avec Twitter (Takhteyev *et al.*, 2012 [253]).

La dimension dynamique des réseaux se fait par ailleurs de plus en plus présente dans les travaux scientifiques. Son développement repose sur la nécessité de comprendre les processus qui constituent et qui font évoluer les réseaux, au-delà de leur état ponctuel. Il est difficile et souvent risqué de tenter de reconstituer des processus évolutifs. L'enquête longitudinale, qui

procède par réinterrogation successive dans le temps, est seule à même de rendre compte de phénomènes dans une réelle diachronie.

À partir d'une enquête sociologique longitudinale, notre propos est ici d'explorer la spatialisation des réseaux personnels, d'identifier des profils à partir de leur localisation sur des cartes, et d'observer la dynamique de ces profils au fil du temps par le repérage de séquences typiques. Nous cherchons en particulier à savoir si ces évolutions peuvent être mises en rapport avec des événements biographiques.

1 Une enquête sociologique longitudinale permettant la spatialisation des réseaux

Une enquête sociologique longitudinale auprès d'un panel de 75 jeunes réinterrogés régulièrement tous les 3 ans à 4 reprises permet de « voir évoluer » leurs réseaux personnels au fur et à mesure qu'ils entrent dans la vie adulte (cf Annexe 1).

Les évolutions des structures des réseaux de cette enquête ont déjà été étudiées de diverses manières par des sociologues (Bidart *et al.*, 2011 [36]). Il manquait l'étude « spatiale » de ces réseaux, leur couplage avec des cartes géographiques. C'est cette dimension supplémentaire dont nous présentons ici les premières explorations. Lors de l'enquête était en effet recueilli le lieu de résidence (nom de la commune) de chaque personne du réseau. À partir du géocodage de ces données, il est possible de cartographier ces réseaux, de les inscrire dans l'espace géographique concret⁸⁶. On peut alors travailler sur les distances entre les membres du réseau, mais aussi sur leur répartition géographique, le profil qu'elle prend, et son évolution dans le temps. Nous construisons ainsi de façon empirique une typologie de profils de répartition géographique des réseaux personnels, puis nous observons leur évolution dans le temps. Le réseau se concentre-t-il ou se disperse-t-il ? S'étend-il sur une ou plusieurs directions ? Multiplie-t-il ou regroupe-t-il plutôt les localités ? Des pôles se constituent-ils ? Quels événements de la vie peuvent contribuer à expliquer ces mouvements spatiaux ?

L'application de ces réseaux sur des cartes géographiques, ainsi que la visualisation de certaines variables sociologiques pertinentes à l'aide de l'outil développé dans cette optique et pour ces données par Quentin Grossetti (cf Annexe 2) permettent en particulier de savoir si Ego et Alter se ressemblent sur certains points (conditions de vie, métier...), de connaître certaines qualités de leur relation (intensité, ancienneté) et leurs évolutions dans le temps,

86. Merci à Marion Maisonobe qui a contribué au géocodage de ces données.

pour évaluer rapidement leurs effets sur l'évolution du profil spatial des réseaux. Sans pouvoir ici envisager toutes ces dimensions, nous initions ces catégorisations et montrons quelques exemples d'évolutions typiques.

L'unité du lieu de départ des Egos (tous résidaient dans l'agglomération de Caen à la première vague d'enquête en 1995) permet d'envisager en outre des dimensions proprement géographiques⁸⁷. Comment se déplacent et se dispersent ces jeunes Caennais et leurs réseaux? Les systèmes relationnels qu'ils construisent au cours de leur vie, par leurs affiliations à des cercles sociaux divers, peuvent nous donner une définition particulière de leurs territoires, des fréquentations de contextes précis dans lesquels ils rencontrent d'autres individus, mais aussi des différentes façons dont ils conservent et solidifient des liens au-delà des lieux de rencontre. Ce « territoire relationnel » est-il ouvert dans un espace large, ou bien concentré sur une petite aire, est-il polarisé, dispersé, dans le temps s'étend-il ou se rétracte-t-il, et pourquoi? Par ailleurs, la distance n'est pas seule en cause : le fait de franchir une frontière ou de migrer vers une grande ville, Paris souvent, donne un sens différent à la dispersion du réseau ou à la mobilité d'Ego ou d'Alter. Un même profil de réseau peut s'appliquer à l'échelle de la région, du pays ou de la planète. Le sociologue rejoint aussi le géographe pour affirmer que la même distance physique ne veut pas dire la même chose selon la classe sociale, les mobilités antérieures ou les conditions de vie.

Une première typologie « de visu » a été réalisée. Elle se fonde sur l'observation de la carte du réseau, afin d'y détecter des formes simples mais qui « font sens » sociologiquement. Par exemple, un réseau concentré sur une seule ville (aucun Alter n'habite ailleurs) est considéré comme différent d'un réseau dans lequel un seul Alter habite dans une autre ville, même si statistiquement ce seul point distant n'est pas très significatif. En effet, ce seul « étranger » peut « ouvrir » le monde préhensible, accroître la surface sociale, inviter pour un séjour, donner des informations différentes, apporter des ressources alternatives, etc. De la même façon, nous envisageons comme différent un réseau constitué par deux pôles ou par trois pôles. Par ailleurs, le fait de franchir une frontière, à distance égale, fait que depuis Caen, une mobilité vers Marseille n'est pas la même que vers Francfort ou Edimbourg⁸⁸.

Nous commençons par identifier des formes simples, dans une perspective statique : le point, la ligne, le triangle, l'étoile, qui indiquent le nombre

87. Nous ne les développerons pas ici, n'étant pas géographes et proposant seulement une première exploration. Par exemple, le rôle de la capitale, les grands axes et flux, le développement des moyens de transports, etc., seraient bien sûr à prendre en considération.

88. Nous ne tenons pas compte des séjours brefs (voyage, vacances, stage de trois mois...).

de localités habitées par le réseau. Ces formes simples seront complétées par d'autres dimensions (échelle, régularité des écarts de distance dans le réseau, existences de pôles). Nous examinons ensuite des séquences temporelles de modification de ces formes : extension ou contraction, dispersion ou concentration, variation du nombre de pôles. Ensuite, et seulement dans un second temps pour bénéficier du caractère inductif de la démarche, nous rapprochons ces séquences des « histoires » des individus qui montrent ces profils et ces évolutions. Qui sont ces jeunes ? Que se passe-t-il dans leur vie entre deux vagues d'enquête pour que le profil évolue en ce sens ? Nous présentons quelques exemples significatifs de ces histoires spatiales des réseaux personnels, en portant une attention particulière sur les jeunes les plus mobiles.

2 Les profils spatiaux

Nous identifions plusieurs dimensions, qui s'avèrent pertinentes dans l'examen de l'ensemble des 275 réseaux.

La *localité* est la ville de résidence d'Ego ou celle d'au moins un Alter. Elle peut comprendre les banlieues et les villages alentour dans un rayon n'excédant pas 20 km, au-delà duquel on considère que l'on est dans une autre localité. Le nombre et la disposition de ces localités définissent les formes géométriques de base. Il arrive que tout le réseau soit concentré sur une seule ville⁸⁹, celle où vit Ego. Cette localité est alors le pôle unique du réseau qui prend la forme d'un point. Lorsque deux localités sont investies le réseau prend la forme d'une ligne. Lorsque trois localités sont représentées il forme un triangle. Lorsque le réseau s'étend sur plus de trois localités, il prend la forme d'une étoile.

L'*échelle* est la dimension la plus vaste couverte par le réseau. On situe le réseau à une échelle (ville, région, France, Europe, monde) lorsqu'au moins un Alter est situé à cette échelle et qu'aucun Alter ne la dépasse. Le réseau est à l'échelle de la ville lorsque tous les Alters habitent la même ville qu'Ego ; à l'échelle de la région lorsque tous les Alters habitent la même région, mais qu'au moins un Alter n'habite pas la même ville qu'Ego ; à l'échelle de la France lorsque tous les Alters habitent en France et qu'au moins un n'habite pas la même région qu'Ego, etc.

89. Plusieurs communes mitoyennes ou très proches, en particulier autour de Caen, peuvent y être confondues. Là aussi bien sûr, dans d'autres contextes cette distance devrait être reconsidérée.

La taille des ensembles d'Alters situés sur chaque localité est également prise en compte. Lorsqu'une localité réunit une part importante⁹⁰ du réseau, elle forme un *pôle*. Peuvent ainsi s'ajouter au pôle où vit Ego un second ou un troisième pôle. Le nombre de pôles donne une indication des localités fortement investies par Ego, dans lesquelles il compte une partie relativement importante de son réseau. Il s'agit le plus souvent de son lieu de résidence actuel, mais on y trouve aussi des localités antérieures dont il a déménagé mais où il a gardé des amis ou des membres de sa famille qu'il voit toujours, des localités où vit son amoureux(se) et les copains de ce dernier, ou encore des localités où il passe ses vacances et retrouve de nombreux amis.

Nous envisageons également la régularité de cette spatialisation du réseau. En effet, la *variance des distances* entre les localités dans un réseau est un indicateur important également. Si ces localités sont relativement équidistantes, ou en tout cas d'échelles comparables, le profil prendra la forme d'un triangle isocèle ou d'une étoile. On parlera alors de profils réguliers, montrant une certaine « compétence » d'Ego à entretenir des relations à une telle distance. En revanche, si une seule localité dépasse de loin les distances entre les autres localités, si elle présente comme une « queue » qui rompt la répartition des distances pour un alter ou un petit nombre d'Alters, alors on signale cette irrégularité en parlant de profils pointus. De tels profils signalent une relation différente des autres, à laquelle on peut s'intéresser plus particulièrement. Lorsqu'une seule des localités est significativement plus éloignée que les autres, autrement dit lorsqu'une « pointe » de l'étoile dépasse nettement les autres, la forme est celle d'une *ombrelle* (le haut de l'ombrelle est l'étoile, et son manche représente la pointe éloignée). Lorsque deux localités forment de telles pointes distantes, nous évoquons l'image d'une *comète*. Celle-ci se distingue du triangle par l'existence d'une étoile au bout d'une des trois branches, et non de trois simples localités comme pour le triangle. Dans ces figures de multilocalité on peut compter un, deux ou trois pôles, insérés dans une étoile, ombrelle ou comète. Dans le cas d'une bilocalité on peut avoir un pôle et une autre localité lointaine, ce qui donne un profil ressemblant à une *casserole*, avec un gros ensemble et une « queue » plus longue d'un ou deux Alters situés à relativement grande distance.

Nous ne prenons pas ici en considération les connexions entre les Alters. Il s'agit ici simplement des localités habitées par les Alters connectés à

90. Nous considérons qu'un second pôle apparaît lorsqu'il rassemble un nombre d'Alters au moins égal au tiers de l'effectif du plus gros pôle. C'est une estimation fondée sur l'observation empirique.

Ego. Leurs interconnexions mutuelles, à savoir la densité du réseau, seront analysées dans une étape ultérieure du travail.

La combinaison de ces dimensions peut donner une grande variété de profils spatiaux des réseaux. Plutôt qu'en dresser une liste exhaustive, à cette première étape du travail de localisation, nous avons examiné les cartes « de visu » pour identifier tout d'abord, de façon qualitative et approximative, les profils récurrents et pertinents d'un point de vue des sciences sociales. Par exemple, le fait d'avoir un seul pôle dans son réseau ou d'en avoir deux est très différent pour le sociologue, car Ego est dans le premier cas focalisé sur son lieu de résidence, dans le second il est « partagé » entre deux lieux importants. Le fait d'avoir un profil « pointu » au lieu d'un profil « régulier » montre qu'un Alter particulier, ou un petit ensemble d'Alters, fait couvrir à Ego une distance exceptionnelle au regard de la distance majoritaire dans son réseau. Qui est cet Alter, comment a-t-il été rencontré, pourquoi reste-t-il important malgré cette plus grande distance, et quelles ressources alternatives peut-il éventuellement fournir de par sa situation plus éloignée et périphérique ? Telles sont des questions qui intéressent les sciences sociales car elles permettent de repérer ce qui « ouvre » le réseau à des parties du monde plus vastes, plus hétérogènes peut-être, surtout lorsqu'en outre elles franchissent des frontières.

Nous avons ainsi identifié ces profils sans tenir compte dans un premier temps de l'échelle : un réseau multilocalisé en forme d'étoile régulière peut se situer à l'échelle de la région ou à l'échelle du monde. Bien entendu ces échelles sont réintégrées ensuite dans la comparaison⁹¹.

La figure 56 illustre le profil du réseau en étoile à une échelle très localisée, avec le réseau d'Olivier en vague 1, qui va difficilement au-delà de la périphérie de Caen. Son réseau est donc concentré sur ce seul pôle. Ego est signalé par la petite étoile turquoise.

La figure 57, par contraste, montre le cas de Nicolas, « pur produit » du dispositif Erasmus, qui a fait des séjours en Pays de Galles, Espagne et vit en vague 3⁹² en Italie, et dont le réseau en étoile se situe lui à l'échelle mondiale.

91. Cette question des échelles est complexe. En effet, pour le sociologue, le fait que les gens aient une « surface sociale » de 5 km ou de 5 000 km est très pertinent, souvent corrélé fortement avec des variables sociographiques, la classe sociale en particulier, ainsi qu'avec des éléments biographiques, comme la mobilité familiale antérieure. Mais dans l'étape de repérage de profils, il nous a semblé préférable de relativiser ces échelles en tenant compte seulement des différentiels à l'intérieur d'un même réseau, en particulier pour distinguer les localisations « pointues » des « régulières ».

92. Au-delà de la vague 1, les Alters qui persistent sont figurés par un rond, et les nouveaux Alters apparus sont signalés par un petit nuage.

FIGURE 56 – Le réseau d'Olivier en vague 1

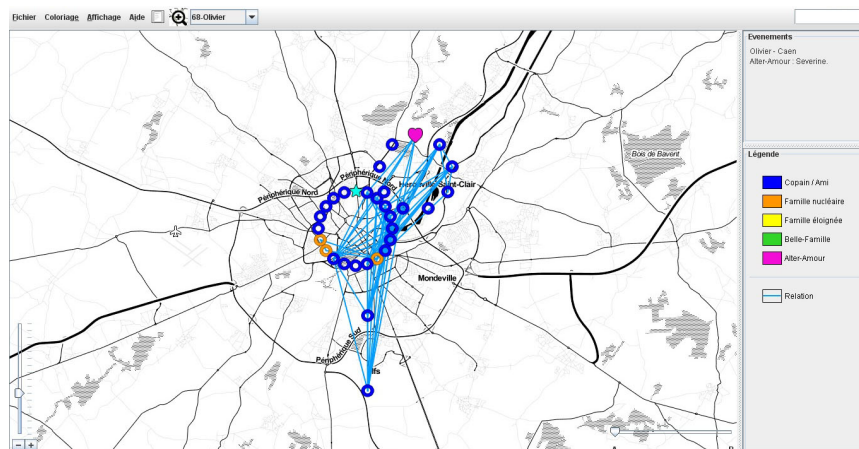
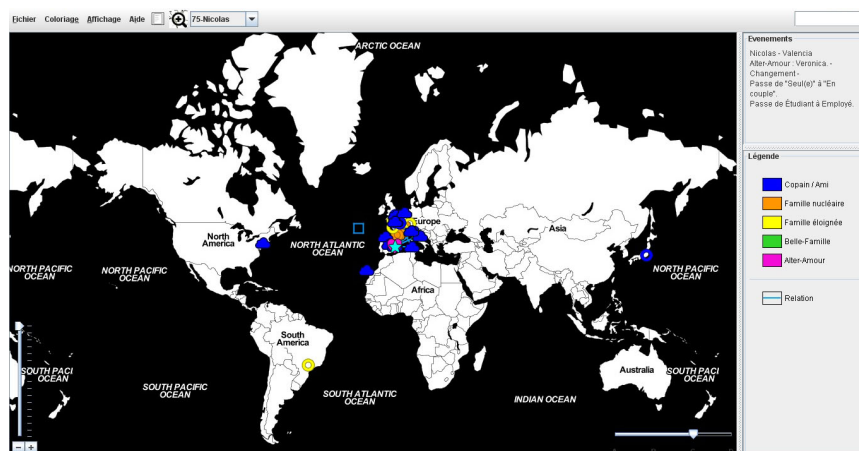


FIGURE 57 – Le réseau de Nicolas en vague 3



Nous pouvons opérer quelques mesures simples sur la récurrence de ces profils.

La multilocalité est la plus fréquente, elle concerne 85% des 275 réseaux. Dans 52,7% des cas ce sont des étoiles, à savoir des réseaux dispersés de façon régulière, dans 26,5% des cas ce sont des ombrelles (une seule localité

beaucoup plus lointaine), et dans 5,8% des cas ce sont des comètes (deux localités beaucoup plus lointaines). La trilocalité concerne 8,7% de ces réseaux, la bilocalité 4% et la monolocalité 2,2%. La multilocalité est significativement corrélée avec l'origine sociale de classe supérieure ou de classe moyenne, alors que les autres profils concentrés sur trois, deux ou une seule localités sont plus représentés dans les classes populaires. La distribution par sexe d'Ego n'est pas significative.

Le profil régulier concerne 58,9% des réseaux, le profil pointu 41,1%, et cette distinction n'est pas corrélée significativement avec l'origine sociale ni le sexe.

En revanche, l'échelle maximale à laquelle se distribue le réseau est liée à l'origine sociale : les réseaux à l'échelle d'une seule ville représentent 2,5% de l'ensemble, mais 4% des réseaux des Egos d'origine des classes populaires ; les réseaux à l'échelle de la région représentent 5,5% de l'ensemble mais 7,3% des réseaux des Egos d'origine également des classes populaires ; les réseaux à l'échelle du monde représentent 16,7% du total, mais 37,2% des réseaux des Egos d'origine des classes supérieures. Ce résultat n'est pas très étonnant au vu de ce que l'on sait des réseaux, en général plus restreints, des classes populaires. L'échelle comme le nombre de localités sont en effet corrélés avec l'effectif du réseau. La moyenne de l'effectif des réseaux croît nettement en fonction de l'échelle qu'il atteint, de 9,86 membres pour les réseaux à l'échelle de la ville et 13,60 à l'échelle de la région pour monter à 23,45 à l'échelle du pays, 25,58 à l'échelle du continent et 26,76 à l'échelle du monde. De même, les réseaux monolocalisés comptent en moyenne 9,67 membres, les bilocalisés 19,36, les trilocalisés 20,67 et les multilocalisés 24,30 membres. La surface géographique du réseau s'accroît donc assez régulièrement avec son effectif.

Bien d'autres mesures seraient ici pertinentes, mais nous préférons focaliser l'attention sur les dynamiques, en identifiant les principales séquences de mouvement spatiaux d'une vague d'enquête à l'autre.

3 Les séquences temporelles

Nous considérons comme pertinents les mouvements dans la distance (longueur) et dans la dispersion (nombre de localités, indiquant la variété plus que la difficulté de franchissement de la distance). Sur chacun de ces deux axes, deux mouvements opposés sont repérables.

- Extension : les distances augmentent en longueur (une étoile étend ses branches plus loin, ou étend une de ses branches pour devenir une ombrelle) (8,5% des 200 transitions d'une vague d'enquête à l'autre).

- Contraction : la diminution des distances est générale (le triangle ou l'étoile rapprochent leurs branches du centre), ou plus localisée, par exemple lorsqu'une longue branche disparaît (5%).
- Dispersion : les localités se multiplient, on a davantage de directions dans le réseau, de branches sur l'étoile (10%). Cela nous montre une diversification du réseau spatial, qui atteint des localités plus nombreuses.
- Regroupement : on observe une diminution du nombre de localités. Par exemple, l'étoile perd des branches, on passe d'une étoile à un triangle ou à une ligne (12%). Dans ce cas on assiste à la diminution de la variété des lieux investis.

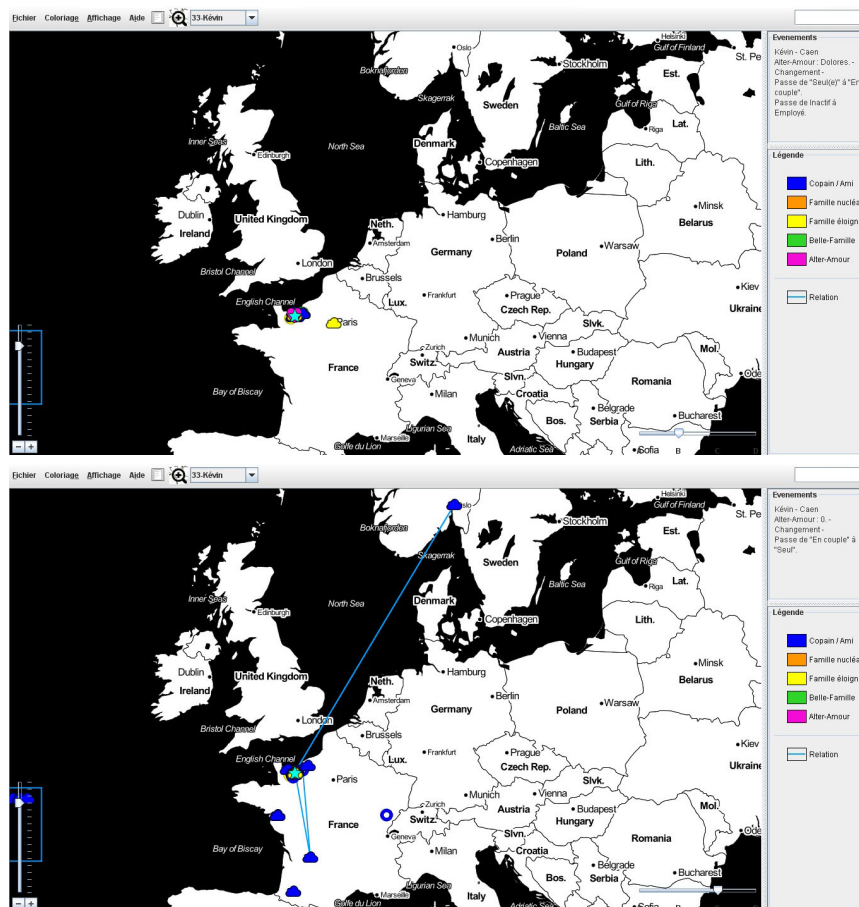
Les changements dans le nombre de pôles ont été également repérés : bipolarisation, tripolarisation ou polarisation dans le cas du regroupement sur un seul pôle là où ils étaient plusieurs. Nous les évoquons plus bas.

Certaines combinaisons intéressantes sont empiriquement avérées. Par exemple, on peut avoir à la fois une dispersion et une extension du réseau (23%), montrant à la fois une multiplication et un éloignement des localités atteintes. Dans ce cas, l'amplification globale sur ces deux axes de l'espace investi signale une transition intéressante sur le plan biographique aussi. Dans le cas de Kévin, par exemple, la petite « casserole » de son réseau, centré sur le pôle de Caen avec seulement un oncle à Paris, se démultiplie trois ans après sur le territoire français tout en s'étendant aussi à l'étranger. En effet, son copain Gédéon, rencontré dans son club de boxe, est parti en Norvège. Kévin correspond régulièrement avec lui en envoyant en particulier des cassettes vidéo de combats avec les copains du club. Le fait qu'il ait trouvé un emploi et quitté sa copine Dolorès dans l'intervalle lui donne plus de moyens et de liberté pour entretenir les liens avec ces copains pour la plupart issus de son club de boxe ou de son emploi et qui vivent maintenant ailleurs.

Dans d'autres cas, on trouve un mouvement combiné de contraction et de regroupement (13,5%). Là, à l'inverse, on assiste à une restriction globale du réseau, en ampleur et en variété. Dans le cas de Yves, le réseau qui couvrait une étoile à l'échelle de la région au début de l'enquête, s'est restreint et concentré sur Caen trois ans après. Entre-temps, Yves a commencé à travailler, a quitté Karine pour Stéphanie, a arrêté l'équitation, n'a plus revu ses copains de lycée en décidant de « se ranger », et a connu aussi des conflits dans sa famille au moment de la mort de son grand-père. Les liens familiaux et amicaux hors de Caen ont donc disparu dans ce mouvement de concentration sur son travail et son foyer.

On peut avoir aussi des cas plus mitigés, dans lesquels une dispersion globale du réseau s'accompagne d'une diminution de la distance maximale

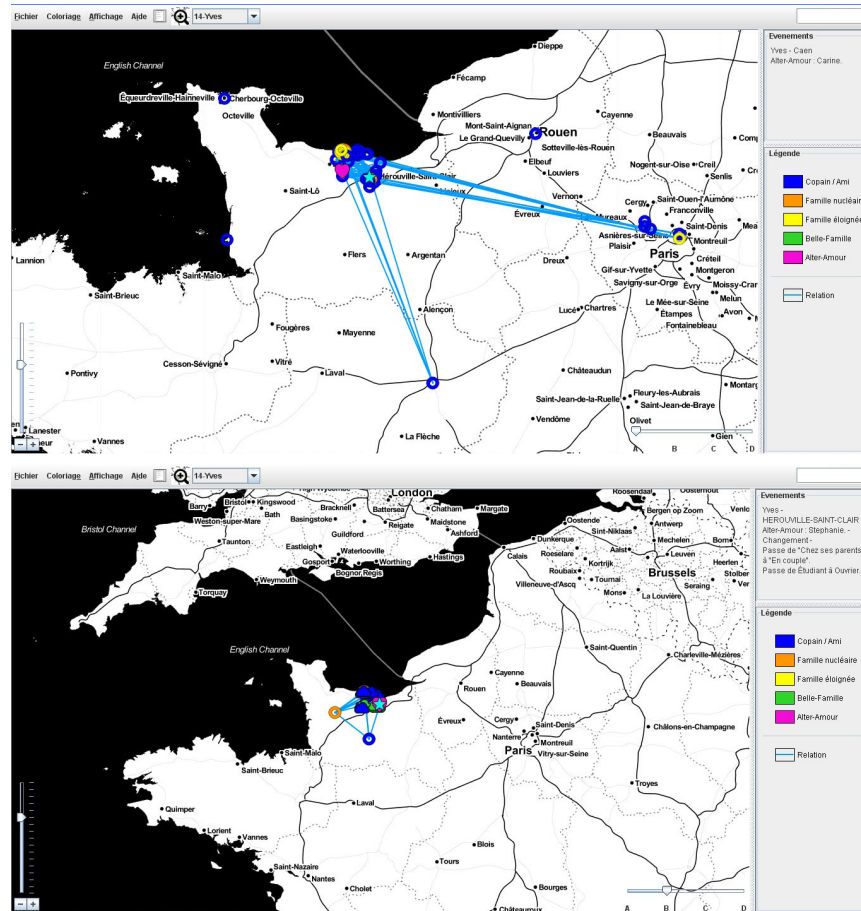
FIGURE 58 – Le réseau de Kévin en vague 2 (haut) et en vague 3 (bas)



atteinte. On passe par exemple d'une ombrelle à une étoile, par la perte d'une branche lointaine (5,5%). C'est le plus souvent un lien avec l'étranger qui disparaît en même temps que le réseau s'expande en France. Inversement, on peut observer un regroupement global du réseau qui s'accompagne pourtant de l'extension notable d'une distance. C'est donc une extension isolée, alors que le réseau dans son ensemble se rétracte. On passe d'une étoile à une ombrelle (3%).

Enfin, le profil peut rester le même, soit sur les mêmes lieux (2%), soit sur de nouveaux lieux mais en conservant la même configuration (17,5%). Cette

FIGURE 59 – Le réseau de Yves en vague 1 (haut) et en vague 2 (bas)



régularité indique la possibilité de conserver des profils spatiaux des réseaux indépendamment des lieux et des relations précises qui les constituent. Nous chercherons à approfondir ces cas par l'examen plus précis du renouvellement du réseau, avec l'apparition, la disparition et le maintien des liens, en fonction des profils.

Si l'on prend l'ensemble des séquences d'extension des distances (accompagnées ou pas d'une dispersion ou d'un regroupement du réseau), elles représentent au total 34,5% des 200 transitions (69 cas). À l'inverse, les séquences de contraction en représentent 24% (48 cas). Les séquences de dispersion en

représentent 38,5% (77 cas), celles de regroupement 28,5% (57 cas) ; enfin celles où le profil ne change pas représentent 19,5% des transitions (39 cas)⁹³.

On peut alors explorer la coïncidence de ces séquences de profils géographiques avec les séquences biographiques, en ciblant en particulier sur certains événements-clés de l'entrée dans la vie adulte. Pour le moment sur la base de simples tableaux croisés, on constate ainsi certaines tendances. L'extension du réseau est plus fréquemment associée à des événements familiaux : installation en couple et naissance du premier enfant, qui conduisent donc à étendre les distances. La place de la belle-famille et la multiplication des relations avec l'ensemble des familles dans ces moments là y sont sans doute pour beaucoup. La dispersion du réseau est associée avec le départ du foyer parental ainsi qu'avec la séparation conjugale (mais ces derniers cas sont peu fréquents). La contraction du réseau, mais surtout aussi son regroupement, sont associés avec l'installation en couple, le départ du foyer parental et l'entrée dans la vie professionnelle. Les distances se réduisent alors globalement, le réseau se concentre davantage à proximité et réduit ses points d'attache. Le regroupement du réseau est également associé avec la naissance du premier enfant : les lieux investis sont moins nombreux, même si, on l'a vu, ils font franchir de plus grandes distances. Enfin, c'est avec la séparation conjugale qu'est principalement associée la séquence donnant un profil similaire. C'est elle qui ferait donc le moins évoluer la spatialisation du réseau.

Il ne s'agit certes là que de tendances, pas toujours très significatives statistiquement, mais qui peuvent nous donner une idée des effets combinés de ces profils et événements. D'autres analyses sont prévues, qui permettront d'affiner les micro-dynamiques au niveau des Alters, de leurs renouvellements, de leurs déplacements et des connexions entre eux. Il faudrait aussi tenir compte de la part des liens familiaux dans le réseau, dont on sait qu'ils sont à la fois plus nombreux et plus proches géographiquement dans les milieux populaires.

4 L'effet de la mobilité géographique d'Ego

Mais l'événement le plus intéressant en la matière est sans doute la mobilité géographique d'Ego. En effet, s'il part vivre ailleurs⁹⁴, c'est l'ensemble des distances qui le séparent de ses Alters qui est à reconsidérer, et l'on peut

93. Le total dépasse 100% dans la mesure où on peut avoir à la fois une extension et une dispersion, etc.

94. Entre 30 km de chez lui et 5 300 km, dans le cas d'une jeune du panel partie vivre à Boston. Un autre est parti en Norvège, un autre en Espagne puis en Italie, pour ne parler

imaginer que des mouvements importants vont se dessiner, que des liens vont s'étier et que le profil d'ensemble peut s'en ressentir fortement.

Envisageons tout d'abord simplement les séquences de changement de profil du réseau qui accompagnent cette mobilité. Le fait que la mobilité s'accompagne d'une extension du réseau ne peut nous étonner. En effet, alors que 34,5% des 200 transitions montrent une séquence d'extension du réseau en termes de distances, ce pourcentage atteint 45,8% lorsque les jeunes ont connu une mobilité (59 cas). Ce qui est plus surprenant, c'est que cette mobilité s'accompagne très souvent aussi d'une dispersion du réseau, qui va bien au-delà de l'ajout d'une seule localité, celle où Ego est parti habiter. En effet, alors que 38,5% des transitions montrent des séquences de dispersion, cette part atteint 57,6% lorsqu'Ego a déménagé. C'est comme si la mobilité provoquait une multiplication des lieux investis, une diversification des points d'attache, une sorte d'« explosion » géographique du réseau.

La contraction des distances représente 24% des séquences, mais seulement 12% lorsqu'Ego a déménagé. Le regroupement du réseau représente 28,5% des séquences, et seulement 18,6% des cas avec une mobilité. Enfin, alors que 19,5% des séquences ne font pas changer le profil, ce taux n'est que de 13,6% avec une mobilité. La mobilité d'Ego produit donc plutôt une ouverture spatiale de son réseau.

L'effet le plus net de cette mobilité se répercute sans doute sur les mouvements de polarisation. En particulier, le déménagement s'accompagne le plus souvent d'une bipolarisation, à savoir l'émergence d'un second pôle. Le cas typique est celui des Egos qui changent de ville et conservent un gros ensemble d'Alters dans leur ville d'origine, tout en en formant un autre dans la ville d'arrivée.

On remarque que la bipolarisation dans le cas d'une migration s'accompagne souvent, au-delà de ces deux pôles, d'un mouvement de dispersion et d'extension des autres localités comme on l'a vu plus haut, en particulier lorsqu'Ego a migré vers une grande ville (Paris par exemple, où il rencontre d'autres provinciaux dans le même cas). Ce résultat confirme que la migration est une expansion du monde plus globale que l'ajout d'un nouveau lieu. Mais il arrive aussi, en particulier lorsqu'Ego migre dans une zone rurale, qu'il déplace tout son pôle dans cette nouvelle localité, sans garder davantage qu'une petite pointe dans son ancienne ville, ou alors qu'il investisse peu la nouvelle localité et conserve son pôle dans sa ville d'origine, en particulier lorsqu'il y est pour ses études, réside en cité universitaire et se hâte de

que des départs à l'étranger. Nous n'envisageons que les mobilités résidentielles dépassant six mois.

retrouver sa famille les week-ends. La taille de la ville d'arrivée relativement à Caen et la temporalité de la mobilité sont donc des facteurs importants à considérer.

La polarisation signale le cas où le nombre de pôles est ramené à un alors qu'ils étaient plusieurs. Un pôle disparaît et l'on revient alors à un profil centralisé sur la ville de résidence d'Ego. Par exemple, un « migrant » qui avait conservé un pôle à Caen perd ces amis d'enfance et se recentre sur son nouveau pôle. C'est le cas également de façon caractéristique pour les jeunes qui avaient quitté Caen et qui y reviennent en y re-polarisant l'essentiel de leur réseau.

Prenons le cas de Jean. Nous affichons ici les *clusters*, qui mettent l'accent sur les effectifs d'Alters présents et peuvent nous signaler les pôles. Lors de la première vague d'enquête, Jean vit à côté de Caen, qui constitue son unique pôle (21 Alters), le reste de son réseau se dispersant en étoile à l'échelle de la France.

En seconde vague d'enquête, Jean fait ses études de commerce au Mans, et un second pôle plus petit (7 Alters) y apparaît, pendant que son réseau se disperse aussi dans d'autres régions. Il conserve cependant l'essentiel de son pôle caennais (20 Alters).

En troisième vague d'enquête, Jean est parti travailler à Paris, la « ville-lumière » où il est commercial pour une marque de boissons. Mais il s'épuise rapidement, une crise aboutit à une bifurcation, il quitte brutalement le métier de commercial, part à Rodez pour suivre Stéphanie, et y trouve ensuite un emploi dans une radio libre. Son réseau est formé maintenant de trois pôles plus petits : Rodez où il vit (10 Alters), Paris où il a conservé des liens (10 Alters), et le pôle caennais qui se réduit (9 Alters). Il n'a conservé en revanche aucun lien au Mans.

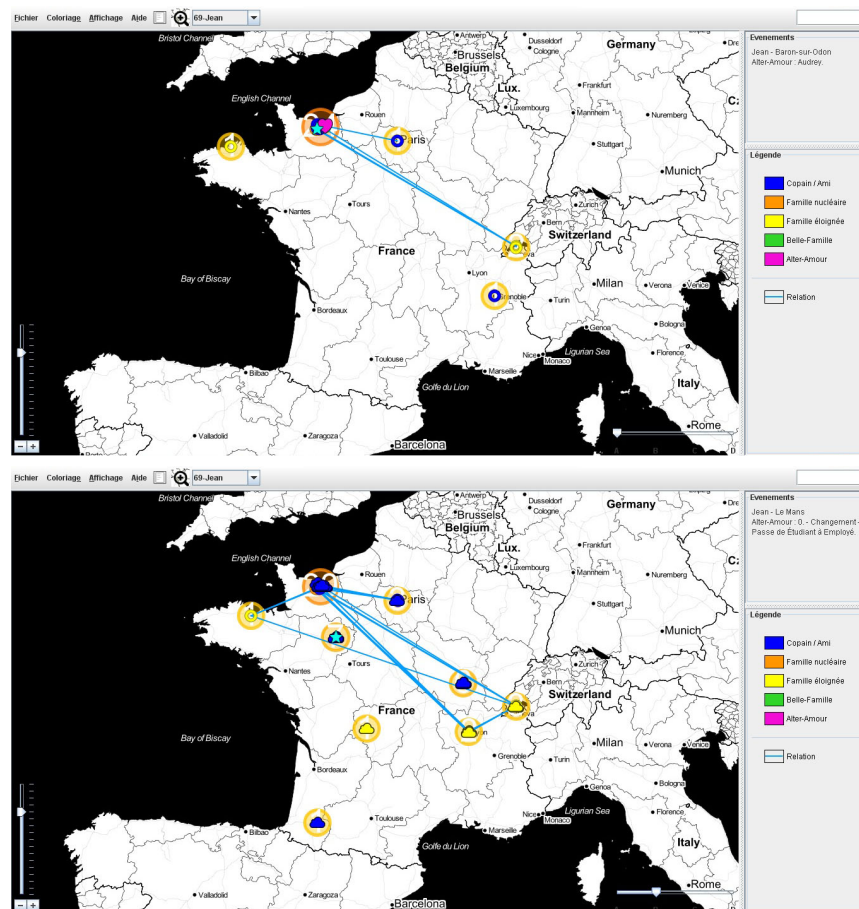
En quatrième vague d'enquête, Jean est revenu à Caen, où il travaille maintenant dans une banque comme Stéphanie. Son réseau s'est polarisé sur Caen, ne subsistent que 3 liens à Rodez et 2 à Paris. Mais son réseau, dans le même temps, s'est dispersé en petites unités, qui en particulier avec sa belle-famille, se sont multipliées dans d'autres régions.

Les mouvements de polarisation reflètent donc bien les mobilités d'Ego, avec des nuances que nous ne pouvons détailler toutes ici.

Conclusion

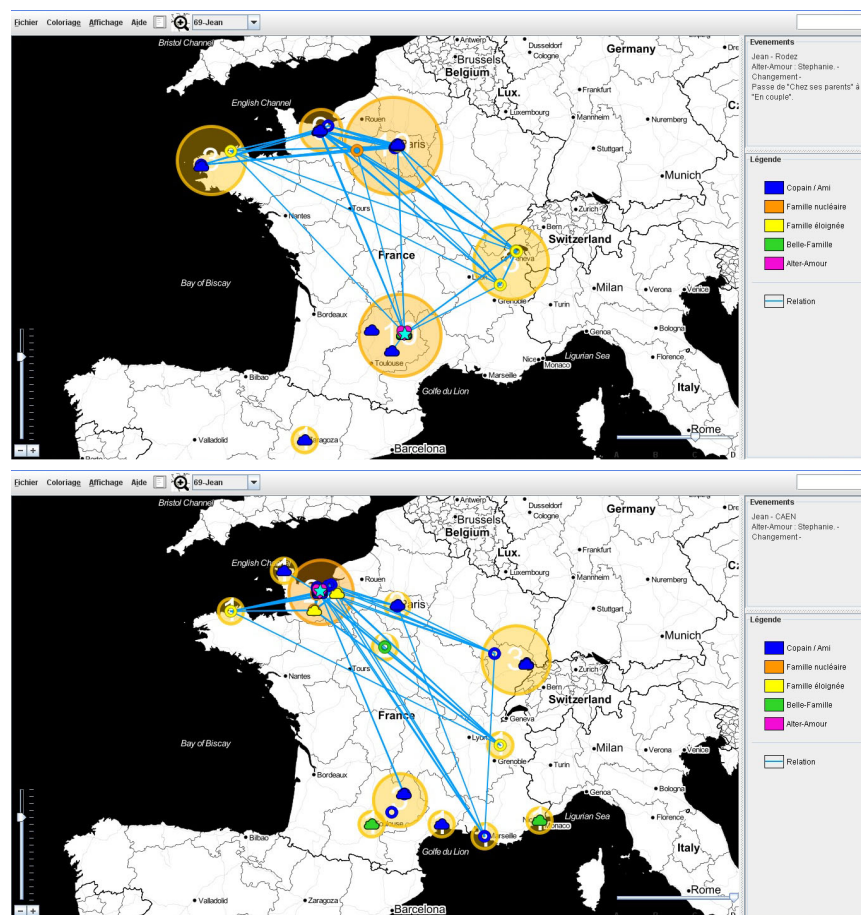
D'autres mesures et d'autres exemples sont bien entendu à développer, au-delà de cette première approche typologique. Les profils spatiaux identifiés empiriquement constituent pourtant un repérage des dimensions pertinentes,

FIGURE 60 – Le réseau de Jean en vague 1 (haut) et en vague 2 (bas)



dont on a montré qu'elles ne se réduisent pas à la distance ni à la répartition du réseau prises isolément. Les combinaisons entre ces dimensions, en particulier l'échelle, le nombre de localités, la régularité des distances entre elles, et le nombre de pôles, correspondent à des profils récurrents. Des dynamiques typiques, avec l'évolution dans le temps de ces dimensions et de ces profils, sont aussi repérables. Elles peuvent montrer des correspondances non négligeables avec certaines transitions biographiques typiques de l'entrée dans la vie adulte, mais aussi avec des mobilités géographiques.

FIGURE 61 – Le réseau de Jean en vague 3 (haut) et en vague 4 (bas)



Il nous reste à spécifier davantage les caractéristiques des Alters qui ont des positions particulières dans ces réseaux, notamment ceux qui forment des « pointes » plus éloignées, ainsi que les qualités des relations qui les relient à Ego (ancienneté, intensité). Nous pourrions maintenant tenter d’approcher le potentiel ouvert par ces relations lointaines, par leur hétérogénéité avec Ego (sont-ils du même milieu social ?), par les cercles sociaux nouveaux qu’ils ouvrent (font-ils d’autres activités dans lesquelles ils emmènent Ego, en leur faisant rencontrer aussi d’autres personnes ?), etc. Nous devons également distinguer les relations « prescrites », familiales en particulier, des autres,

spécifier aussi la mobilité des Alters au regard de leur disparition ou de leur apparition. Il est différent en effet de conserver un ami qui a déménagé, ou de rencontrer un nouvel ami lors d'un voyage. Le renouvellement du réseau doit être mis en relation avec la conservation ou la modification de son profil. L'hypothèse de la reproduction d'un même profil dans un autre lieu avec d'autres Alters peut en particulier être mieux testée. Les caractéristiques du réseau doivent aussi être davantage mobilisées dans ces analyse (taille, densité, modularité, centralité des Alters particuliers, transitivité, etc.).

Le logiciel développé ici permet la visualisation de ces facteurs. Le matériau qualitatif permet de revenir aux histoires des liens et des lieux, racontées par Ego, dont nous pouvons tirer des informations plus explicites. Mais des mesures plus quantitatives peuvent aussi être développées, sur plusieurs axes complémentaires. L'association entre les distances géographiques et les caractéristiques des Alters et des relations peut être plus systématiquement mesurée, pour questionner en particulier l'homophilie. Cela nous amènera sur la question du lien entre distance sociale et distance spatiale : quels liens persistent ou se créent malgré la distance, dans quelles conditions de similarité entre les Alters, de qualités relationnelles, dans quelles configurations, avec quelles interconnexions entre les Alters ? Nous pourrions ainsi voir comment co-évoluent le profil spatial du réseau et sa structure, en examinant précisément les événements biographiques qui accompagnent ces dynamiques.

On le voit, la route est longue, mais prometteuse aussi, pour « faire dire » à ces données spatialisées tout ce qui peut éclairer les dynamiques des réseaux dans leur dimension spatialisée, et pour avancer une toute petite pierre dans l'étude du rapport entre les liens et les lieux.

Annexe 1 : Présentation du panel de Caen

Réseaux sociaux et processus de socialisation

Le système de relations que l'individu entretient avec d'autres personnes, qu'il s'agisse de membres de sa famille, de collègues de travail, de voisins, d'amis d'enfance, de membres d'un club de loisirs, ou même simplement de copains qu'il retrouve régulièrement au café, constitue son réseau personnel. Ce réseau est transversal aux différents domaines de la vie (famille, travail, loisirs...), il accompagne et construit leurs articulations et témoigne des mutations biographiques que connaît l'individu. La transformation et le renouvellement du réseau peut correspondre à une période de restructuration globale de la sociabilité, à la réalisation de nouveaux choix de vie qui entraînent

un déplacement des investissements relationnels mais aussi une modification de la « façon de faire » des liens. Certaines transitions biographiques peuvent montrer des effets très nets sur la structuration du réseau personnel, comme l'entrée dans le monde du travail ou l'installation en couple. Ces évolutions des univers relationnels ouvrent-elles d'autres horizons, accroissent-elles la « surface sociale », ou bien confirment-elles des enracinements déjà bien établis, sans diversifier les ressources ? De la même façon, la distribution du réseau dans l'espace « concret » (ville, région, pays, monde...) nous donne des indications sur ses potentialités d'ouverture, de restriction, de déplacement géographique, de polarisation, etc. Ces questions sont cruciales pour observer les processus de socialisation.

L'enquête

Une enquête qualitative longitudinale auprès d'un panel de jeunes a procédé par ré-interrogations successives des mêmes jeunes à quatre reprises, à chaque fois à trois ans d'intervalle. En 1995 ont été interviewés 87 jeunes résidant dans l'agglomération de Caen. La population a été répartie en fonction de la filière scolaire et du genre : un tiers était en terminale du baccalauréat « économique et social », un tiers en terminale de baccalauréat professionnel, et un tiers en stage d'insertion, pour moitié filles et garçons dans chaque groupe. Ces jeunes nous ont décrit longuement leur vie scolaire, professionnelle, familiale, résidentielle, affective, leurs activités de loisirs, tout en identifiant les personnes qu'ils connaissaient dans ces contextes. Tous les trois ans ensuite, en 1998, 2001 et 2004, ces jeunes ont été récontactés et une grande partie d'entre eux a bien voulu poursuivre l'enquête (87 au départ, puis 75, 66 et 60). Dans l'étude de la dynamique des réseaux, nous avons éliminé les 12 cas ne portant que sur la première vague d'enquête.

La construction des réseaux relationnels

La construction de leur réseau de relations personnelles à chaque vague d'enquête constitue un objectif central de la recherche. Une longue série de « générateurs de noms » permettent de dresser des listes de personnes fréquentées dans l'ensemble des contextes de vie (études, travail, loisirs, associations, voisinage, famille, etc.⁹⁵). Un total de 53 contextes et anciens contextes (école, ex-emplois, etc) sont ainsi évoqués. À titre d'exemple, à propos du contexte professionnel, on pose aux jeunes tout d'abord la question : « Dans ton travail, as-tu rencontré des personnes que tu connais un peu mieux, avec

95. Ces contextes ne sont pas forcément des lieux.

qui tu parles un peu plus? ». Une liste de prénoms est alors recueillie. Nous demandons ensuite : « Est-ce qu'il y en a que tu fréquentes en dehors de ton travail? », puis « Est-ce qu'il y en a qui sont importantes pour toi, que tu les rencontres ailleurs ou pas? ». Les personnes mentionnées en réponse à l'une de ces deux dernières questions sont répertoriées comme des liens forts, les autres comme « simples contacts ». Les caractéristiques sociographiques de tous ces partenaires sont recueillies. Pour les liens forts les qualités de la relation sont plus longuement décrites. En particulier, les interconnexions entre eux sont systématiquement répertoriées, ce qui permet de tracer la structure du réseau. Cette structure nous indique en particulier si ce réseau est concentré sur un domaine ou dispersé dans l'univers social. Cette différenciation est d'une importance centrale pour l'insertion sociale : certains réseaux concentrés, redondants, fermés sur un quartier, sur une époque, sur une sphère professionnelle ou culturelle, offrent un ancrage ferme mais limité ; d'autres, dispersés dans des ensemble disjoints et contrastés, offrent davantage d'alternatives de circulation dans la société.

Les évolutions dans le temps

Un apport crucial de cette recherche est sa dimension longitudinale, qui permet de mettre toutes ces questions « en dynamique ». On peut ainsi faire le lien entre les étapes biographiques et les évolutions du réseau personnel. L'étude des transformations du réseau et des relations nouvelles, maintenues, disparues, nous donne des informations, non seulement sur les renouvellements à l'œuvre, mais également sur les évolutions des façons même de faire des liens, sur les processus d'abandon et sur les mutations des modes de sociabilité en général à ces âges là.

De telles enquêtes longitudinales sont très rares, car coûteuses. De multiples exploitations sont ici envisageables, tant au niveau micro-relationnel (comment un événement modifie le mode de relation avec une personne, comment deux amis interagissent ensemble...) qu'au niveau plus global (comment des jeunes qui arrêtent leurs études pour travailler, qui s'installent en couple ou qui partent vivre dans une autre région modifient-ils la forme globale de leur réseau, et quelles sont les différences importantes à repérer). C'est pourquoi l'analyse des données de cette enquête a donné lieu à des recherches tant quantitatives (statistiques) que qualitatives (récits). En effet, sur les quatre vagues d'enquêtes au cours desquelles ont été construits au total 287 réseaux de relations, 7 096 personnes ont été citées, 10 804 relations ont été décrites (une même personne pouvait être citée à plusieurs vagues

d'enquête et leur relation avoir évolué), dont 6 716 « liens forts » et 4 088 « liens faibles ».

Surtout, la dimension temporelle permet d'identifier les changements à ces diverses échelles, et d'analyser de véritables processus biographiques, relationnels, et combinant les deux dimensions.

Annexe 2 : Présentation du logiciel *NetWookie*

L'objectif

Le point de départ de la création de *NetWookie* réside principalement dans l'absence de solution logicielle évidente pour suivre l'évolution temporelle d'un réseau sur un repère géographique. Partant de ce postulat, il apparaissait que deux parties sensiblement distinctes allaient être intégrées au logiciel. D'une part une partie dite de « Visualisation » qui consiste à mettre en lumière et en animations les données issues du panel de Caen sur les réseaux sociaux. L'enjeu principal de cette partie est de pouvoir naviguer facilement et rapidement entre les réseaux et de pouvoir modifier rapidement les variables à observer (sexe, âge etc.). La seconde partie, plus proche de calculs statistiques, permet de mesurer différentes variables concernant les réseaux chargés dans *NetWookie*.

Technologies & Licences

Pour de raisons de portabilité et de réutilisation de bibliothèques logicielles, *NetWookie* a été développé en Java. La bibliothèque *JXMapView2* publiée sous licence LGPL est le point de départ du développement. Pour les fonds de carte, une volonté d'utiliser des données libres nous a poussé à choisir les cartes issues d'*OpenStreetMap*. Les cartes sont entièrement paramétrables et, pour des raisons de visualisation, utiliser un thème noir et blanc était adapté. *Stamen* fournit un thème idéal, c'est celui que nous avons choisi.

Partie visualisation

La première partie consistait donc à mettre en images les données de réseaux issues du panel de Caen. Ces données comprennent une liste d'Alters avec leurs attributs (âge, sexe, diplôme...) et leurs coordonnées GPS. Sur la carte, plusieurs niveaux de zoom sont disponibles, suivant que l'on veut regarder l'ensemble d'un continent ou bien une région de façon plus spécifique. Il a été convenu que pour plus de visibilité, passé un certain degré de zoom, les cartes soient remplacées par un fond entièrement blanc, d'autant que l'on

ne dispose pas de coordonnées précises au niveau des rues. Cependant une option permet de forcer les cartes à s'afficher à un grand niveau de détail. La première idée a été de différencier plusieurs états temporels des Alters, afin de faire ressortir certaines informations sur les cartes :

- les « Nouveaux » qui sont les Alters qui viennent de rentrer dans le réseau, ils sont caractérisés par une forme de nuage ;
- les « Disparus » qui sont les Alters qui ne font plus partie du réseau, ils sont caractérisés par une forme de fantôme ;
- l'Alter-amour, qui est l'Amoureux/euse, concubin ou conjoint d'Ego, est ici caractérisé par une forme de cœur ;
- Ego est caractérisé par une étoile de couleur turquoise ;
- les « Normaux » qui sont les Alter présents depuis au moins une vague (par opposition aux nouveaux) sont caractérisés par un cercle.

Il a été convenu, pour éviter la superposition sur la carte d'Alters habitants dans la même ville, de les répartir sur un cercle autour de cette ville. Concernant les Alters dont la position est inconnue (non renseignée dans l'enquête), nous avons décidé de les afficher également, mais dans un carré délimité dans l'océan Atlantique. Ce carré est relativement proche de la France pour ne pas avoir à faire trop de va-et-vient inutiles avec le zoom.

Une fois les Alters placés sur la carte, un curseur a été mis en place pour pouvoir rapidement changer la vague d'enquête visualisée (A, B, C, D pour les 4 vagues). Un moteur qui génère les positions intermédiaires entre celles des vagues d'enquête permet de réaliser une animation fluide et de mettre en scène la modification du réseau.

De nombreuses options ont été implémentées, comme le fait de pouvoir ou non afficher les fantômes, qui peuvent prendre trop de place dans certains cas sur les cartes et brouiller l'information. En fonction de la question à visualiser ils sont donc affichés ou non.

Une option pour afficher des *clusters* a également été ajoutée. L'algorithme de calcul des *clusters* est détaillé ici :

```
Pour chaque Alter Faire
  Listeclusters.ajouter(new Cluster(alter))
Fin Pour
Int nbMerge=1
Tant Que nbMerge > 0 Faire
  nbMerge=0
  Pour i=1 {\a} Listeclusters.longueur Faire
    Pour j=i+1 {\a} Listeclusters.longueur Faire
```

```

    Si(distance_entre(Centre_Listerclusters[i],
        Centre_Listercluster[j])<100)
Fusionner(Listerclusters[i], Centre_Listercluster[j])
Nbmerge++
    Fin Si
    Fin Pour
    Fin Pour
Fin Tant Que

```

Un panneau d'affichage d'événements liés à la situation d'Ego a été intégré. Il surveille différentes variables. Il affiche un changement de statut professionnel, de type de cohabitation, d'Alter-Amour ou la naissance d'un premier enfant, par exemple.

Partie statistique

Une liste synthétique de 15 variables a été constituée. Elles sont affichées dans un encart présent sur les cartes et les données peuvent être exportées au format XML. La liste ne sera pas détaillée ici, nous allons seulement préciser la méthodologie de calculs de quelques-unes d'entre elles.

- Triangles fermés : c'est le nombre de connexions entre trois personnes, qui se sont tissées dans le réseau. Deux Alters qui étaient présents mais ne se connaissaient pas en vague X, et qui se fréquentent en vague X+1 constituent une fermeture de triangle. Cependant l'enquête ne recueillait les connexions entre les Alters que pour ceux qui avaient avec Ego un lien fort (pour une simple raison de gain de temps). Il faut donc éliminer le cas où un Alter avait un lien faible avec Ego en vague X et devient un lien fort en vague X+1 car ses connexions sont considérées comme nouvelles, alors qu'elles pouvaient exister auparavant.
- Possibilités de triangles : c'est le nombre de triangles qui auraient pu se fermer en vague X. Pour arriver à ce résultat, on calcule $(n_{\text{alter_normaux}} - 1 * n_{\text{alter_normaux}}) / 2$, c'est-à-dire le nombre de possibilités de fermeture entre Alters de statut « normaux » auquel on soustrait le nombre d'arêtes déjà existantes connectant des Alters « normaux ».
- Nombre de *clusters* : représente le nombre de *clusters* identifiés après avoir utilisé la méthode de *clustering* décrite ci-dessus.
- Plus gros *cluster* : nombre d'Alters présents dans le *cluster* le plus peuplé.
- 2^e gros *cluster* : nombre d'Alters présents dans le second *cluster* le plus peuplé.

Évolution temporelle des réseaux spatiaux : une approche coût-bénéfice

Rémi LOUF⁹⁶, Pablo JENSEN⁹⁷ et Marc BARTHELEMY⁹⁸

La plupart des résultats présentés dans ce texte sont issus de Louf et al., 2013 [158].

Introduction

Notre vie de tous les jours repose sur de nombreux réseaux pour la distribution d'énergie et d'information ainsi que pour le transport des individus. Ces réseaux structurent de façon évidente l'organisation spatiale de nos sociétés. Il est donc crucial de les étudier si l'on veut espérer comprendre les caractéristiques et l'évolution des villes (Batty, 2005 [29]). Tous ces réseaux, malgré leur apparente diversité, sont en fait autant d'exemples de réseaux spatiaux, caractérisés par le fait que leurs nœuds sont ancrés dans l'espace et ont une position bien définie. Du fait de la prise en compte des distances, un coût est associé à l'existence de chaque lien, induisant une structure particulière pour ces réseaux. Grâce à la disponibilité récente de grandes quantités de données, ces structures sont maintenant bien comprises (Barthelemy, 2011 [21]). Cependant, les mécanismes responsables de la formation et de l'évolution dans le temps des réseaux spatiaux n'ont pas été beaucoup étudiés. Plusieurs modèles ont été proposés en géographie spatiale, en économie des transports et en physique (voir Levinson, 2009 [270] pour une revue) pour tenter d'expliquer leur structure statique. En ce qui concerne l'évolution temporelle, quelques modèles existent, en particulier pour décrire l'évolution des réseaux viaires et ferrés (voir Levinson, 2006 [151]; Gastner et Newman, 2006 [107]; Barthelemy, 2008 [23]; Courtat *et al.*, 2011 [74]) mais un cadre général reste à découvrir.

Les premières tentatives de modélisation remontent aux années 1960 dans le domaine de la géographie spatiale (le lecteur intéressé trouvera une revue extensive de ces travaux dans le livre d'Haggett et Chorley, 1969 [122]). Cependant, à cause du manque de données disponibles, l'absence d'ordinateurs

96. Doctorant, Institut de Physique Théorique, Commissariat à l'Énergie Atomique, CNRS -Unité de Recherche Associée 2306.

97. Directeur de recherches, IXXI, Rhône Alpes Complex Systems Institute et Laboratoire de Physique, CNRS, UMR 5672, ENS de Lyon.

98. Chercheur à l'Institut de Physique Théorique, CEA, CNRS-Unité de Recherche Associée 2306 et Centre d'Analyse et de Mathématiques Sociales.

suffisamment puissants et une connaissance superficielle des réseaux, les modèles proposés se fondent sur des règles heuristiques et n'ont pas été étudiés en détail.

Plus récemment, on a pu voir les modèles d'optimisation se multiplier dans la littérature. Le point commun entre tous ces modèles est qu'ils tentent de reproduire les propriétés topologiques des réseaux existants en considérant le réseau qui minimise/maximise une quantité donnée (entre autres, la longueur totale ou le détour index moyen. Une vue d'ensemble de ces modèles est proposée dans la section IV.E de Barthelemy, 2011 [21]). Par exemple, le modèle *hub and spoke* (O'Kelly *et al.*, 1998 [189]) reproduit correctement l'organisation hiérarchique des relations entre villes qui sont observées au moyen d'une technique d'optimisation. Cependant, une vaste majorité des réseaux spatiaux existant ne semblent pas résulter d'une optimisation globale, mais plutôt d'une addition progressive de nœuds et de liens résultant d'une optimisation locale. En choisissant de modéliser les réseaux (spatiaux) comme résultant d'une optimisation globale, on ignore l'horizon limité des instances planificatrices et l'auto-organisation sous-jacente à leur formation.

Aussi, nous choisissons dans ce qui suit de ne pas représenter tous les mécanismes à l'oeuvre dans la formation des systèmes étudiés. En effet, le but de notre modèle est de comprendre quels sont les ingrédients indispensables pour voir émerger les structures à grande échelle que l'on peut observer dans les réseaux réels. Nous nous concentrons donc sur un mécanisme économique très général, et ses conséquences sur les propriétés globales des réseaux.

La croissance des réseaux spatiaux dépend grandement du chemin suivi. Autrement dit, les propriétés du réseau à un certain instant peuvent être expliquées par l'historique des étapes de construction qui ont mené à ce réseau. Il semble donc raisonnable de modéliser la croissance des réseaux par un processus itératif. Quelques modèles itératifs existent déjà dans la littérature, que ce soit pour tenter de comprendre l'apparition de lois de puissance dans Internet (Fabrikant *et al.*, 2002 [92]) ou pour décrire la croissance de réseaux de transport (Black, 1971 [38]; Gastner et Newman, 2006 [107]; Barthelemy et Flammini, 2008 [23]). Dans tous ces modèles, les réseaux sont construits en optimisant étape après étape une quantité géométrique (par exemple, on veut construire à chaque étape le lien le plus court). Cependant, nous croyons que les propriétés topologiques et géométriques des réseaux sont une *conséquence* des processus en jeu. Au mieux, ces propriétés peuvent servir d'approximation pour une autre propriété plus fondamentale. Il apparaîtra dans la suite, par exemple, que l'on peut prendre la longueur d'un lien au lieu du coût de ce lien en première approximation. Trouver ces processus sous-jacents serait une avancée majeure vers un cadre général à l'intérieur

duquel les propriétés des réseaux pourraient être comprises, et, espérons-le, prédites.

Dans cette optique, l'analyse coût-bénéfice propose une méthode systématique pour évaluer la pertinence d'un projet d'un point de vue économique. Elle permet de voir si les coûts dépassent les bénéfices attendus, et donc d'évaluer de façon quantitative sa faisabilité. L'analyse coût-bénéfice n'a été utilisée officiellement pour évaluer les investissements dans les transports que depuis 1960 (Coburn *et al.*, 1960 [68]). Cependant, le concept paraît si intuitif dans nos économies portées vers le profit qu'il semble raisonnable de penser que l'analyse coût-bénéfice pourrait être au cœur des caractéristiques émergentes de nos sociétés. Si l'évolution dans le temps des réseaux a été rarement étudiée, les arguments évoquant les coûts et les bénéfices associés sont quasiment absents de la littérature en physique - le papier de Popović *et al.* (2011 [205]) est une exception notable, quoique les auteurs ne s'intéressent pas à l'évolution temporelle. L'idée que la construction d'un lien est, au moins localement, le résultat d'une analyse coût-bénéfice est séduisante. Nous proposons donc ici un cadre théorique pour la croissance et l'évolution des réseaux spatiaux qui repose sur l'analyse coût-bénéfice. Notre but premier est de comprendre les processus élémentaires qui régissent l'auto-organisation des réseaux spatiaux et conduisent à leurs propriétés à grande échelle.

1. Le modèle

1.1 Cadre général

Nous considérons le cas simple où les nœuds sont répartis uniformément dans le plan, en l'absence de corrélations. Pour un réseau ferré, les nœuds représenteraient les différentes villes, et le réseau croîtrait par addition successive de lignes entre les villes. Les liens sont ajoutés séquentiellement au graphe, comme résultat d'une analyse coûts-bénéfices, jusqu'à ce que tous les nœuds soient connectés. Pour faire simple, nous nous limitons à la croissance d'arbres, ce qui nous permet de nous concentrer sur l'émergence de structures à grande échelle dues à l'équilibre entre coûts et bénéfices. Nous supposons que les agents impliqués dans la construction du réseau sont parfaitement rationnels (et omniscients!) : le lien le plus profitable est construit à chaque étape. Plus précisément, à chaque étape, on construit le lien reliant un nouveau nœud i à un nœud j appartenant déjà au réseau, et tel que la quantité :

$$R_{ij} = B_{ij} - C_{ij}$$

est maximum. B_{ij} est le bénéfice attendu associé à la construction d'un lien entre i et j et C_{ij} est le coût associé à cette construction. L'équation précédente définit le cadre général de notre modèle, et nous allons maintenant nous intéresser au cas particulier des réseaux de transport.

1.2 Application aux réseaux de transport

En première approximation, nous pouvons considérer que le coût est proportionnel à la distance euclidienne entre i et j , c'est-à-dire :

$$C_{ij} = \kappa d_{ij}$$

où κ représente le coût d'un lien par unité de longueur. La question des bénéfices est plus délicate. Pour un réseau ferré, une hypothèse simple et raisonnable est d'écrire que les bénéfices attendus sont proportionnels au trafic attendu :

$$B_{ij} = \eta T_{ij} d_{ij}$$

où η représente les bénéfices par passager par unité de longueur. Il reste à estimer le trafic entre les deux villes, et nous suivons pour cela l'hypothèse simple souvent utilisée dans la littérature de la loi de gravité (Stewart, 1948 [249]; Erlander et Stewart, 1990 [90]) :

$$T_{ij} = k \frac{M_i M_j}{d_{ij}^a}$$

où $M_{i(j)}$ est la population de la ville i (j) et k le taux associé au processus. Le paramètre a détermine la portée de l'attraction d'une ville : on choisit pour ce paramètre une valeur > 1 (ainsi les bénéfices diminuent avec la distance). La validité à la fois théorique et empirique de cette loi est controversée, et des améliorations ont été proposées récemment (Simmini *et al.*, 2012 [243]; Gargiulo *et al.*, 2012 [106]). Cependant, la loi de gravité présente l'avantage d'être simple et de capturer l'essence du phénomène : la décroissance du trafic avec la distance, et sa croissance avec la population. Finalement, la fonction de coût s'écrit :

$$R'_{ij} = k \frac{M_i M_j}{d_{ij}^a} - \beta d_{ij}$$

où $\beta = \kappa/\eta$ représente l'importance relative des coûts par rapport aux bénéfices. On suppose que les populations des villes sont distribuées selon une loi de puissance d'exposant $1 + \mu$ ($\mu \approx 1.1$ pour les villes dans le monde - Zipf, 1949 [271]) et le modèle dépend essentiellement des paramètres a et β . Dans la suite, nous supposons la valeur de a fixée. La valeur exacte que nous choisissons n'a pas d'importance, les résultats obtenus étant qualitativement les mêmes.

2. Transition entre graphe en étoile et arbre couvrant minimum

2.1 Existence d'une échelle typique dans le problème

Les deux termes de l'équation précédente sont du même ordre quand $\beta = \beta^*$ avec :

$$\beta^* = k \overline{M}^2 \rho^{a/2}$$

où \overline{M} est la population moyenne, $\rho = N/L^2$ la densité de nœuds, L la taille typique du système. Dans les discussions théoriques qui suivent, nous prendrons $k = 1$ (en faisant attention de ne pas l'oublier dans les discussions empiriques). β^* peut être également interprété comme le trafic moyen par unité de temps :

$$\beta^* = \langle T \rangle$$

Cette interprétation se révèle plus pratique pour la comparaison des résultats du modèle avec des données empiriques.

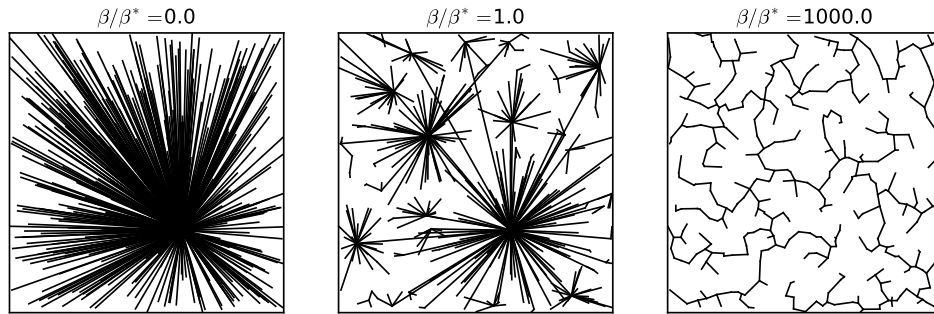
À partir de l'équation , on peut deviner l'existence de deux régimes distincts en fonction de la valeur de β :

1. Quand $\beta \ll \beta^*$, le terme de coût est négligeable devant le terme de bénéfice. Les nouvelles villes attachées au réseau tendent à se connecter aux villes les plus influentes. Dans le cas où a est proche de 1, on obtient un graphe en étoile constitué d'un *hub* unique auquel toutes les autres villes se connectent.
2. Quand $\beta \gg \beta^*$, les bénéfices sont cette fois négligeable devant les coûts. Les nouvelles villes se connectent à leur plus proche voisin. Notre algorithme est alors équivalent à une implémentation de l'algorithme de Prism : le graphe est un arbre couvrant minimum.

Le régime $\beta \approx \beta^*$ nécessite une étude plus approfondie. En premier lieu, nous aimerions savoir si la transition entre les deux structures extrêmes est brutale (transition de phase), ou plus lente (*crossover*).

2.2 Étude de la transition

FIGURE 62 – Graphes obtenus pour plusieurs valeurs du rapport β/β^* , pour le même agencement initial des nœuds ($a = 1$, $\mu = 1.1$, 400 villes). On retrouve le graphe en étoile et l'arbre couvrant minimum respectivement pour des petites et grandes valeurs de β/β^* .



La figure 62 montre les graphes obtenus pour le même ensemble de nœuds pour trois valeurs différentes du rapport β/β^* , qui confirme la discussion précédente sur les deux régimes extrêmes. Le simple aspect visuel semble montrer qu'un type différent de graphe apparaît quand $\beta \sim \beta^*$, ce qui suggère l'existence d'un changement de régime continue entre le graphe en étoile et l'arbre couvrant minimum. Ce graphe n'est pas sans rappeler la structure en *hub and spoke* (O'Kelly *et al.*, 1996 [190]). Cependant, cette structure particulière émerge ici comme la conséquence de l'auto-organisation du système et non d'un processus d'optimisation.

Afin de pouvoir suivre la transition, il est nécessaire de trouver une quantité qui ait un comportement différent lorsque l'on est en présence d'un graphe en étoile ou d'un arbre couvrant minimum. En fait, la dépendance de la longueur totale L_{tot} du réseau en fonction du nombre de nœuds est différente dans ces deux types de réseaux. En effet, dans le cas d'un graphe en étoile, tous les nœuds sont connectés au même *hub* et la taille typique d'un lien est donc L (à un facteur numérique près), la taille typique du système dans lequel les nœuds sont distribués. On obtient donc :

$$L_{tot} \sim L N$$

D'un autre côté, pour l'arbre couvrant minimum, chaque nœud est connecté à son plus proche voisin, à une distance qui est typiquement donnée par $\ell_1 \sim L/\sqrt{N}$, ce qui donne finalement :

$$L_{tot} \sim \ell_1 N = L \sqrt{N}$$

De manière plus générale, nous nous attendons à avoir $L_{tot} \sim N^\tau$ et l'on montre sur la figure 63 la variation de l'exposant τ avec le paramètre normalisé β/β^* . Pour $\beta = 0$, on a $\tau = 1$ et l'on retrouve bien le comportement $L_{tot} \propto N$ typique d'un graphe en étoile. Dans la limite $\beta \gg \beta^*$, on retrouve de même $L_{tot} \propto \sqrt{N}$, typique d'un arbre couvrant minimum. Pour des valeurs intermédiaires du rapport β/β^* on observe une variation continue de l'exposant τ dans l'intervalle $[0.5, 1]$. Ce comportement surprenant au premier abord prend racine dans l'hétérogénéité des degrés et nous pouvons montrer que ce comportement peut être compris comme résultant de la structure particulière des réseaux dans le régime intermédiaire (Louf *et al.*, 2013 [158]).

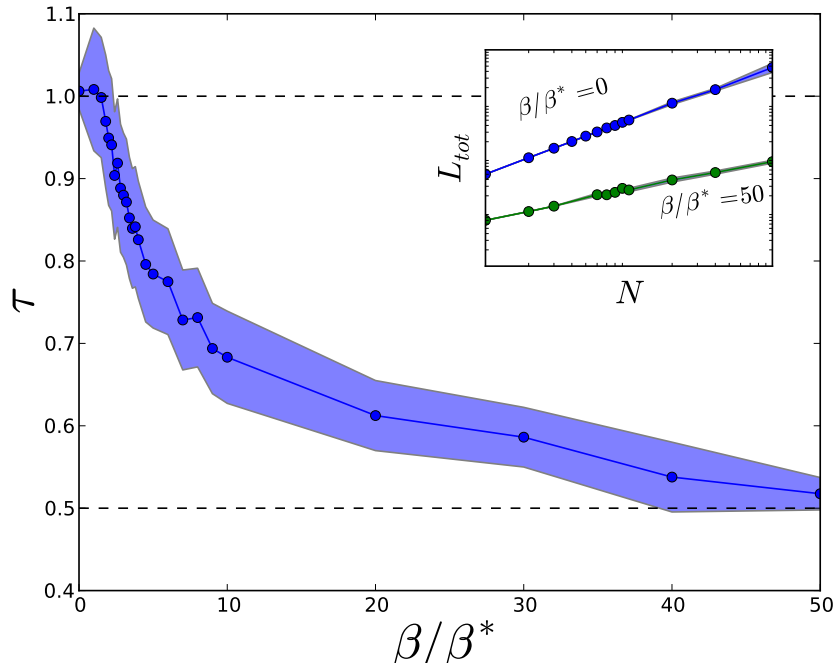
3. Hiérarchie spatiale

Maintenant que nous connaissons la nature de la transition entre le graphe en étoile et l'arbre couvrant minimum, nous souhaiterions explorer la structure des graphes dans le régime intermédiaire. Le graphe correspondant au régime intermédiaire sur la figure 62 exhibe une structure particulière qui correspond à une structure hiérarchique, observée dans de nombreux réseaux (Sales-Pardo *et al.*, 2007 [232]). Inspirés par l'observation des réseaux dans le régime $\beta \sim \beta^*$, nous définissons un nouveau type de hiérarchie, la hiérarchie spatiale. Un réseau est dit spatialement hiérarchique si :

1. le réseau présente une organisation hiérarchique de *hubs*. Ces *hubs* sont reliés entre eux par des liens de plus en plus courts au fur et à mesure que l'on descend dans la hiérarchie ;
2. les *hubs* ont chacun leur propre zone d'influence (nœuds de degré 1 auxquels ils sont reliés). Les zones d'influence d'un même niveau hiérarchique sont clairement séparées les unes des autres. Les zones d'influence d'un niveau donné sont incluses dans les zones d'influence des nœuds du niveau hiérarchique supérieur.

La pertinence de cette définition peut être évaluée qualitativement sur la figure 64 (gauche), où l'on représente les zones d'influence par des cercles colorés, chaque couleur correspondant à un niveau hiérarchique différent.

FIGURE 63 – Variation de l'exposant τ avec β/β^* , la partie colorée représente la déviation standard des résultats. On retrouve bien l'exposant $\tau = 1$ correspondant au graphe en étoile pour $\beta \ll \beta$ et l'exposant $\tau = 1/2$ correspondant à l'arbre couvrant minimum à l'autre extrême. Entre les deux, on observe une variation continue de l'exposant, ce qui suggère un structure non triviale des réseaux correspondants. Afin d'illustrer la façon dont est déterminée la valeur de τ , on représente dans l'encart la variation de L_{tot} avec N pour deux valeurs différentes de β/β^*

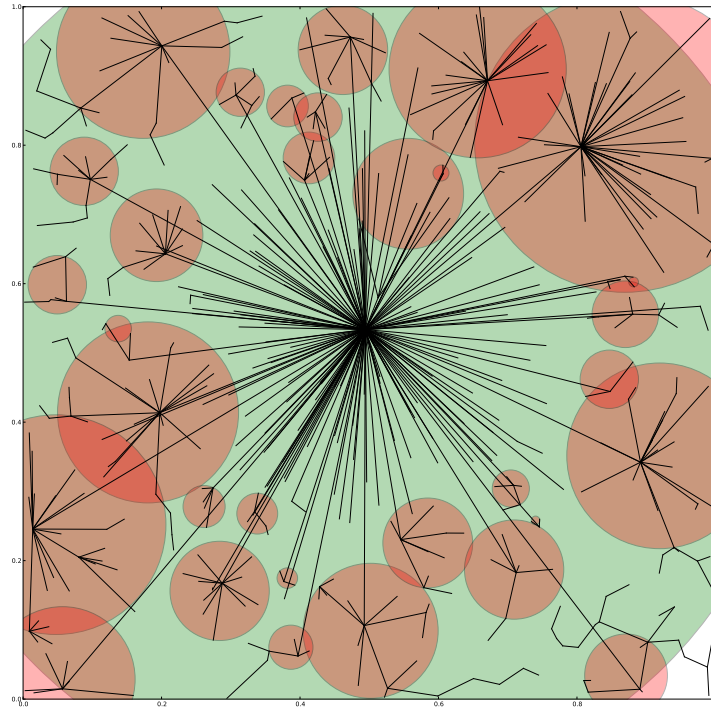


Néanmoins, afin de limiter la part d'arbitraire dans l'application de la définition, il est souhaitable d'aller au-delà d'une simple description qualitative de cette structure. Pour ce faire, nous proposons dans ce qui suit une preuve quantitative du fait que les graphes dans le régime $\beta \sim \beta^*$ sont spatialement hiérarchiques.

3.1 Distance entre les niveaux hiérarchiques

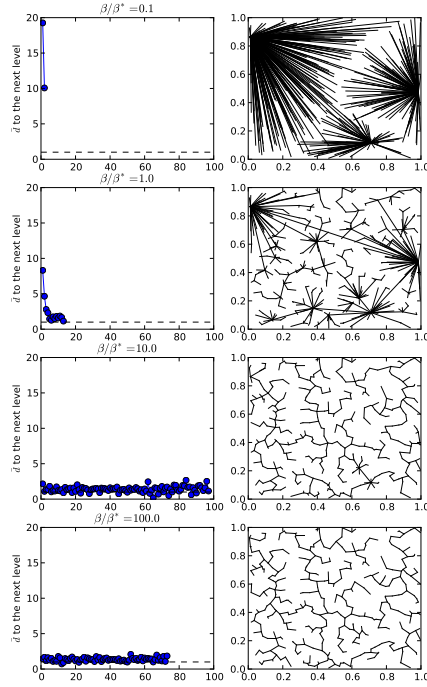
Nous proposons dans cette partie une caractérisation quantitative de la première partie de notre définition de hiérarchie spatiale. La première étape

FIGURE 64 – Exemple de graphe où les zones d’influence sont représentées pour les deux premiers niveaux hiérarchiques.



consiste en l’identification de la racine du réseau : dans un arbre, définir une racine revient à définir une organisation hiérarchique. On choisit ici le nœud dont la population est la plus élevée pour racine (qui correspond au plus grand *hub* pour $\beta \ll \beta^*$), et nous pouvons alors mesurer différentes quantités en fonction du niveau hiérarchique. L’évolution de la distance euclidienne moyenne \bar{d} entre deux niveaux successifs en fonction de la distance à la racine est représentée sur la figure 65 (pour illustrer le propos et aider à la compréhension, nous traçons également les réseaux correspondant à côté). Pour des valeurs relativement faibles de β/β^* , \bar{d} décroît quand on s’éloigne de la racine, ce qui confirme l’idée avancée que les graphes dans le régime $\beta \sim \beta^*$ présentent une structure hiérarchique où les niveaux sont de plus en plus proches au fur et à mesure que l’on s’éloigne de la racine. Enfin, quand $\beta/\beta^* \gg 1$, la distance entre deux niveaux consécutifs fluctue autour de $\ell_1 \sim 1/\sqrt{\rho}$, ce qui correspond à la distance moyenne entre deux plus proches voisins pour un processus de Poisson. La structure hiérarchique susmentionnée est donc absente des graphes dans ce régime.

FIGURE 65 – Distance moyenne entre les niveaux hiérarchiques successifs pour différentes valeurs de β/β^* (gauche) à côté des graphes correspondant (droite). Le nœud qui a la plus importante population est pris comme racine.

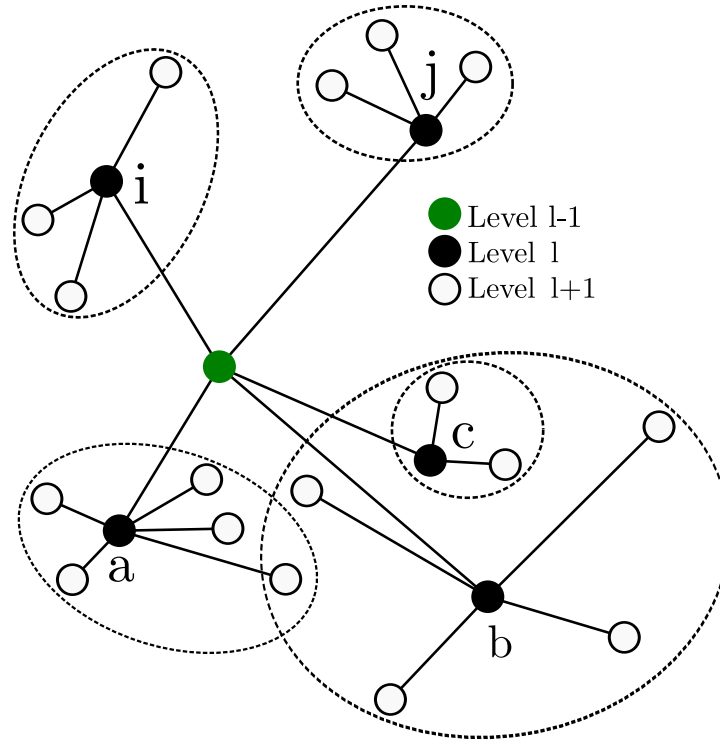


3.2 Séparation géographique des zones d'influence

Nous discutons maintenant la partie *ii* de la définition de la hiérarchie spatiale, c'est-à-dire l'agencement spatial des différents *hubs*. Une propriété que l'on peut attendre d'un réseau spatialement hiérarchique est en effet la séparation géographique. On définit un indice de séparation géographique comme la moyenne sur tous les niveaux hiérarchiques de la fonction de séparation $S(i, j)$ qui quantifie la séparation entre les zones d'influence des *hubs* i et j appartenant à un même niveau hiérarchique (Louf *et al.*, 2013 [158]). La figure 66 illustre la définition de la fonction de séparation. L'indice de séparation est égal à 1 si les zones d'influences sont parfaitement séparées, 0 si elles se superposent parfaitement.

On trace l'indice de séparation en fonction de β/β^* sur la figure 67. On constate que pour $\beta/\beta^* \geq 1$, l'indice de séparation géographique atteint des valeurs supérieures à 0.90, ce qui confirme le fait que ces graphes possèdent une structure faite de *hubs* qui contrôlent chacun des régions bien distinctes

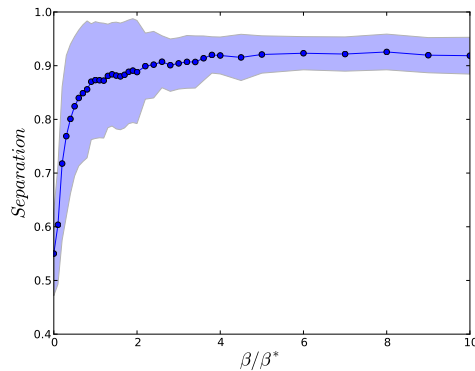
FIGURE 66 – Illustration de la zone d’influence (pointillés) autour de plusieurs nœuds. D’après notre définition de l’indice de séparation, on a $S(i, j) = 0$, $0 < S(a, b) < 1$ et $S(b, c) = 1$.



sur le plan géographique. Bien sûr, la définition de la zone d’influence (prise ici comme un cercle de rayon le lien le plus long partant du *hub*) influence grandement les résultats, mais le même comportement qualitatif serait observé pour n’importe quelle forme convexe.

En conclusion, les graphes produits par notre modèle dans le régime $\beta \sim \beta^*$ satisfont aux deux points de notre définition de hiérarchie spatiale. Nous avons vu précédemment que dans ce régime, la longueur totale du réseau L_{tot} dépend du nombre de nœuds N d’une façon non-triviale, avec un exposant qui varie continûment avec β/β^* . Cette propriété peut en fait s’expliquer par la hiérarchie spatiale, comme le montre l’étude d’un modèle-jouet (Louf *et al.*, 2013 [158]).

FIGURE 67 – Indice de séparation moyenné sur tous les niveaux hiérarchiques du graphe pour différentes valeurs de β/β^* . La partie colorée représente la déviation standard des valeurs obtenues.



4. Considérations empiriques

4.1 Estimation de β/β^* pour différents réseaux ferrés

Nous commençons par estimer la valeur de β/β^* pour différents réseaux ferrés dans le monde. Pour certains pays, nous avons été capables d'extraire les données provenant de sources diverses (notamment les rapports financiers des compagnies qui exploitent le réseau), et les résultats sont présentés dans la table 13. On estime β à partir de sa définition, c'est-à-dire :

$$\beta = \frac{C_M}{P_T L_{tot}}$$

où C_M est le coût de maintenance et fonctionnement par an, L_{tot} la longueur totale du réseau et P_T le prix moyen par kilomètre du ticket. Pour estimer β^* , on utilise l'interprétation en termes de trafic moyen :

$$\beta^* = \frac{T_{tot}}{L_{tot}}$$

où T_{tot} est la distance totale voyagée par an.

De façon remarquable, les valeurs calculées pour le rapport β/β^* sont toutes de l'ordre de 1 (variant entre 0.20 et 1.56). Dans l'optique du modèle étudié, cela signifie que tous ces réseaux ferrés sont dans un régime spatialement hiérarchique, suggérant que la hiérarchie spatiale est une propriété importante des réseaux réels.

Notons cependant que dans notre modèle, la valeur de β/β^* est imposée de façon exogène, alors qu'elle s'est établie de façon endogène dans les réseaux réels. Il serait intéressant de comprendre comment construire un modèle qui conduit à de telles valeurs d'une façon endogène.

TABLEAU 13 – Estimation empirique de β et β^* . Le tableau donne la distance totale voyagée (en km), la longueur totale du réseau (en km), les dépenses annuelles en maintenance et coûts de fonctionnement (en euros par an) et le prix moyen du ticket (en euros par km). Toutes les valeurs données le sont pour l'année 2011. À partir de ces données, nous calculons la valeur empirique de β , β^* et leur rapport (les données proviennent de sources diverses, entre autre des rapports financiers des compagnies exploitantes)

Pays	Distance voyagée (passagers-kms/an)	Longueur (kms)	β^* (passagers/an)	Coût de maintenance (euros/an)	Prix moyen du ticket (euros/km)	β (passagers/an)	β/β^*
France	88.1 10 ⁹	29,901	2.94 10 ⁶	2.10 10 ⁹	0.12	5.85 10 ⁵	0.20
Allemagne	79.2 10 ⁹	37,679	2.10 10 ⁶	7.50 10 ⁹	0.30	6.60 10 ⁵	0.32
Inde	978.5 10 ⁹	65,000	1.51 10 ⁷	3.00 10 ⁹	0.01	4.61 10 ⁶	0.31
Italie	40.6 10 ⁹	24,179	1.68 10 ⁶	4.30 10 ⁹	0.20	8.89 10 ⁵	0.53
Espagne	22.7 10 ⁹	15,064	1.51 10 ⁶	3.16 10 ⁹	0.11	1.91 10 ⁶	1.26
Suisse	18.0 10 ⁹	5,063	3.55 10 ⁶	2.03 10 ⁹	0.17	2.36 10 ⁶	0.66
Royaume-Uni	62.7 10 ⁹	16,321	3.84 10 ⁶	12 10 ⁹	0.16	4.59 10 ⁶	1.19
États-Unis	17.2 10 ⁹	226,427	7.59 10 ⁴	2.96 10 ⁹	0.11	1.18 10 ⁵	1.56

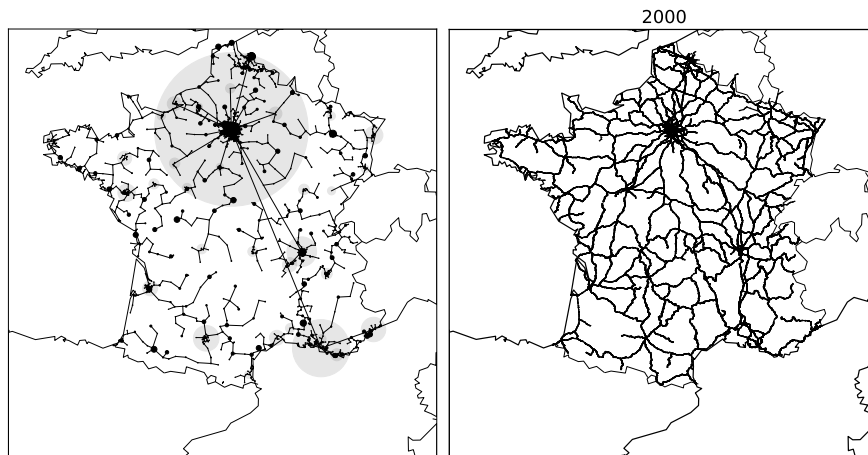
4.2 Comparaison entre réseau simulé et réseau réel

Afin de juger du réalisme de notre modèle, nous simulons le réseau qui serait obtenu pour les 5 000 communes françaises les plus peuplées avec la valeur de β donnée dans la table 13 pour le réseau ferré français. On obtient le réseau montré sur la figure 68. Le réseau tel qu'il était en 2000 est tracé à côté, à titre de comparaison. Les résultats du modèle sont encourageants : les lignes principales sont représentées, et le réseau simulé semble s'articuler autour des plus grandes villes (les *hubs*) comme Paris, Lyon, Lille, etc. comme dans le cas du réseau réel. Cela dit, la comparaison permet également de mettre en évidence les points manquants du modèle :

- la création de boucles. Le modèle construit des arbres, alors que le réseau réel est de façon évidente constitué de boucles ;
- la croissance par lignes. Le modèle ajoute des segments un par un, alors que le réseau réel croît par addition successive de lignes qui sont constituées de plusieurs segments.

Nous croyons qu'une fois ces ingrédients ajoutés, les graphes générés par le modèle se rapprocheront des graphes réels.

FIGURE 68 – (Gauche) Graphe produit par notre modèle pour les 5 000 villes françaises les plus peuplées. La valeur de β choisie pour la simulation est celle mesurée pour le réseau réel et donnée dans la table 13. La valeur de β^* est déterminée par la donnée de la position et la population des différentes villes (cf équation). (Droite) Graphe du réseau ferré français en 2000 (Schwartz *et al.*, 2011 [237]). (Données rassemblées par Loic Sapet et Thomas Thévenin)



Conclusions et perspectives

Nous avons présenté dans ce texte un modèle de croissance pour les réseaux spatiaux fondé sur l’analyse coût-bénéfice. Ce modèle permet de discuter les effets d’une optimisation locale sur les propriétés à grande échelle de ces réseaux. Nous avons appliqué ce cadre théorique à l’étude des réseaux de transports, et avons dans un premier temps montré que le modèle présente un changement de régime entre le graphe en étoile et l’arbre couvrant minimum quand l’importance relative des coûts augmente. Ensuite, nous avons montré que ce modèle prédit l’émergence d’une structure spatialement hiérarchique dans un régime intermédiaire où coûts et bénéfices sont du même ordre. Enfin, nous avons tenté de mettre le modèle en perspective avec les données concernant les réseaux ferrés. De façon remarquable, les réseaux ferrés existant tombent dans le régime intermédiaire, suggérant l’omniprésence de la hiérarchie spatiale dans ces réseaux.

Nous nous limitons ici à la croissance itérative d’arbres pour nous concentrer sur les conséquences à grande échelle du mécanisme coût-bénéfice. Des études plus poussées sont nécessaires pour découvrir le mécanisme de formation de boucles dans les réseaux, ainsi que pour intégrer la notion de

croissance par lignes. Nous pensons néanmoins que le modèle ici présenté reste le cadre théorique adéquat.

Enfin, il semble plausible que le cadre général de croissance suivant une analyse coût-bénéfice pourrait être appliqué à la modélisation de systèmes autres que les réseaux de transport : réseaux de distribution d'énergie, cerveau, etc. Il capture en effet les propriétés fondamentales des réseaux spatiaux, tout en étant suffisamment versatile pour modéliser une grande diversité de systèmes.

Les chaînes hospitalières en Inde. Quels modèles pour approcher la diffusion spatiale de ces réseaux de soins ?

Bertrand LEFEBVRE⁹⁹

Introduction

Depuis les années 1980, on assiste en Inde au développement de nouveaux réseaux de soins hospitaliers privés. Des entreprises à objectif commercial ouvrent des établissements hospitaliers dans un secteur traditionnellement dominé par les hôpitaux publics et les hôpitaux caritatifs. L'allongement de l'espérance de vie, l'essor rapide d'une classe moyenne urbaine, la forte fragmentation de l'offre hospitalière, entre petites cliniques, hôpitaux caritatifs et hôpitaux publics surchargés, ont créé un contexte attractif pour les investisseurs indiens et étrangers (Lefebvre, 2010 [149]). Par ailleurs, dans un contexte de baisse des investissements publics dans le secteur hospitalier, l'essor de ces chaînes hospitalières a été fortement soutenu par des mesures gouvernementales d'exemptions fiscales et douanières ou l'obtention de terrains à prix subventionné (Lefebvre, 2009 [148]). Ces entreprises, de par leur capitalisation et l'accès aux marchés financiers, forment des réseaux de soins hospitaliers de grande ampleur dans le contexte indien. À la recherche d'économie d'échelle et de réseau, elles ciblent aujourd'hui aussi bien les grands marchés tels que Delhi ou Bangalore, que des métropoles régionales en forte croissance comme Pune, Ahmedabad, voire des villes secondaires.

Ce mouvement de corporatisation¹⁰⁰ loin d'être spécifique à l'Inde a déjà été décrit aux États-Unis (Salmon, 1990 [233] ; Lindorff, 1992 [155]), en Australie (Barnett et Brown, 2006 [16]) ou en Malaisie (Chee, 2008 [63]). Ces travaux ont montré que l'essor des chaînes hospitalières s'inscrivait dans un contexte de privatisation et de marchandisation accélérées de la santé. La création des chaînes hospitalières par leur taille, leur capitalisation, l'étendue spatiale et l'organisation de leur réseau représentent une innovation dans le secteur hospitalier. Le développement de leur réseau peut donc être analysé comme la diffusion d'une innovation sur un territoire. L'essor des chaînes hospitalières aux États-Unis à partir des années 1960 s'inscrivait dans une géographie particulière (Lindorff, 1992, *op. cit.*). Les États du sud ont été les foyers de diffusion de ces chaînes hospitalières par la combinaison de différents facteurs comme la présence d'une nouvelle génération d'entrepreneurs

99. Géographe, Post-Doctorant, MTG-UMR IDEES CNRS, Université de Rouen.

100. On entend ici la corporatisation comme l'entrée d'entreprises à objectif commercial dans un secteur traditionnellement dominé par le secteur public ou des sociétés à but non lucratif.

très impliqués dans les services, l'essor économique de ces régions, l'absence de grands hôpitaux privés caritatifs ou universitaires comme dans le nord-est du pays, une conception libérale et *a minima* des politiques locales de santé. Dans d'autres pays, la diffusion des réseaux hospitaliers s'inscrit dans des espaces métropolitains en forte croissance économique et démographique.

Parce que les groupes qui composent ce secteur très dynamique sont variés en termes de taille, de composition du capital, d'origine géographique, de stratégies de développement (diversification, spécialisation, partenariats) et de marchés ciblés (grandes métropoles, villes secondaires), l'organisation spatiale de leurs réseaux reste difficile à analyser en Inde. Certains groupes peuvent ainsi suivre une stratégie de développement ciblant les aires métropolitaines tout en développant leur réseau en direction de villes secondaires. Certains groupes, après avoir adopté des stratégies métropolitaines, reviennent à des modèles d'expansion locale faute de moyens financiers suffisants pour poursuivre leur croissance.

Face à ces processus centralisés de diffusion, où une entreprise oriente l'implantation des sites, quels modèles de diffusion spatiale peut-on mobiliser pour analyser la diffusion de ces nouveaux acteurs dans le territoire indien ? Quelles structures spatiales se révèlent à travers la diffusion des chaînes hospitalières ? Quel peut être le poids de la hiérarchie urbaine dans la diffusion de ce secteur ? Alors que les travaux de géographie qui s'intéressent aux entreprises indiennes se concentrent sur la question des *clusters* d'innovation (Leducq et Lusso, 2011 [147]), des districts marshalliens (Kennedy, 2009 [132] ; Lachaier, 1999 [138]), on propose ici d'analyser les stratégies d'acteurs économiques à l'échelle de l'espace économique national.

Nous présenterons dans un premier la méthodologie mobilisée pour cette analyse. On reviendra notamment sur la constitution des sources de données (chaînes hospitalières, réseau urbain) et les modèles de diffusion mobilisés. On présentera ensuite les résultats de l'analyse en revenant sur les différentes stratégies et la diffusion des chaînes hospitalières dans le système urbain indien. Enfin on discutera des résultats obtenus et des suites possibles à donner à ce travail.

1. Méthodologie

1.1 Définir une chaîne hospitalière

Plusieurs critères ont été retenus pour définir une chaîne hospitalière et sélectionner les entreprises étudiées. Ces critères reposent sur des travaux passés sur les chaînes hospitalières (Lindorff, 1992 [155] ; Lefebvre, 2010 [149])

et sur la nécessité d'une définition cohérente et homogène de ces nouveaux réseaux de soins en termes de réseau, de services médicaux et de diffusion spatiale.

Entreprise commerciale : les chaînes hospitalières sont des entreprises à objectif commercial. L'objectif commercial est au cœur de la définition d'une chaîne hospitalière et marque historiquement une rupture majeure avec les traditionnels hôpitaux privés caritatifs en Inde comme dans d'autres pays. Plusieurs réseaux hospitaliers privés à objectif caritatif comme *Aravind Eye Care System* ou *LV Prasad Eye Institute* n'ont pas été retenus.

Services hospitaliers : plusieurs réseaux ont été exclus lorsque les soins offerts dans leurs établissements ne correspondaient pas à la définition des services hospitaliers proposée par l'OMS¹⁰¹. Des groupes de santé comme *Vasan Eye Care*, *Nova Medical Centre* ou *Dr Agarwal's Eye Hospital* n'ont pas été retenus car, selon les informations disponibles, les soins prodigués sont limités à la chirurgie ambulatoire, et leurs établissements ne sont pas ouverts en permanence.

Réseau hospitalier : des groupes de santé ont développé des réseaux de soins hiérarchisés dans lesquels un établissement hospitalier s'intègre dans un réseau de centres de soins ambulatoires, de centres de diagnostique et de pharmacies (*Dr Moopen*, *Sagar Hospitals*, *BSR Healthcare*, *Artemis*). Une chaîne hospitalière s'appuie sur un réseau composé de *plusieurs établissements hospitaliers*.

Réseaux multi-sites : plusieurs groupes hospitaliers qui répondaient aux critères précédents n'ont pas été sélectionnés car tous leurs établissements sont localisés dans une seule unité urbaine comme les groupes *Yashoda Hospitals* et *Lifespring* à Hyderabad, *Soni Hospitals* à Jaipur, *Indus Hospital* à Chandigarh. La localisation dans au moins deux unités urbaines différentes est un critère directement lié à l'étude de la diffusion spatiale des chaînes hospitalières.

101. "They are health care institutions that have an organized medical and other professional staff, and inpatient facilities, and deliver medical, nursing and related services 24 hours per day, 7 days per week. Hospitals offer a varying range of acute, convalescent and terminal care using diagnostic and curative services in response to acute and chronic conditions arising from diseases as well as injuries and genetic anomalies. In doing so they generate essential information for research, education and management. Traditionally oriented on individual care, hospitals are increasingly forging closer links with other parts of the health sector and communities in an effort to optimize the use of resources for the promotion and protection of individual and collective health status.", <http://www.who.int/topics/hospitals/en/>

1.2 Sources de données : chaînes hospitalières et système urbain indien

À partir d'une première liste de 50 groupes privés de santé, 20 entreprises ont été sélectionnées pour 2013, en fonction des critères précédemment énoncés (tableau 14). En 2008, un exercice similaire avait abouti à une sélection de 8 chaînes hospitalières. Cette augmentation importante s'explique en partie par la création de nouveaux groupes dans les années 2000 et leur essor progressif dans de nouvelles unités urbaines.

TABLEAU 14 – Entreprises de santé indiennes sélectionnées

Chaînes hospitalières	Année de création	Siège	Etat du siège	Nb d'hôpitaux	Nb de lits
Apollo Hospitals	1983	Chennai	Tamil Nadu	36	7778
Fortis Healthcare	2001	Delhi	Delhi	27	4564
Vaatsalya Hospitals	2005	Bangalore	Karnataka	17	1143
RG Stone	1987	Delhi	Delhi	14	349
HealthCare Global	2001	Bangalore	Karnataka	13	550
Narayana Hrudayalaya Hospitals	2001	Bangalore	Karnataka	13	6650
CARE	1997	Hyderabad	Andhra Pradesh	12	1824
Metro Heart	1997	Delhi	Delhi	12	1814
Columbia	2005	Bangalore	Karnataka	11	1181
Manipal Hospitals	1953	Bangalore	Karnataka	11	2333
Sahyadri Hospital	1993	Pune	Maharashtra	10	900
Max Healthcare	2002	Delhi	Delhi	9	1840
Wockhardt Hospitals	1989	Mumbai	Maharashtra	9	1330
Sterling Hospitals	2001	Ahmedabad	Gujarat	7	1006
Vikram Hospital	2000	Mysore	Karnataka	7	329
Vrundavan Shalby Hospital	1994	Ahmedabad	Gujarat	7	640
Global Hospitals	1998	Hyderabad	Andhra Pradesh	5	1950
Rockland	2004	Delhi	Delhi	5	1315
Kovai Hospitals	1987	Coimbatore	Tamil Nadu	3	857
SevenHills	1992	Visakhapatnam	Andhra Pradesh	2	556
TOTAL				230	38909

Parce qu'il n'existe pas de système national d'enregistrement des établissements hospitaliers en Inde, une base de données a été constituée à partir de différentes sources d'informations : entretiens (2004-09), presse spécialisée et financière, sites internet et rapports financiers des groupes hospitaliers, associations professionnelles. Une première version de cette base de donnée rassemblant des informations sur les établissements hospitaliers (propriétaire, nombre de lits, adresse) a été mise au point en 2008-09 puis mise à jour en 2012-13.

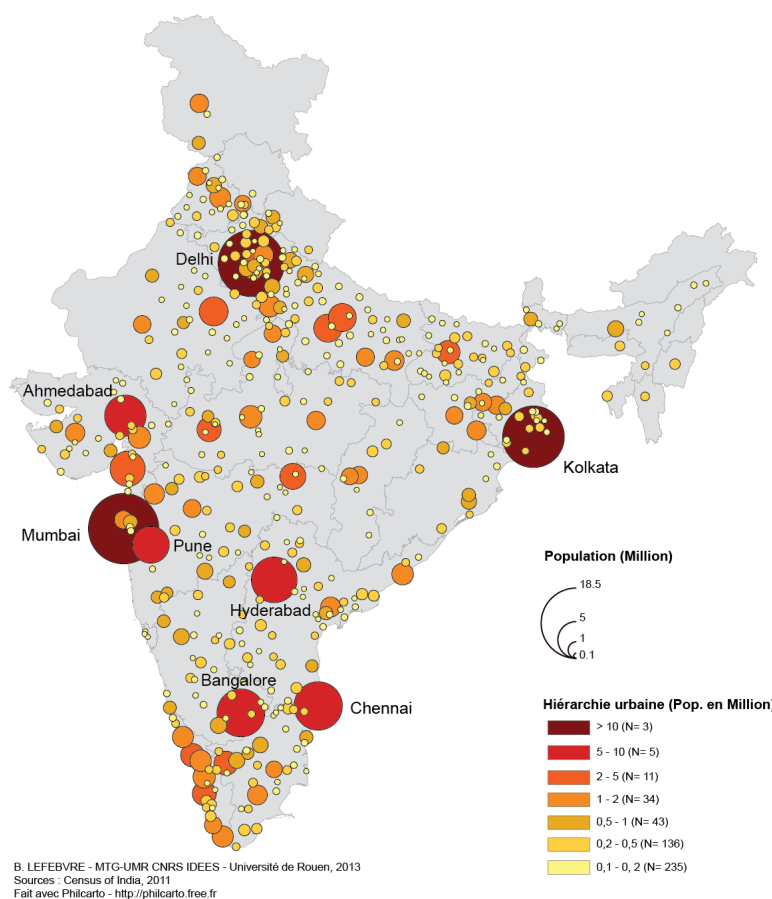
La base de données ainsi constituée rassemble 230 établissements hospitaliers et 38 909 lits d'hospitalisation pour 2013. Le nombre de lits n'a pu être retrouvé pour 13 établissements soit 5,7% du total. En l'absence de données nationales fiables, il est difficile de mesurer le poids des chaînes hospitalières dans le secteur hospitalier indien. Le nombre total d'hôpitaux et de lits des chaînes hospitalières représentent respectivement 2% et 5% du secteur hospitalier gouvernemental (MoHFW, 2010-11). En moyenne, une chaîne hospitalière compte 12 établissements et 1 945 lits d'hospitalisation. La taille moyenne d'un établissement est de 179 lits.

Afin de localiser les hôpitaux et d'analyser la diffusion des établissements dans le système urbain indien, une base de données des unités urbaines de plus de 100 000 habitants en 2011 a été constituée¹⁰². Devant la possibilité de mobiliser une base SIG des unités urbaines de plus de 50 000 habitants pour 2001, nous avons privilégié des données plus récentes. 14 établissements hospitaliers (6% du total) rassemblant 1 272 lits (3% du total) sont localisés dans des zones rurales ou dans des unités urbaines inférieures à 100 000 habitants. Avec une taille deux fois inférieure à la moyenne (91 lits contre 179 lits), ces petits établissements ne seront pas pris en compte dans la présente analyse. Par ailleurs l'unité urbaine de Port Blair qui se trouve isolée dans l'archipel des Andamans, à près de 1 200 km des côtes indiennes, a aussi été exclue. Cette unité urbaine de 106 000 habitants ne compte aucun établissement de chaînes hospitalières. 467 unités urbaines ont ainsi été géolocalisées à travers le pays.

Avec 265 millions d'habitants, ces unités urbaines rassemblent 70% de la population urbaine indienne. La figure 69 met en lumière les principaux foyers d'urbanisation (seuil indo-gangétique, sud et ouest du pays) et l'importance de la métropolisation avec 161 millions d'habitants vivant dans 53 unités urbaines de plus d'un million d'habitants. L'absence de primatie urbaine à l'échelle d'un pays-continent comme l'Inde souligne l'importance de considérer la régionalisation des systèmes urbains et de leur hiérarchie. 50% des unités urbaines considérées comptent moins de 200 000 habitants.

102. Nous reprenons pour notre analyse les données du *Census of India* alors que leur définition officielle des unités urbaines prête à débat. Pour une discussion des mesures de l'urbanisation indienne voir Denis et Marius-Gnanou (2011 [83]).

FIGURE 69 – Les unités urbaines de plus de 100 000 habitants



2. Analyser la diffusion des chaînes hospitalières en Inde

2.1 Stratégies spatiales et géographie du secteur

Il paraît essentiel pour comprendre la diffusion des chaînes hospitalières en Inde, et notamment leur distribution dans le système urbain, de caractériser les différentes stratégies spatiales, qu'elles soient clairement énoncées ou *de facto*. On s'appuie ici sur des entretiens avec différents managers de groupes hospitaliers et sur les rapports financiers de certains groupes.

Stratégie métropolitaine : les marchés métropolitains sont souvent au cœur de la stratégie de déploiement des chaînes hospitalières. Ces marchés

sont des pôles majeurs de croissance économique qui concentrent un fort potentiel de clients mais aussi de personnel. De par leurs infrastructures, ils offrent aussi la possibilité de se positionner sur le marché du tourisme médical (aéroports internationaux). Malgré les distances qui peuvent séparer les métropoles et des coûts d'investissements très élevés, certaines chaînes n'hésitent pas à privilégier cette stratégie qui s'apparente à s'implanter sur le meilleur site possible au détriment d'un développement spatialement contigu de leur réseau.

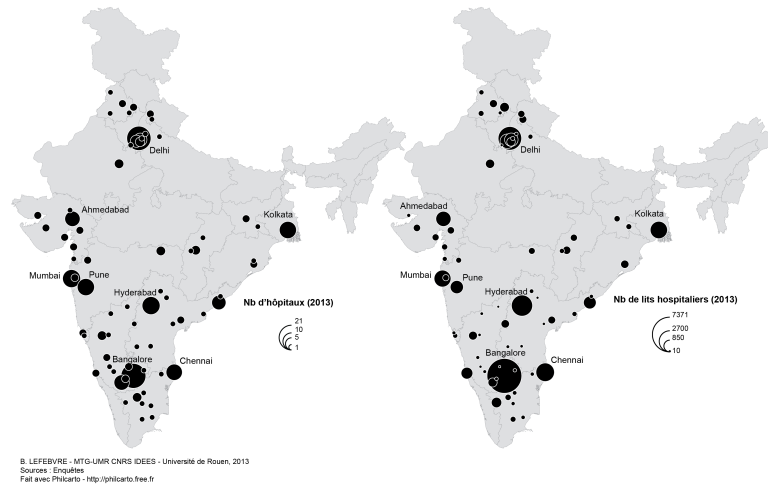
Stratégie régionale : cette stratégie s'appuie sur le déploiement d'un réseau hiérarchisé d'établissements à l'échelle d'une région. L'objectif est de maximiser les économies de réseau en tirant profit de la hiérarchisation des services et de la proximité des établissements pour rationaliser les flux de patients et de personnel. Cette stratégie permet d'assurer une expansion du réseau sur une région, accédant ainsi à des marchés urbains de taille inférieure mais éloignés des grandes métropoles.

Stratégie locale : l'objectif de cette stratégie est de renforcer la présence d'une chaîne sur un marché local. Cette stratégie implique l'ouverture de nouveaux établissements sur un marché urbain déjà occupé afin de mutualiser les coûts de marketing, de logistique, les flux de patients et de personnel et d'obtenir une position privilégiée face à d'autres concurrents.

Ces différentes stratégies spatiales restent dépendantes des ressources financières et humaines déployées par les groupes hospitaliers, mais aussi des opportunités qui se présentent pour les groupes. Dans un secteur très concurrentiel où les chaînes hospitalières sont en compétition mais aussi parfois en partenariat, entre elles ou avec des hôpitaux privés déjà établis, les stratégies de déploiement évoluent dans le temps, voire se cumulent. De grands groupes comme *Apollo Hospitals* ou *Fortis Healthcare* suivent des stratégies de déploiement tout à la fois locales, régionales et métropolitaines. D'autres groupes optent pour des stratégies purement métropolitaines (*Global Hospitals*, *Columbia*) ou au contraire régionales (*CARE Hospitals*) voire locales (*Max Healthcare*).

À quelle géographie du secteur, aboutissent ces différentes stratégies ? La figure 70 présente la distribution des établissements et des lits hospitaliers appartenant à des chaînes hospitalières en 2013. Elle met en relief la régionalisation et la métropolisation de ce secteur. Les chaînes hospitalières sont bien implantées dans le sud (Tamil Nadu, Karnataka, Andhra Pradesh), l'ouest (Gujarat, Western Maharashtra), et le nord-ouest du pays (Punjab, NCR Delhi) par opposition aux grandes régions du nord, de l'est et du centre du pays (Uttar Pradesh, Bihar, Rajasthan, Madhya Pradesh, Nord-Est). Le poids des grandes métropoles ressort clairement de cette carte, aussi bien

FIGURE 70 – Les chaînes hospitalières en Inde



concernant le nombre d'établissements que le nombre de lits. La figure 71 vient confirmer la métropolisation du secteur et l'importance de considérer la hiérarchie urbaine dans la géographie du secteur.

FIGURE 71 – La distribution des chaînes hospitalières dans le système urbain

	Unités urbaines par classes de population (M. hab)								Total
	>10	[5 - 10 [[2 - 5 [[1 - 2 [[0.5 - 1 [[0.2 - 0.5 [[0.1 - 0.2 [< 0.1	
Unités urbaines (total)	3	5	11	34	43	136	235	***	467
Hôpitaux (total)	41	59	10	31	38	19	18	14	230
Lits (total)	6928	14620	1751	4396	5808	2378	1756	1272	38909
Unités urbaines équipées	3	5	5	15	14	16	14	***	72
% Unités urbaines équipées	100	100	45	44	33	12	6	***	15
% Unités urbaines équipées (fq cum)	100	100	68	53	44	25	15	***	***
% d'hôpitaux	18	26	4	13	17	8	8	6	100
% d'hôpitaux (fq cum)	18	43	48	61	78	86	94	100	***
% de lits	18	38	5	11	15	6	5	3	100
% de lits (fq cum)	18	55	60	71	86	92	97	100	***

Ce tableau présente différentes variables sur les établissements et les lits hospitaliers des chaînes en fonction de la hiérarchie urbaine. Si 71% des lits et 61% des établissements sont situés dans les 53 unités urbaines millionnaires du pays, 8 unités urbaines de plus de 5 millions d'habitants comptent pour 55% des établissements et 43% des lits. Ces chiffres laissent penser que si le

secteur reste dépendant des grands marchés métropolitains, les chaînes hospitalières s'implantent aussi dans les échelons inférieurs du système urbain. 53% des agglomérations millionnaires sont équipées d'au moins un établissement de chaîne hospitalière. Le développement du secteur semble donc s'inscrire dans un processus de diffusion hiérarchique.

2.2 Quels modèles pour aborder la diffusion des chaînes hospitalières ?

Plusieurs modèles classiques de localisation (Christaller, Lösch, Reilly, Huff) et de diffusion d'innovations et de services (Hägerstrand, Cliff et Ord) qui s'appuient sur la théorie des lieux centraux, des modèles gravitaires et un espace de diffusion homogène servent souvent de points de départ à l'étude géographique des réseaux d'entreprises. Dans ces modèles, les structures spatiales (hiérarchie, proximité, barrière) influencent l'implantation d'un secteur économique sur un territoire (Cliquet et Guillo, 2013 [67]).

Mais dans le cas de processus de diffusion centralisée, où des entreprises décident des modalités de diffusion et d'implantation d'un réseau comme c'est le cas pour les chaînes hospitalières, d'autres facteurs jouent un rôle tout aussi important (Daudé, 2001 [77]). À travers les stratégies spatiales des chaînes hospitalières et la géographie du secteur, l'espace est loin d'être homogène et la diffusion des établissements n'est pas toujours qu'une question de hiérarchie urbaine ou de proximité. Au gré des opportunités d'acquisition ou de partenariat, de la compétition sur certains marchés, des difficultés à organiser un groupe d'établissements sur des distances quasi-continentales, le développement de certains réseaux a été ralenti, stoppé voire abandonné (Lefebvre, 2010 [149]). Des déséquilibres importants dans la distribution spatiale d'un réseau sont donc courants. Certains États de l'union ont aussi mené des politiques actives pour soutenir et attirer les chaînes hospitalières créant des opportunités détachées des stratégies spatiales précédemment énoncées (métropolitaines, régionales, locales).

Le développement du secteur est loin de répondre à l'ensemble des conditions qui définissent un processus de diffusion spatiale (Saint-Julien, 2004 [230]), notamment sur la vitesse et la force de propagation et l'existence d'un milieu favorable. Trente ans après la création de la première chaîne hospitalière indienne à Chennai, ces groupes ne sont implantés que dans 15% des unités urbaines de plus de 100 000 habitants. La diffusion des chaînes hospitalières, même si elle s'est accélérée ces dernières années, n'a pas aboutie à une couverture totale du territoire. Les modèles classiques de diffusion et de localisation des services rendent difficilement compte du caractère aléatoire

des stratégies d'expansion spatiale des réseaux de services et de l'hétérogénéité des marchés ciblés. La théorie de la percolation permet par contre de caractériser l'état global d'un système composé d'éléments aux relations et caractéristiques hétérogènes.

2.3 Théorie de la percolation : modèle et création du réseau de percolation

La percolation est un modèle mathématique qui étudie le mouvement déterministe d'un fluide dans une structure aléatoire (Broadbent et Hammersley, 1957 [51]). Le milieu à travers lequel le fluide circule devient l'aléa. La percolation est souvent présentée comme le problème dual du modèle de diffusion, défini comme un mouvement aléatoire dans une structure déterministe.

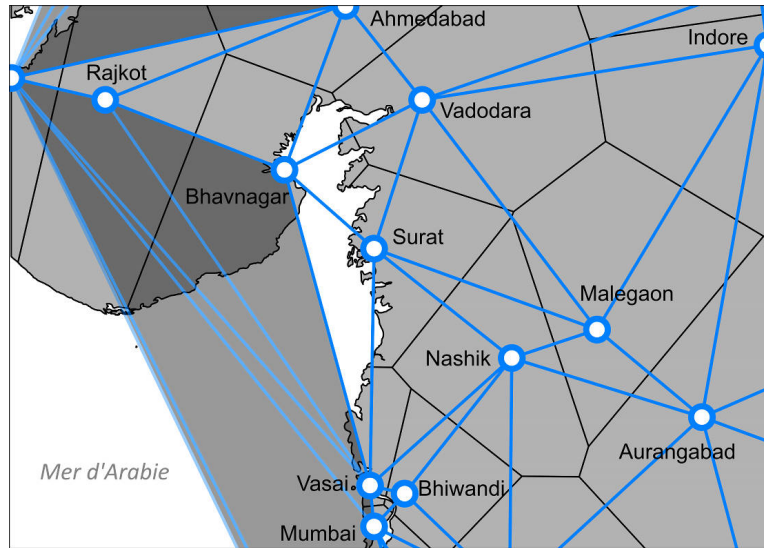
La percolation peut s'envisager comme un problème de transmission posé dans un milieu étendu où se distribuent des sites susceptibles de relayer localement une information (Pajot, 2001 [194]). Au-dessous du seuil de percolation, l'information est limitée à un *cluster* initial alors qu'au-dessus du seuil, elle circule à travers le milieu étudié. Ce phénomène critique est une des caractéristiques fondamentales de la percolation, car ce type de comportement ne s'observe pas dans les modèles ordinaires de diffusion. Parce qu'elle fait appel à la fois à la probabilité et à la théorie des graphes, la percolation présente un modèle cohérent pour tenir compte du milieu dans la diffusion d'un phénomène (Cliquet et Guillo, 2013 [67]).

Dans un graphe composé de sommets (les sites) et d'arêtes (les liens), deux sommets sont plus proches voisins lorsqu'ils sont reliés par une arête. Lorsque la probabilité de sites actifs (p) est supérieure au seuil de percolation (p_c), un amas percolant relie à travers une chaîne les bords opposés du maillage. Lorsque la probabilité de sites actifs est inférieure au seuil de percolation ($p < p_c$), le nombre des *clusters* peut être important mais reste de taille finie. Le seuil de percolation dépend de la connexité, de la géométrie et de la dimension du réseau de percolation (Pajot, 2001 [194]).

On aurait tort d'opposer percolation et diffusion. Il est possible d'analyser un problème aussi bien du point de vue de la diffusion que de celui de la percolation (Frisch et Hammersley, 1963 [105]). On a vu dans le cas des chaînes hospitalières que la métropolisation du secteur restait forte. Afin d'intégrer cette dimension de diffusion hiérarchique, on abordera la percolation à différents niveaux du système urbain en fonction de la taille des unités urbaines. L'analyse de la percolation à plusieurs niveaux de la hiérarchie urbaine permet aussi de tenir compte des différentes stratégies spatiales

(métropolitaine, régionale, locale) développées par les chaînes et de leur effet agrégé sur l'implantation du secteur dans l'armature urbaine.

FIGURE 72 – Triangles de Delaunay et Polygones de Voronoï



Plusieurs triangulations de Delaunay, qui servent de base aux réseaux de percolation, ont été conduites en fonction de la taille des unités urbaines (> 5 M. hab, > 2 M. hab, > 1 M. hab, > 0.5 M. hab, 0.2 M. hab, 0.1 M. hab). Ces différentes triangulations permettent de créer plusieurs maillages entre les différentes unités urbaines et leurs voisins de premier ordre. Afin de tenir compte des frontières internationales et d'éliminer les perturbations en bordure de maillage, un facteur de contiguïté a été ajouté par la création de polygones de Voronoï. Lorsque les polygones de Voronoï de deux unités urbaines ne sont pas contigus, l'arête les reliant a été supprimée.

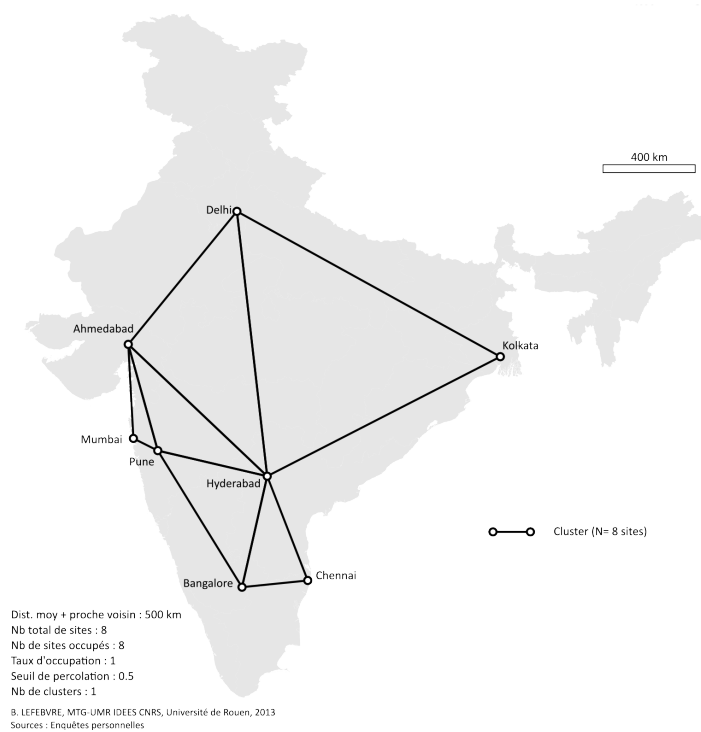
La figure 72 présente les triangles de Delaunay et les polygones de Voronoï créés pour les unités urbaines de plus de 0.5 million d'habitants dans l'ouest de l'Inde (Gujarat, Maharashtra). Les triangles grisés ont été supprimés et n'ont pas été pris en compte dans le réseau de percolation. Quand le réseau de percolation repose sur une forme triangulaire le seuil de percolation s'élève à 0.5 (Cliquet et Guillo, 2013 [67]).

3. Résultats

3.1 Dynamiques métropolitaines

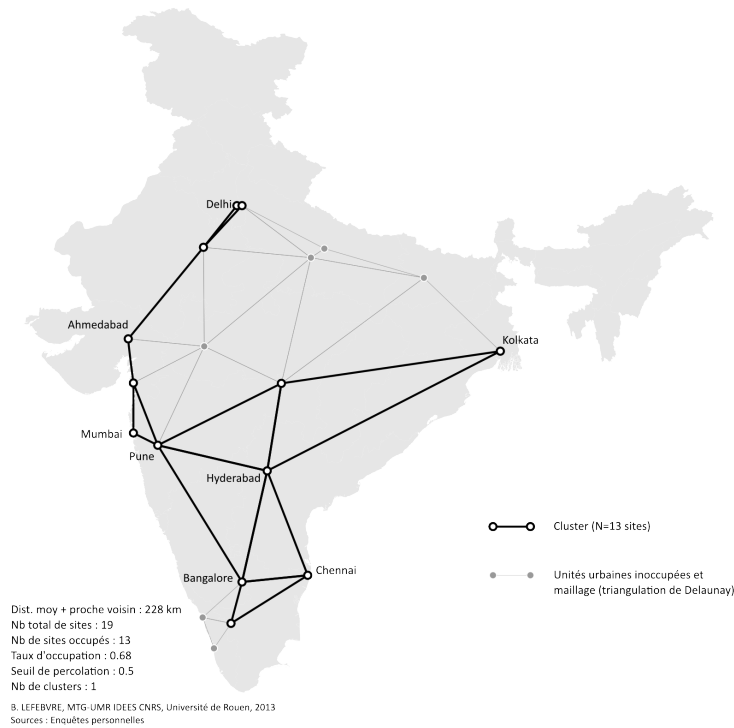
Les chaînes hospitalières sont présentes dans toutes les métropoles de plus de 5 millions d'habitants ($N=8$). La plupart des ces métropoles ont été le point de départ ou sont le siège de plusieurs groupes hospitaliers (tableau 14).

FIGURE 73 – Chaînes hospitalières dans les unités urbaines > 5 M. hab.



La prise en compte des unités urbaines de plus de deux millions d'habitants confirme la métropolisation des chaînes hospitalières. Les chaînes hospitalières sont présentes dans 13 des 19 agglomérations sélectionnées (taux d'occupation : 0.63) mais ne sont pas encore implantées dans plusieurs grandes métropoles du nord de l'Inde (Kanpur, Lucknow, Patna) et du Kerala (Kochi, Kozhikode).

FIGURE 74 – Chaînes hospitalières dans les unités urbaines > 2 M. hab.



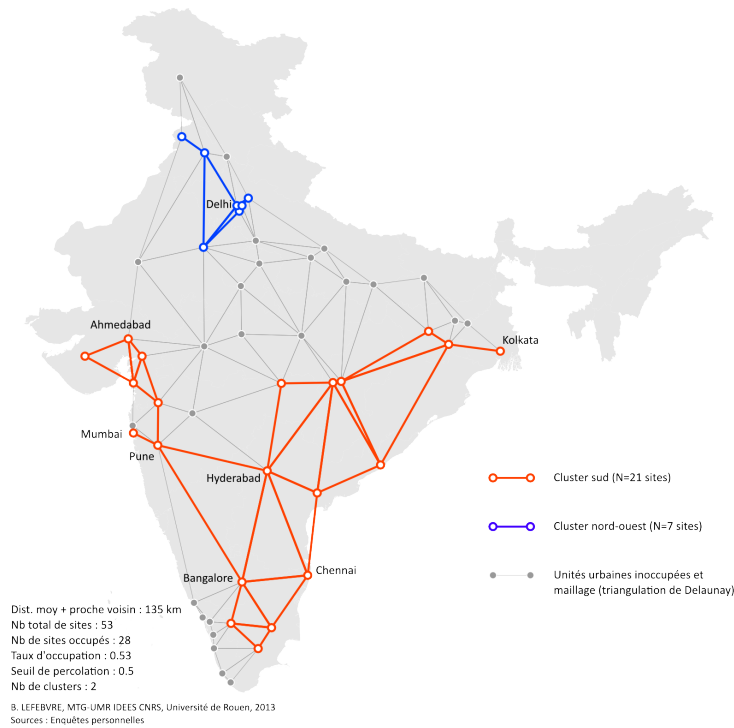
3.2 Dynamiques régionales

Les chaînes hospitalières sont présentes dans 28 des 53 unités urbaines millionnaires. À cette échelle, le taux d'occupation (0.53) est à peine supérieur au seuil de percolation d'un réseau triangulaire (0.5). Les chaînes hospitalières sont présentes dans 42 des 96 unités urbaines de plus de 0.5 M. d'habitants. Le taux d'occupation est inférieur au seuil de percolation (0.44).

Un amas de percolation (figure 75), très étendu par ses distances, s'organise autour d'un axe Bangalore-Kolkata. Toutes les agglomérations millionnaires du Tamil Nadu, du Karnataka, de l'Andhra Pradesh et du Chhattisgarh sont équipées d'établissements de chaînes hospitalières.

Les agglomérations millionnaires du nord-ouest (NCR Delhi, Punjab) forment un *cluster* à part (figure 75) qui, lorsqu'on prend en compte des agglomérations de plus de 0.5 M. d'habitants (figure 76), se densifie autour

FIGURE 75 – Chaînes hospitalières dans les unités urbaines > 1 M. hab.



de Delhi, et intègre des agglomérations du Western Uttar Pradesh et de l'Uttarakhand (Moradabad, Deradhun, Haridwar).

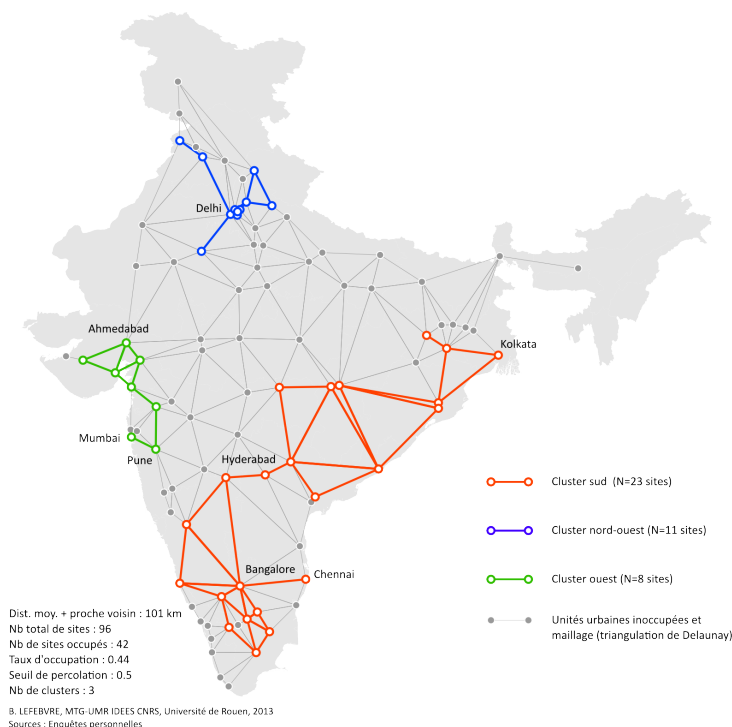
Un troisième *cluster* apparaît dans l'ouest (figure 76), entre Gujarat et Western Maharashtra qui intègre l'essentiel des grandes agglomérations de cette région (Mumbai, Ahmedabad, Pune, Surat, Nashik, Rajkot).

L'absence de chaînes hospitalières dans les grandes agglomérations du Kerala et des grands États pauvres du nord de l'Inde (Uttar Pradesh, Bihar, Madhya Pradesh, Rajasthan) se confirme. On observe néanmoins un début de diffusion par voisinage à partir de Delhi.

3.3 Dynamiques locales

À mesure que le nombre d'unités urbaines considérées augmente et que le taux d'occupation diminue, les *clusters* se fragmentent et mettent à jour de nouvelles dynamiques de localisation. Avec une distance moyenne au premier

FIGURE 76 – Chaînes hospitalières dans les unités urbaines > 0.5 M. hab.

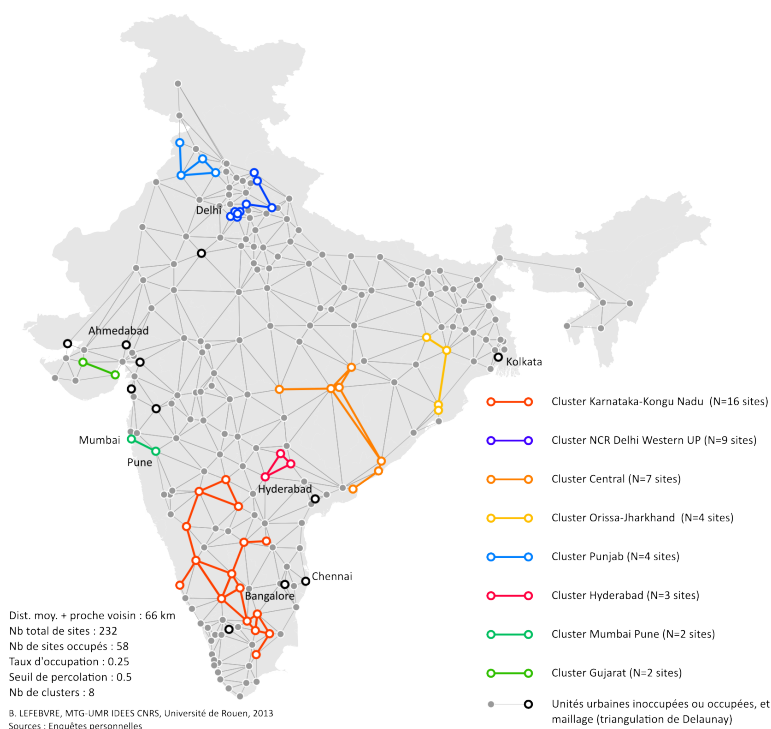


voisin de 66 km pour les agglomérations de plus de 0.2 M. d'habitants et de 47 km pour les agglomérations de plus de 0.1 M. d'habitants, on en vient maintenant à considérer des mécanismes de diffusion locale.

Les chaînes hospitalières sont présentes dans 58 des 232 unités urbaines de plus de 0.2 M. d'habitants (taux d'occupation : 0.25) et dans 72 des 467 unités urbaines de plus de 0.1 M. d'habitants (taux d'occupation : 0.15). Les taux d'occupation sont très inférieurs au seuil de percolation. On compte 8 *clusters* dans le réseau de percolation des agglomérations de plus de 0.2 M. d'habitants (figure 77) et 17 *clusters* pour les agglomérations de plus de 0.1 M. d'habitants (figure 78).

Des cas de sites isolés apparaissent. Si certaines grandes agglomérations sont intégrées à des *clusters* importants (Delhi, Bangalore), d'autres métropoles comme Chennai, Kolkata restent isolées ou sont dans des *clusters* de

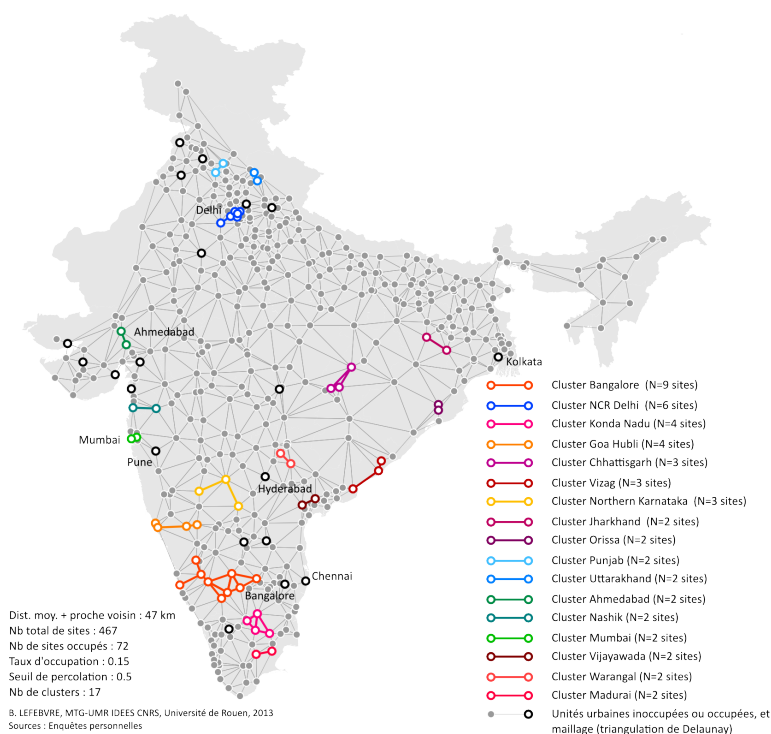
FIGURE 77 – Chaînes hospitalières dans les unités urbaines > 0.2 M. hab.



faible ampleur (Mumbai, Hyderabad, Ahmedabad) pour les deux niveaux de système urbain considérés.

Certaines régions dynamiques comme le Punjab ou le Konda Nadu voient les chaînes hospitalières particulièrement bien implantées dans leurs villes principales. Par ailleurs, entre Hyderabad et Kolkata, dans une région relativement pauvre, un nombre important de *clusters* doit être relevé. Si une plus faible densité de sites potentiels, due à la faible urbanisation de cette région, peut expliquer la formation rapide de *clusters*, on peut aussi y voir une conséquence des politiques de soutien aux grandes entreprises, y compris dans le secteur de la santé, menées par ces États (par exemple le Chhattisgarh). L'orientation de la politique de santé est aussi clairement à l'origine de l'absence de chaînes hospitalières au Kerala. Dans cet État urbanisé et pourtant voisin de régions de forte implantation pour les chaînes hospita-

FIGURE 78 – Chaînes hospitalières dans les unités urbaines > 0.1 M. hab.



lières (Bangalore, Konda Nadu), la privatisation du secteur hospitalier reste plus faible qu'ailleurs.

Discussion

Le couplage de la théorie de la percolation, par la création de réseaux de percolation, avec la théorie de la diffusion, par la prise en compte de la hiérarchie urbaine, révèle l'implantation des chaînes hospitalières et leurs dynamiques de diffusion. Par rapport à une simple cartographie du secteur (figure 70), la création de réseaux de percolation et des liens qui relient les sites rend visible la formation de *clusters* et leur diffusion dans l'espace indien ainsi que la faiblesse de leur maillage.

Si les stratégies spatiales des firmes indiennes restent rarement étudiées à l'échelle nationale, elles sont pourtant révélatrices des structures de l'espace

économique indien. Dans le cas des chaînes hospitalières, le développement de leurs réseaux s'inscrit dans les espaces en forte croissance économique du pays (sud, ouest, nord-ouest). Par contraste, les régions les plus pauvres du pays comme les grands États du nord et du centre de l'Inde sont faiblement équipées. Dans ces régions, seule une politique active de certains états (Chhattisgarh) pour attirer les chaînes hospitalières ou la proximité de marchés déjà bien équipés (Delhi) ont un impact.

On peut aussi identifier des foyers majeurs de diffusion pour le secteur. Delhi, Bangalore font partie de *clusters* importants à chaque niveau de hiérarchie urbaine considéré. Cette position est confirmée par le nombre de lits et d'établissements ou le nombre de chaînes ayant leur siège dans ces métropoles (5 chaînes chacune, voir tableau 14). De grandes métropoles comme Kolkata ou Mumbai apparaissent en retrait et jouent un rôle mineur de diffusion aux échelles locales et régionales au regard de leur poids économique et démographique. Des métropoles historiquement importantes pour les chaînes hospitalières comme Hyderabad, un foyer important de développement dans les années 1990 (Rihouey, 1997 [218] ; Baru, 1998 [24]) mais surtout Chennai, où la première chaîne hospitalière a été créée, sont faiblement intégrées à des *clusters* locaux.

Les pouvoirs publics ont largement soutenu les chaînes hospitalières privées (Lefebvre, 2010 [149]) dont le développement devait compenser la contraction de l'investissement public dans le secteur depuis le début des années 1990 et permettre une amélioration de l'accès et de la desserte aux soins hospitaliers. Le développement de ces groupes est resté largement cantonné aux espaces métropolitains et à des régions déjà bien équipées dans le contexte indien et n'a donc pas contribué à une meilleure desserte du territoire indien. Depuis 2010, le gouvernement indien a mis en place des mesures d'exemption fiscale pour attirer les groupes en dehors des grands marchés métropolitains (Bangalore, Chennai, Delhi, Hyderabad, Kolkata, Mumbai) et accompagner leur diffusion vers le reste du système urbain. Mais les difficultés logistiques et de ressources humaines freinent ce mouvement. L'entrée sur ces marchés implique de repenser le modèle d'établissement en termes de taille (moins de 100 lits), de plateaux techniques (par exemple spécialisation sur la maternité) et de mise en réseau (télémédecine). Certaines chaînes s'y emploient comme le réseau de maternités *Vaatsalya Hospitals* qui cible spécifiquement les petites villes. D'autres groupes créent des branches dédiées (*Apollo Reach*).

Ce travail exploratoire peut se poursuivre autour de plusieurs questions. Comme dans toute analyse de diffusion spatiale, l'intégration du temps, avec les années d'ouverture d'établissements, pourrait nous permettre de mieux comprendre les différentes phases de la diffusion du secteur dans le système

urbain et les effets de résistance ou d'accélération joués par certaines unités urbaines. Par ailleurs le nombre de lits, d'établissements et de chaînes dans une unité urbaine joue-t-elle un rôle dans la diffusion par voisinage ? À partir de quels seuils et selon quelles variables la saturation d'un marché métropolitain peut-elle entraîner une diffusion vers des unités urbaines secondaires voisines ? La proximité de plusieurs chaînes concurrentes dans une région accélère-t-elle la diffusion du secteur dans le système urbain ? Enfin, alors que plusieurs groupes adoptent des stratégies de diversification vers d'autres segments (pharmacies, cliniques, centres de diagnostic), on pourrait s'interroger sur les effets attendus d'intégration de ces différents réseaux et de leur complémentarité spatiale.

Interface maritime et interface métropolitaine : vers la modélisation de l'axe Seine par les réseaux

Thibaut DÉMARE¹⁰³, Cyrille BERTELLE¹⁰³, Antoine DUTOT¹⁰³ et Laurent LÉVÊQUE¹⁰⁴

Introduction

Le travail présenté ici vise à modéliser les processus à l'origine des flux de marchandises sur l'axe Seine que l'on peut appréhender comme un système complexe. Cet axe est un espace géographique économiquement important. Il se compose en aval d'un port de marchandises de rayonnement international grâce au Havre, et en amont d'un *hinterland* riche de la métropole parisienne. Les villes de Rouen et de Paris offrent également une activité portuaire grâce à la présence de la Seine et de son estuaire. La problématique de la modélisation des processus présents au sein de cette région provient de la complexité d'un tel environnement. Effectivement, le transport de marchandise implique un nombre important d'acteurs différents. Que ce soient les importateurs, les exportateurs, les transporteurs maritimes et/ou terrestres, les logisticiens, les consommateurs, les autorités publiques, tous interviennent à un moment ou à un autre dans le transport. Mais surtout, ils interagissent entre eux de diverses manières. Certains collaborent, d'autres sont en compétition et/ou négocient des contrats. La complexité ne s'arrête pas seulement à ce maillage d'interactions mais continue dans le monde physique. La marchandise elle-même peut faire partie de chaînes logistiques très diverses et emprunter des modes de transports variés grâce aux camions, aux wagons de fret ou encore aux barges fluviales.

Cette recherche s'inscrit dans une collaboration entre le LITIS (Laboratoire d'Informatique, de Traitement de l'Information et des Systèmes) et les membres du projet Devport. Le projet Devport¹⁰⁵ regroupe des chercheurs de différentes disciplines tels que des géographes, des économistes, des mathématiciens ou encore des informaticiens. Ils travaillent autour de l'analyse des modèles d'organisation portuaire et cherchent à mieux appréhender les acteurs de l'économie maritime, portuaire et logistique. Le but final du projet est ainsi de concevoir des modèles permettant d'optimiser le transport de marchandise et de les appliquer à l'axe Seine. Le LITIS est réparti sur plusieurs sites, mais celui du Havre se compose principalement de l'équipe

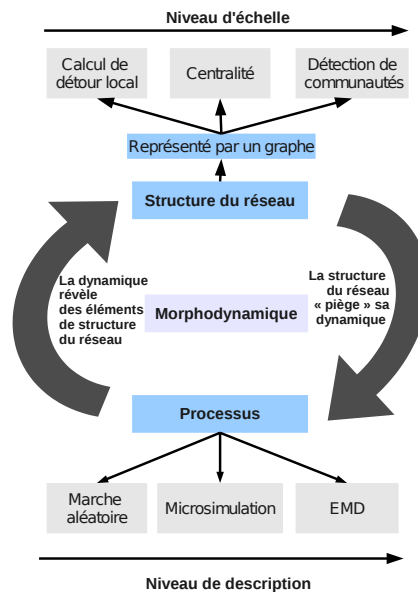
103. Université du Havre - LITIS - Informatique.

104. Université du Havre - CIRTAI - UMR IDEES - Géographie.

105. Site Internet du projet Devport : <http://www.projet-devport.fr/>

RI2C (Réseaux d'Interactions et Intelligence Collective). Celle-ci s'intéresse à la morphodynamique des réseaux d'interactions dynamiques et notamment ceux qui structurent les territoires tels les réseaux routiers. Ces réseaux sont souvent considérés comme des systèmes complexes. Des outils de modélisation, comme la plateforme *GraphStream*, ont notamment été développés par ses membres (Dutot *et al.*, 2009 [88]). Celle-ci permet, entre autre, d'analyser comment la morphologie et la topologie des réseaux interagissent avec des processus qui s'opèrent sur ces réseaux. Michel Nabaa avait par exemple étudié au cours de sa thèse (2011 [182]) la vulnérabilité des zones urbaines lors d'évacuation de population dans le cas de risques majeurs. Il a ainsi mis en avant les relations existantes entre la structure (morphologie et topologie) du réseau viaire et la dynamique qui se produit sur celui-ci lors d'une évacuation. La figure 79 illustre ces relations en décrivant la rétro-action entre la structure et les processus formant une boucle systémique.

FIGURE 79 – La boucle systémique : entre structure et dynamique



Nous allons donc décrire dans un premier temps la logistique de l'axe Seine où le réseau des acteurs récupère des informations auprès du réseau physique (support du flux de marchandise) et agit sur celui-ci. On montrera qu'il existe aussi une dichotomie entre le maritime où les flux sont massifiés et l'*hinterland* où ils sont atomisés. L'un des enjeux est ainsi de faire ressortir la complémentarité qui existe entre ces composantes qu'*a priori* tout sépare.

Nous développerons ensuite dans la deuxième partie un modèle composé de deux représentations de ces réseaux. Nous verrons qu'ils sont justement interconnectés grâce à des mécanismes de rétro-action, similaires à ceux mis en évidence par Nabaa. Ce travail permet donc de déterminer le niveau d'intégration nécessaire pour mettre en place dans le futur une simulation suffisamment précise.

1. La logistique de l'axe Seine

1.1 Un réseau d'acteurs support des relations entre les protagonistes du transport

L'interface métropolitaine

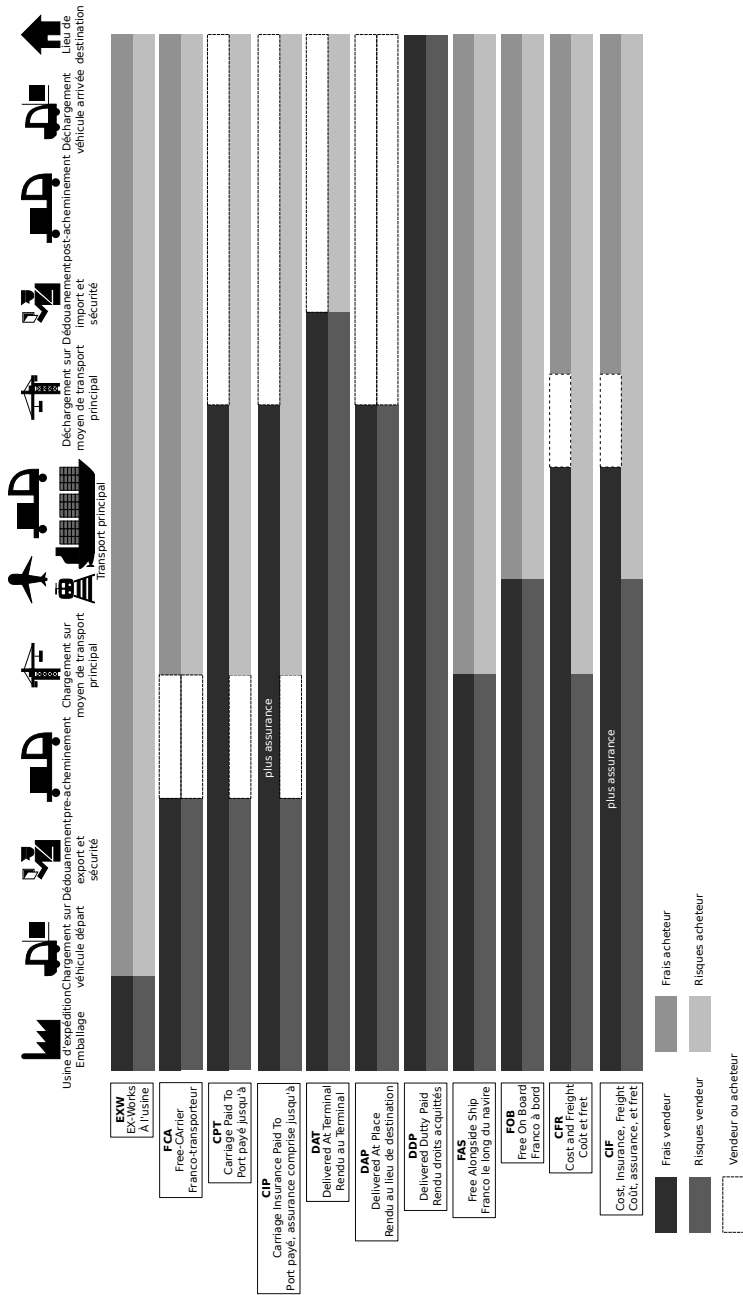
L'importateur et l'exportateur (à l'origine de tout processus de transport international) établissent entre eux *un contrat de ventes à l'international* qui décrit la quantité, le prix, l'adresse de livraison du produit, et d'autres détails comme le mode de règlement. On y négocie également les *International Commercial Terms* (ou Incoterms®) qui seront utilisés. Dans le cas d'un approvisionnement, il est possible de statuer sur les fréquences et les quantités de chaque livraisons.

Les Incoterms® sont un panel de règles définissant l'ensemble des droits et devoirs de chacune des parties lors d'un accord de commerce international. La Chambre de Commerce Internationale les a définis afin de garantir une meilleure compréhension entre des acteurs de différentes cultures et de différentes langues (Graumann-Yettou, 2002 [120]; *Searates* [1]). Elles précisent le point de transfert (voir figure 80) des frais et des risques (et non de propriété) ainsi que les documents dus par chaque partie (*Saerates* [1]). Ces normes servent de base au contrat de vente tout en étant suffisamment flexibles pour permettre des modifications en cas de besoin.

L'acheteur peut traiter directement avec le vendeur mais il peut également passer par une centrale d'achat (Orsini, 2008 [191]). Il s'agit d'une structure chargée de regrouper plusieurs commandes similaires à l'échelle régionale, nationale ou internationale, et dans le but de réduire les coûts (grâce aux négociations sur les quantités). Elles peuvent être intégrées si les acheteurs passant par la centrale appartiennent à la même entreprise que la centrale elle-même, ou coopératives si les acheteurs et la centrale d'achat ne font pas forcément partie de la même entreprise.

Le transport en lui-même peut être effectué par l'importateur et/ou par l'exportateur en fonction des Incoterms®. Toutefois, le plus souvent, ils

FIGURE 80 – Les Incoterms® [185]



vont sous-traiter auprès d'un commissionnaire de transport (organisateur du transport ou transitaire) cette opération qui s'avère complexe.

L'interface maritime

Le commissionnaire de transport est une profession réglementée de transitaire (Nguyen-The, 2011 [185]). Il organise le transport de la marchandise en son nom et pour le compte d'un chargeur (Nguyen-The, 2011 [185]; Graumann-Yettou, 2002 [120]). Il est donc responsable juridiquement de la marchandise de son client et gère la chaîne de transport. Il doit ainsi trouver une compagnie maritime (l'armateur) qui propose une ligne régulière depuis le port d'exportation et vers le port d'importation. L'armateur possède les navires (porte-conteneurs, pétroliers. . .) et les conteneurs et fixe les tarifs du transport maritime.

Le transport à l'international nécessite un contrôle aux frontières qui est effectué par les douanes. Leurs objectifs sont de percevoir les taxes de l'État, de vérifier que des marchandises prohibées (contrefaçons, produits non conformes aux réglementations. . .) n'entrent ou ne sortent pas du territoire et enfin que les documents soient correctement renseignés (Graumann-Yettou, 2002 [120]). Les douaniers peuvent ainsi bloquer un conteneur en attendant une régularisation. Le responsable du conteneur devra avoir payé les taxes douanières avant le départ du terminal sauf s'il en sort par barge fluviale. Si tel est le cas, les douaniers peuvent faire les contrôles et l'acquittement de la taxe sur la barge directement pendant le transport.

1.2 Un réseau physique support de la marchandise

L'interface maritime

Les terminaux maritimes et fluviaux sont assez similaires. Il s'agit de zones de manutention où l'on va faire décharger un conteneur d'un navire vers le quai (ou l'inverse pour l'export). Ce conteneur sera ensuite stocké sur le terminal en attendant d'être embarqué dans un véhicule (train, camion, barge fluviale). Tous les terminaux ne proposent pas tous les modes de transport à la fois. Dans certains terminaux, les conteneurs ne pourront sortir que par camion. Le fait de stocker un conteneur sur le terminal a également un coût (plus faible dans un terminal fluvial - IAU, 2008 [2]) qui dépend de la durée de stockage.

On pourra également noter que le temps nécessaire pour charger ou décharger un navire dépend de certains paramètres comme le nombre de manutentionnaires (dockers), le nombre de portiques ou encore le type de matériel

employé. Par exemple, des portiques plus récents sont potentiellement plus performants que d'anciens car plus grands ou plus précis (Giullo, 2009 [111]). On pourra aussi remarquer que le nombre de conteneurs à déplacer avant de pouvoir sortir celui réellement voulu a une incidence forte sur le temps de manutention.

Viennent ensuite les gares ferroviaires qui sont connectées, entre autres, au port en étant parfois directement rattachées aux terminaux. On en distingue trois types :

- les gares de marchandises. Elles permettent de placer la marchandise (comme un conteneur ou du vrac) sur un wagon. On peut ainsi obtenir des wagons isolés ou des trains complets selon les besoins. Afin de limiter les ruptures de charges, on s'arrange le plus souvent pour qu'elles fassent directement partie d'une autre infrastructure comme un terminal ou un entrepôt ;
- les gares de triages. Elles permettent de grouper (dégrouper) les wagons isolés (les trains complets) pour former des trains complets (des wagons isolés). Elles peuvent être légèrement plus isolées d'autres infrastructures mais on s'arrange tout de même pour que les wagons isolés ne fassent pas trop de route avant d'être regroupés ;
- les embranchements ferroviaires. Certaines entreprises sont directement raccordées au réseau ferroviaire par des rails privés.

L'interface maritime est connectée à l'international par des lignes régulières (ou non) proposées par les armateurs. Ces lignes sont sujettes à des aléas, à des retards imprévus qui seront rattrapés le plus possible lors du passage portuaire et du transfert vers l'interface métropolitaine. Ces deux interfaces sont reliées grâce aux réseaux routier, ferroviaire et fluvial. Chacun de ces réseaux offre des caractéristiques très différentes : le ferroviaire se montre plus complexe à gérer mais permet une massification plus importante ; le fluvial est limité en terme de destinations possibles mais autorise lui-aussi une plus grande massification ; le routier ne permet de transporter qu'un seul conteneur à la fois mais dessert tout le territoire et dans des délais très courts.

L'interface métropolitaine

Au cœur de l'*hinterland*, l'interface métropolitaine se compose de bâtiments logistiques. On entend par là les entrepôts et les plates-formes (Gavaud *et al.*, 2009 [108]). On les distingue principalement par le temps de stockage de la marchandise (on parle d'entrepôt lorsqu'elle est stockée plus de 24 heures et de plate-forme lorsqu'elle est stockée moins de 24 heures). De plus,

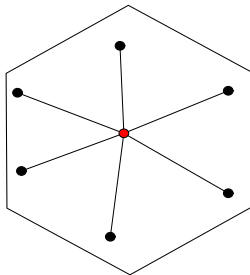
dans un entrepôt, la marchandise est rangée sur des *racks* (ou des étagères) alors qu'en général, dans une plate-forme, la marchandise est placée directement sur le quai. On notera que le propriétaire d'un bâtiment logistique n'est pas nécessairement le propriétaire de la marchandise, il peut y avoir ainsi deux ou trois intermédiaires.

Les bâtiments logistiques peuvent être non spécialisés (pouvant accueillir tout ou presque) ou spécialisés (textile, frigorifique, alimentaire...). Et certaines marchandises ne peuvent être stockées ensemble : par exemple, l'alimentaire ne peut être placé dans le même entrepôt que des matières dangereuses.

La finalité des bâtiments logistiques est d'externaliser la gestion des marchandises d'autres infrastructures comme des magasins, des industries, voir même d'autres bâtiments logistiques. En règle générale, un seul bâtiment permet d'approvisionner plusieurs infrastructures. Ainsi, et afin de minimiser les distances parcourues pour les livrer, on répartit l'ensemble des bâtiments logistiques sur le territoire en fonction de modèles connus (voir figure 81).

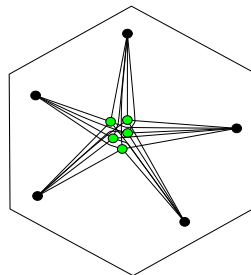
FIGURE 81 – Représentation des différentes organisations spatiales des bâtiments logistiques

(a) Logistique concentrée - un bâtiment logistique non spécialisé est au barycentre des zones de livraison



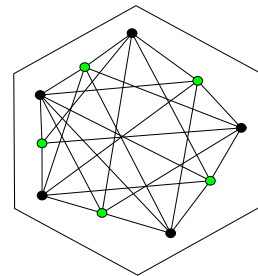
● Bâtiment logistique non spécialisé
● Magasin - industrie - autre

(b) Logistique polarisée - plusieurs bâtiments logistiques spécialisés sont placés au barycentre des zones de livraisons



● Bâtiment logistique spécialisé
● Magasin - industrie - autre

(c) Logistique répartie - plusieurs bâtiments logistiques sont répartis de façon homogène sur le territoire



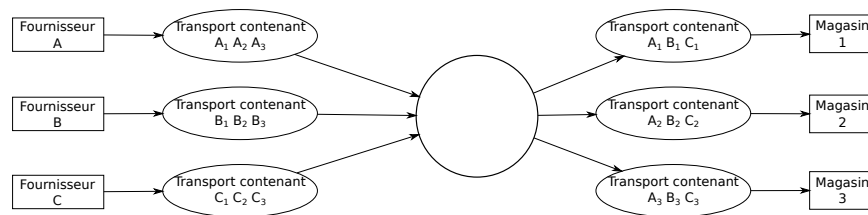
● Bâtiment logistique spécialisé
● Magasin - industrie - autre

Les bâtiments logistiques peuvent également avoir une activité particulière¹⁰⁶ en plus du simple stockage (Baillard, 2008 [10]; Orsini, 2008 [191]; Gavaud *et al.*, 2009 [108]) :

106. Par abus de langage, il est alors fréquent de parler de plate-forme logistique même si la marchandise y est stockée plus de 24 heures.

- le groupage/dégroupage. Le groupage est l'opération consistant à former un flux important à partir de plus petit flux d'origines différentes mais à destinations identiques (ou similaires) afin de limiter le nombre de moyens de transports utilisés. Le dégroupage est l'opération inverse ;
- la *cross-docking* (voir figure 82). Cette méthode consiste à effectuer un routage de la marchandise. On considère qu'il y a plusieurs flux entrant d'origines différentes. Pris indépendamment, ces flux sont constitués de lots de marchandises dont les destinations sont différentes. Pourtant, sur l'ensemble des flux entrants, plusieurs lots ont des destinations identiques. On est alors capable de reconstituer des flux sortants chacun composés de lots ayant la même destination. Cette méthode est notamment utilisée en messagerie ;
- l'emportage/dépotage. L'emportage est l'opération qui consiste à remplir un conteneur en respectant certaines contraintes (ne pas abîmer la marchandise, équilibrer le conteneur...). Le dépotage est l'opération inverse ;
- le contrôle qualité consiste à vérifier que les articles ne se sont pas abîmés pendant le transport. À la suite de ce contrôle, il est également possible de prévoir une réparation (dans la mesure du possible) ;
- le reconditionnement consiste à effectuer un traitement sur la marchandise avant de l'expédier (exemples : emballage, étiquetage, défroissage, mise sur cintre...) ;
- la préparation de commandes (ou *picking*) consiste à regrouper les articles d'une commande particulière et dans les bonnes quantités en vue de l'expédition ;
- l'expédition. Une fois la commande traitée, elle doit être placée dans le bon mode de transport au bon moment et qui ira à la bonne adresse.

FIGURE 82 – Principe du *cross-docking*



À chaque étape, on peut également scanner l'article pour un traitement informatique (comme la mise à jour des bases de données). Ces informations peuvent servir à la traçabilité de la marchandise ou à effectuer un contrôle des stocks.

Les bâtiments logistiques font partie de chaînes logistiques qui se structurent sous la forme de réseaux de distribution (Gavaud *et al.*, 2009 [108]). On recense trois grandes topologies qui peuvent se mixer entre eux : le réseau en trompette (voir figure 83), le réseau en entonnoir (voir figure 84) et le réseau type messagerie où plusieurs plates-formes de *cross-docking* sont réparties sur le territoire et sont reliées entre elles. On peut avoir plusieurs niveaux de plates-formes : national, régional etc.

FIGURE 83 – Réseau de bâtiments logistiques en trompette

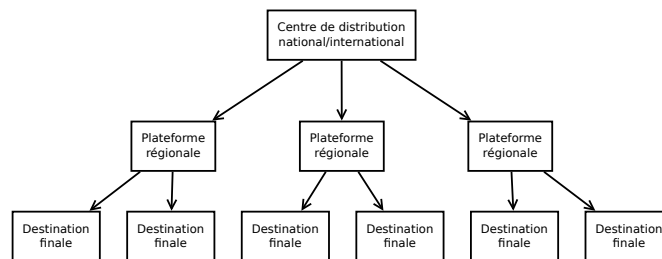
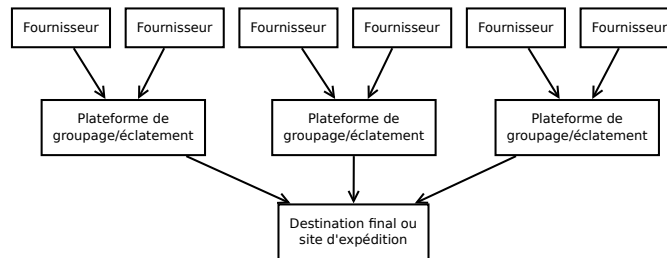


FIGURE 84 – Réseau de bâtiments logistiques en entonnoir



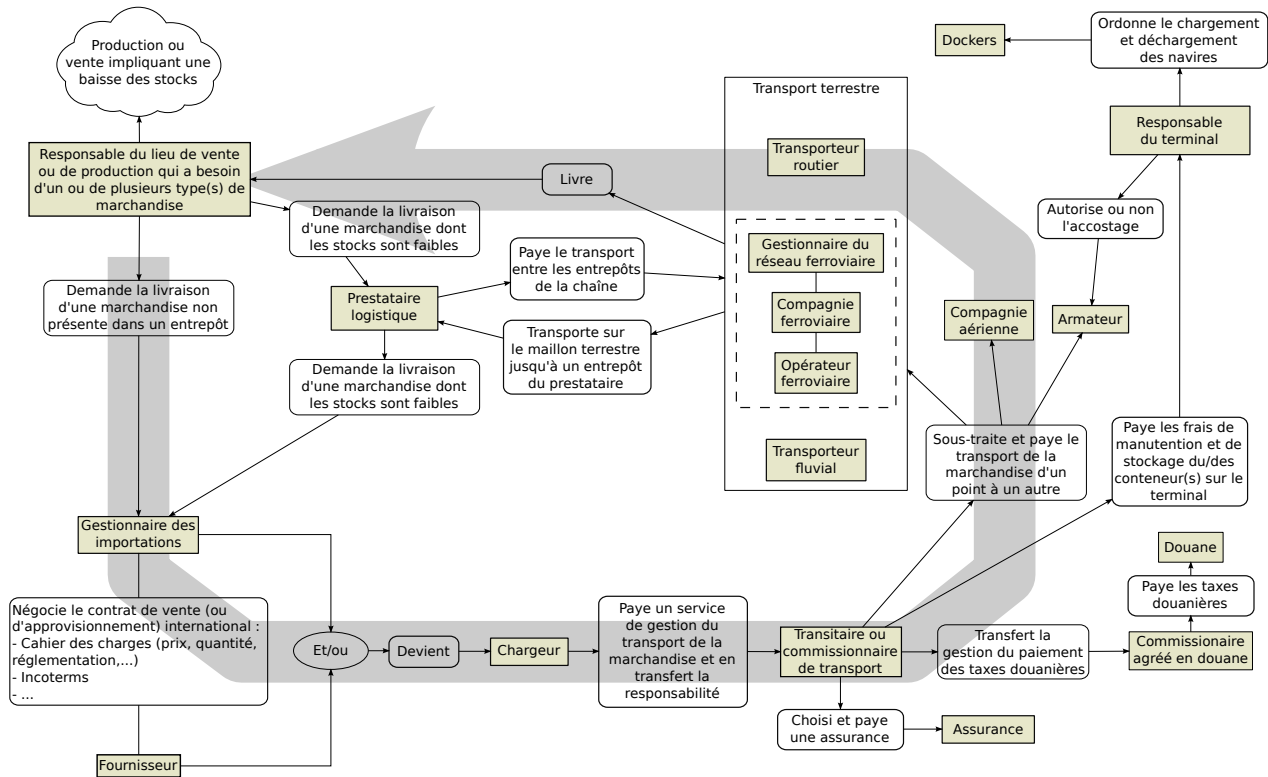
2. Le modèle

En reprenant les éléments de cette base de connaissances, nous allons étudier ici un modèle composé d'un côté d'un réseau dynamique d'acteurs décrivant les interactions entre les protagonistes de différentes natures, et de l'autre d'un réseau physique sur deux échelles.

2.1 Le réseau d'acteurs support du flux d'informations

La figure 85 représente les interactions possibles entre des acteurs prenant des décisions. Ces relations ne sont pas simultanément actives. Les flux d'informations peuvent être dupliqués, modifiés, ou encore revenir en arrière.

FIGURE 85 – Représentation du réseau des relations possibles entre les acteurs



Le lieu de vente ou de production est l'endroit où les stocks de marchandises s'épuisent. Le responsable de ce lieu doit réapprovisionner ses stocks régulièrement. Si ce besoin ne peut être assouvi par le prestataire logistique, une commande sera passée auprès de l'entité qui gère les importations et qui va déclencher une négociation auprès du fournisseur qu'il aura choisi. En fonction des Incoterms® négociés, ces deux entités vont contacter des transitaires qui se chargeront d'organiser le transport sur leurs portions respectives et jusqu'à l'un des entrepôts du prestataire logistique. Ce dernier contacte lui-même les transporteurs terrestres pour déplacer les marchandises entre ses entrepôts.

L'utilisation du modèle agent permet de restituer le système d'interactions des acteurs. On cherche à obtenir à la fois un système dynamique et auto-organisé et en même temps une modularité suffisante pour faire évoluer notre modèle. Ainsi, chaque acteur de ce réseau est conçu comme une

entité capable de communiquer avec autrui en fonction des interactions possibles détaillées sur la figure 85. De plus, le rôle que représente chaque entité déterminera ses capacités à interagir avec l'environnement (le monde réel). Par exemple, certains agents (les transporteurs) sont ainsi capable d'ordonner à un véhicule de transporter une marchandise d'un point à un autre, quand d'autres (les chargeurs ou les prestataires logistiques) sont capables d'observer l'évolution des stocks dans les entrepôts.

Une spécification de l'implémentation correspondante est décrite par le schéma UML de la figure 86 constitué d'agents dont la majorité sont des interfaces. Cela permettra de concevoir des agents qui accumuleront plusieurs rôles. Effectivement, une entreprise est libre de gérer elle-même sa logistique voir son transport.

L'information en elle-même est en partie modélisée par un objet représentant le contrat de vente. Il contient des données telles que la quantité, le type de marchandise, ou encore les adresses d'expédition et de destination.

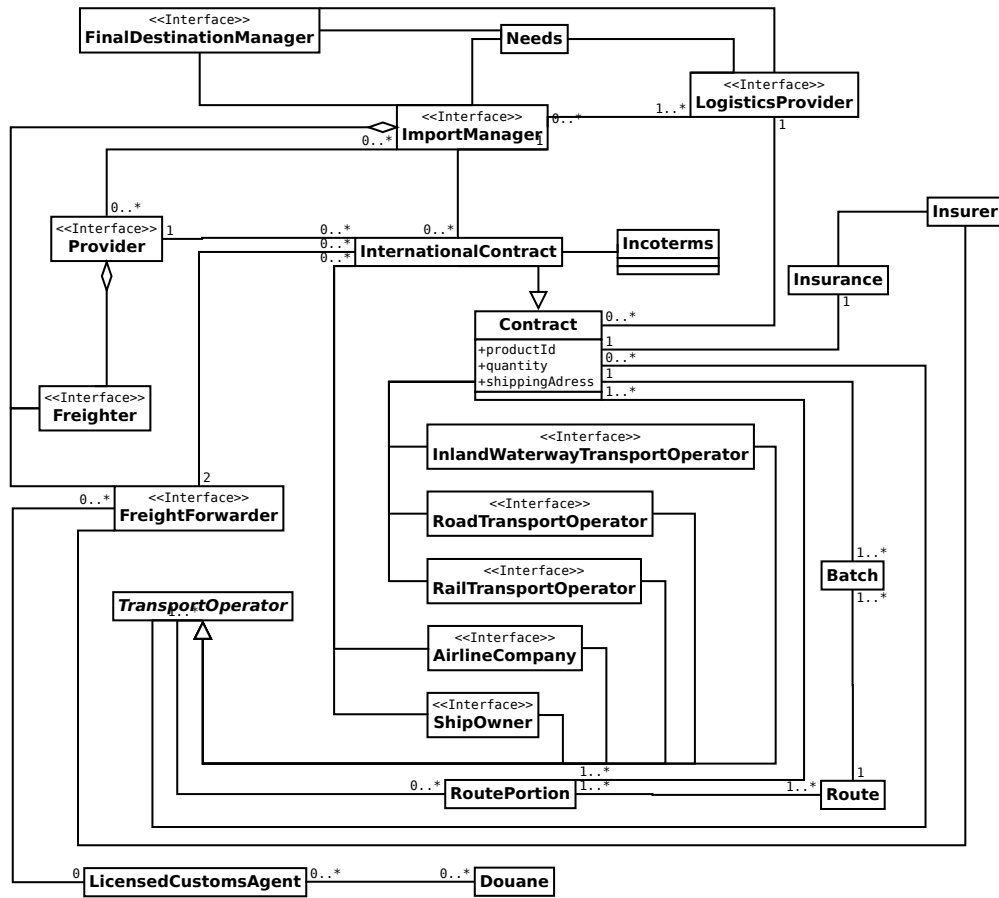
2.2 Le réseau physique support du flux de marchandises

Le réseau physique se présente sur deux échelles. La première est tout simplement le réseau global composé des réseaux maritime, routier, fluvial, aérien et ferroviaire. C'est à partir de cette représentation que l'on peut calculer les itinéraires et c'est sur celle-ci que se déplacent les différents types de véhicules. La deuxième échelle est un réseau décrivant les itinéraires que peut emprunter chaque flux de marchandise. Effectivement, ceux-ci obéissent à des règles précises qu'il faut donc modéliser.

La figure 87 correspond au diagramme de classe de la première échelle. On peut voir que les infrastructures clés de la chaîne logistique, comme les entrepôts ou les terminaux, font partie intégrante de ce réseau global car il s'agit de nœuds particuliers du réseau. On peut les voir comme des agents car ils sont capables d'effectuer des opérations particulières et d'interagir avec d'autres agents comme les véhicules. Ces derniers modifient les valeurs de flux du réseau lorsqu'ils se déplacent et peuvent également communiquer avec les décisionnaires. Les différents réseaux seront quant à eux gérés grâce à la librairie de graphe dynamique *Graphstream* qui nous offre des outils de modélisation et de mesures.

Les chaînes logistiques possibles sont modélisées par la figure 88. Le modèle informatique dénommé « graphe de flot de contrôle » (Allen, 1970 [4]) intègre des chemins alternatifs volontairement simplifiés pour que le schéma reste lisible. Par exemple, chaque section du transport peut être effectuée par

FIGURE 86 – Diagramme de classe UML de la conception du réseau d'acteurs

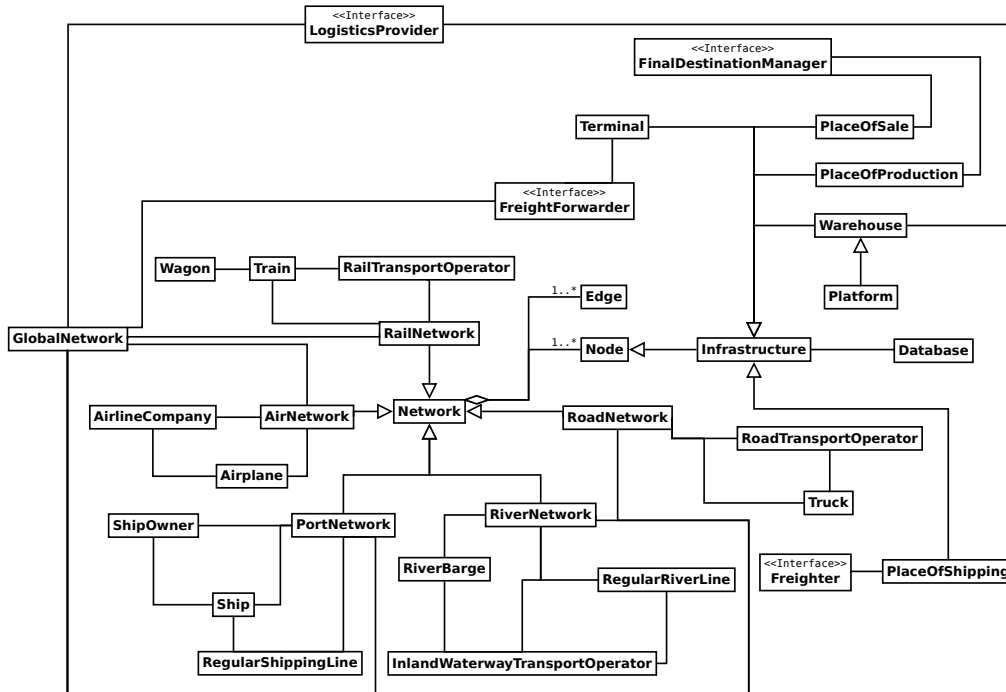


n'importe quel type de véhicule dont le mode obéit lui-même à ses propres logiques.

2.3 Des réseaux interconnectés

Comme le montre la figure 87, certains agents du réseau d'acteurs sont directement connectés aux infrastructures du réseau physique. C'est le cas du commissionnaire de transport ou du prestataire logistique qui ont un lien direct avec ce réseau. Le premier peut ainsi calculer des plus courts chemins pour minimiser les coûts de transport, le nombre de rupture de charges, favoriser un mode de transport à un autre, etc. Le second peut quant

FIGURE 87 – Diagramme de classe UML de la conception du réseau physique

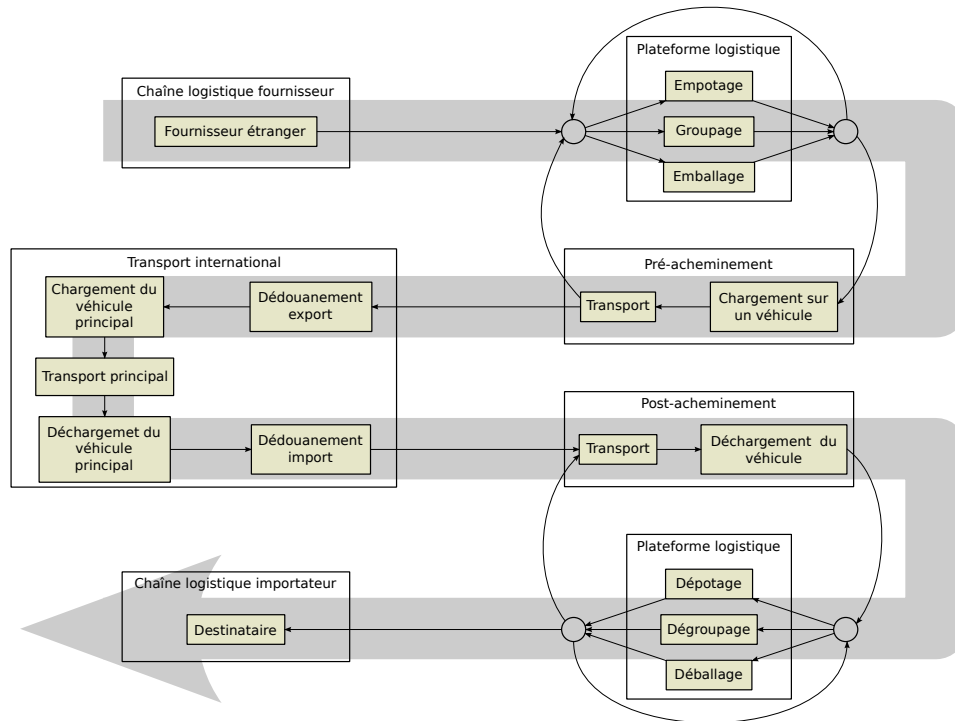


à lui déterminer le meilleur emplacement des entrepôts correspondant au modèle de la chaîne logistique fournie par son client (en partie en calculant la connectivité des infrastructures avec le réseau, ou la distance aux destinations finales). Le prestataire peut d'ailleurs choisir ces entrepôts parmi ses propres entrepôts libres ou parmi des entrepôts à vendre.

Les véhicules sont des acteurs mobiles présents sur le réseau physique. Pourtant, à l'inverse des agents du réseau d'acteurs, ils ne prennent pas de décisions car ils se contentent de suivre des ordres. Ils peuvent néanmoins transmettre certaines informations aux agents décisionnaires si nécessaire. Par exemple, les aléas du transport maritime peuvent obliger un navire à ne pas accoster au Havre s'il a pris trop de retard ou si le terminal qui devait l'accueillir est occupé. Le transitaire doit alors revoir aussitôt toute la chaîne du transport.

Comme nous l'avons évoqué ci-dessus, les infrastructures peuvent également déclencher des phénomènes similaires en envoyant des messages d'avertissement lorsque les stocks sont faibles ou en envoyant des messages informatifs lorsqu'une marchandise arrive dans ou quitte l'infrastructure.

FIGURE 88 – Représentation simplifiée du graphe de contrôle du flux physique de la marchandise



Ainsi, le réseau d'acteurs est capable d'agir sur le réseau physique car les choix pris vont augmenter ou diminuer les flux sur certaines zones du réseau physique. À l'inverse et à l'image de la figure 79, la congestion de certains axes, les aléas du transport maritime, les problèmes techniques divers et variés vont déclencher des rétro-actions en obligeant le réseau d'acteurs à prendre en compte ces paramètres pour choisir un « bon » itinéraire, ou le corriger.

Conclusion

Nous avons décrit dans la première partie comment se structurait la logistique de l'axe Seine. Elle s'établit autour d'une interface maritime, ouverte à l'international, et d'une interface métropolitaine, au service de la distribution de la marchandise. Le réseau physique est constitué d'infrastructures nodales (comme les terminaux ou les bâtiments logistiques) et linéaires (comme les routes ou les rails). Les acteurs de la logistique (comme les commissionnaires

de transport, les chargeurs ou encore les prestataires logistiques) forment un réseau de joueurs (au sens de la théorie des jeux).

Le modèle développé dans la deuxième partie reprend les éléments de cette base de connaissance. On retrouve donc un système multi agent qui correspond aux acteurs. Ce réseau dynamique s'auto-organise et permet une modularité dans son évolution. Le réseau physique est la représentation sous forme de graphe de la structure des réseaux routier, fluvial, ferroviaire, aérien ou encore maritime. Nous avons également proposé un modèle pour décrire les chaînes logistiques possibles. L'ensemble est interconnecté grâce à des mécanismes de rétro-action.

Bibliographie

- [1] <http://www.searates.com/>. accédé le 06 Mai 2013.
- [2] *La place de l'Île-de-France dans l'hinterland du Havre : le maillon fluvial*. Institut d'aménagement et d'urbanisme de la Région d'Île-de-France, 2008.
- [3] Luca Maria AIELLO, Alain A. BARRAT, Ciro CATTUTO, Giancarlo RUFFO et Rossano SCHIFANELLA : Link creation and profile alignment in the aNobii social network. *Proceedings of the Second IEEE International Conference on Social Computing SocialCom*, 2010.
- [4] Frances E. ALLEN : Control flow analysis. *SIGPLAN Not.*, 5(7):1–19, 1970.
- [5] Magali AMIEL, Guy MÉLANÇON et Céline ROZENBLAT : Réseaux multi-niveaux : l'exemple des échanges aériens mondiaux de passagers. *Mappemonde*, 3:12, 2005.
- [6] Annie ANTOINE : La porosité du bocage. *Kreiz*, 11:175–190, 1999.
- [7] Guy ARBELLOT : La grande mutation des routes de France au milieu du XVIII^e siècle. *Annales. Économies, Sociétés, Civilisations*, 28(3): 765–791, 1973.
- [8] Corinne AUTANT-BERNARD, Pascal BILLAND, David FRACHISSE et Nadine MASSARD : Social distance versus spatial distance in R&D cooperation : Empirical evidence from European collaboration choices in micro and nanotechnologies. *Papers in Regional Science*, 86(3):495–520, 2007.
- [9] Philippe AYDALOT, éditeur. *Milieus innovateurs en Europe - Innovative environments in Europe*. Gremi, 1986.
- [10] S. BAILLARD : Textile - les nouveaux modèles logistiques. *Supply Chain Magazine*, 23, 2008.
- [11] Jean-Baptiste BAILLIÈRE : *Famille Baillière*. Imprimerie de Bourloton, Paris, 1885.

- [12] Pierre-Alexandre BALLAND, Ron BOSCHMA et Koen FRENKEN : *Re-framing Regional Development : Evolution, Innovation and Transition*, chapitre 9 Proximity and innovation networks, pages 186–200. Routledge, Londres, 2013.
- [13] Honoré de BALZAC : *Comédie Humaine*. Gallimard, (Bibliothèque de la Pléiade), Paris, 1976.
- [14] Honoré de BALZAC : *Oeuvres diverses*. Gallimard (Bibliothèque de la Pléiade), Paris, 1996.
- [15] John A. BARNES : Class and committees in a Norwegian Island Parish. *Human relations*, 7:39–58, 1954.
- [16] J. Ross BARNETT et Laurie J. BROWN : “Getting into hospitals in a big way” : The corporate transformation of hospital care in Australia. *Environment and Planning D : Society and Space*, 24(2):283–310, 2006.
- [17] Bernard BARRAQUÉ : *La ville durable, du politique au scientifique*, chapitre Sociologie du compteur d’eau, pages 119–127. Quae éditions, 2005.
- [18] Bernard BARRAQUÉ, L. ISNARD, M. MONTGINOUL, J.D. RINAUDO et J. SOURIAU : Baisse des consommations d’eau potable et développement durable. *Responsabilité et Environnement*, 63:102–108, 2011.
- [19] Wellman BARRY : The Community Question : The Intimate Networks of East Yorkers. *American Journal of Sociology*, 84(5):1201–1231.
- [20] Wellman BARRY : *Social Structure and network analysis*, chapitre Studying personal communities, pages 61–80. Sage, Beverly Hills, 1982.
- [21] Marc BARTHELEMY : Spatial networks. *Physics Reports*, 499(1):1–101, 2011.
- [22] Marc BARTHELEMY, Patricia BORDIN, Henry BERESTYCKI et Maurizio GRIBAUDI : Self-organization versus top-down planning in the evolution of a city. *Scientific Reports*, 3(2152), 2013.
- [23] Marc BARTHELEMY et Alessandro FLAMMINI : Modeling urban street patterns. *Physical Review Letters*, 100(13):138702, 2008.
- [24] Rama V. BARU : *Private Healthcare in India : Social Characteristics and Trends*. Sage, New Delhi, 1998.
- [25] Harald BATHELT, Anders MALMBERG et Peter MASKELL : Clusters and knowledge : Local buzz, global pipelines and the process of knowledge creation. *Progress in Human Geography*, 28(1):31–56, 2004.

- [26] Harald BATHELT et Nina SCHULDT : Between luminaires and meat grinders : International trade fairs as temporary clusters. *Regional Studies*, 42(6):853–868, 2008.
- [27] Harald BATHELT et Nina SCHULDT : International Trade Fairs and Global Buzz, Part I : Ecology of Global Buzz. *European Planning Studies*, 18(12):1957–1974, 2010.
- [28] Harald BATHELT et Philip TURI : Local, global and virtual buzz : The importance of face-to-face contact in economic interaction and possibilities to go beyond. *Geoforum*, 42(5):520–529, 2011.
- [29] Michael BATTY : *Cities and complexity*. The MIT Press, Cambridge, MA, 2005.
- [30] Patrice BAUBEAU et Viera REBOLLEDO-DHUIN : *Dictionnaire historique, analytique et critique de la comptabilité des entreprises*, chapitre Escompte. L'évolution d'une pratique d'origine marchande aux XIX^e et XX^e siècles. Economica, Paris, 2014.
- [31] Charles BAUDELAIRE : *Correspondance*. Gallimard (Bibliothèque de la Pléiade), Paris, 1973.
- [32] Émile BENVENISTE : *Vocabulaire des institutions indo-européennes*. Éditions de minuit, Paris, 1969.
- [33] Louis BERGERON et Guy CHAUSSINAND-NOGARET, éditeurs. *Grands notables du premier Empire*. Éditions du CNRS, Paris, 1978.
- [34] Edward M. BERGMAN : Embedding network analysis in spatial studies of innovation. *Annals of Regional Science*, 43(3):559–565, 2009.
- [35] Augutin BERQUE, Philippe BONNIN et Cynthia GHORRA-GOBIN, éditeurs. *La ville insoutenable*. Colloque de Cerisy, Belin, Paris, 2006.
- [36] Claire BIDART, Alain DEGENNE et Michel GROSSETTI : *La vie en réseau. Dynamique des relations sociales*. PUF, Paris, 2011.
- [37] Pascal BILLAND, David FRACHISSE et Nadine MASSARD : The Sixth Framework Program as an affiliation network : Representations and analysis. *FEEM Working Papers*, 2008.
- [38] William R. BLACK : An Iterative Model for Generating Transportation Networks. *Geographical Analysis*, 3(3):283–288, 1971.
- [39] Prosper BOISSONNADE : Les voies de communication terrestres et fluviales en Poitou sous le règne d'Henri IV et l'œuvre du gouvernement royal. *Revue Henri IV*, II et III, 1909.
- [40] Phillip BONACICH : Some unique properties of eigenvector centrality. *Social Networks*, 29(4):555–564, 2007.

- [41] Philippe BONNIN : Dispositifs et rituels du seuil : une topologie sociale. Détour japonais. *Communications*, 70:65–92, 2000.
- [42] Philippe BONNIN, Martyne PERROT et Martin de LA SOUDIÈRE, éditeurs. *L'Ostal en Margeride : pour une analyse des modèles sociaux de l'organisation de l'espace : la transformation du modèle topologique d'un type d'habitation rurale*. Éditions du CNRS, Paris, 1983.
- [43] Stephen P. BORGATTI : *NetDraw : Graph visualization software*. Analytic Technologies, Harvard, 2002.
- [44] Stephen P. BORGATTI et Martin G. EVERETT : A graph-theoretic perspective on centrality. *Social Networks*, 28(4):466–484, 2006.
- [45] Stefania BORGHINI, Francesca GOLFETTO et Diego RINALLO : On-going search among industrial buyers. *Journal of Business Research*, 59(10-11):1151–1159, 2006.
- [46] Marie-Claire BOSCOQ : *Le commerce de la librairie en France au XIX^e siècle : 1798-1914*, chapitre L'implantation des libraires à Paris (1815-1848), pages 27–51. IMEC éditions / Éditions de la MSH, Paris, 1997.
- [47] Marie-Claire BOSCOQ : *Les libraires à Paris sous la monarchie constitutionnelle*. Thèse de doctorat, Université de Versailles-Saint-Quentin-en-Yvelines, 2013.
- [48] Françoise BOUDON et André CHASTEL : *Système de l'architecture urbaine, le quartier des Halles à Paris*. Éditions du CNRS, Paris, 1977.
- [49] Julien BRAILLY et Emmanuel LAZEGA : Diversité des approches de la modélisation multiniveaux en analyses de réseaux sociaux et organisationnels. *Mathématiques et Sciences Sociales*, 198(2):5–32, 2012.
- [50] Claude-Isabelle BRELOT : *Noblesses et villes (1780-1950)*, chapitre Itinérances nobles : la noblesse et la maîtrise de l'espace, entre ville et château, au 19^e siècle, pages 95–105. Université François Rabelais, Maison des sciences de la ville, Tours, 1995.
- [51] S.R. BROADBENT et J.M. HAMMERSLEY : Percolation processes, I. Crystals and mazes. *Proceedings of the Cambridge Philosophical Society*, 53(3):629–641, 1957.
- [52] Anthony S. BRYK et Stephen W. RAUDENBUSH : *Hierarchical linear models*. Sage, Newbury Park, 1992.
- [53] Nicolas BUCLET : *écologie industrielle et territoriale : Stratégies locales pour un développement durable*. Presses Universitaires du Septentrion, Villeneuve d'Ascq, 2011.

- [54] Alain CABANTOUS : Le quartier, espace vécu à l'époque moderne. Ambiguïté et perspectives d'une histoire. *Histoire, économie et société*, 13(3):427–439, 1994.
- [55] Pierre CARON : Une enquête sur l'état des routes, rivières et canaux au début de l'an II. *Bulletin d'histoire économique de la Révolution*, pages 1–362, 1917-1919.
- [56] Jean-Christophe CASSARD : Sur la route... avec quelques chemineaux et routiers bretons vers la fin du Moyen Âge. *Kreiz*, (16):139–163, 2002.
- [57] José Eduardo CASSIOLATO et Helena M.M. LASTRES : *Pequena empresa : cooperação e desenvolvimento local*, chapitre O foco em arranjos produtivos e inovativos locais de micro e pequenas empresas, pages 21–34. Relume Dumará, Rio de Janeiro, 2003.
- [58] Anne CAUQUELIN : Concept pour un passage. *Quaderni*, 3(1):31–40, 1987.
- [59] Michel de CERTEAU : *L'invention du quotidien. Arts de faire*. Gallimard, Paris, 1990.
- [60] Thomas CHAFFANEL : *Notaires et activités notariales dans les campagnes du Rhône au XIX^e siècle, 1806-1914*. Thèse de doctorat, Université Lyon 2, 2004.
- [61] Sylvie CHALAYE : Évaluer c'est observer : les difficultés d'une observation pertinente des clusters. *Reflets et perspectives de la vie économique*, L(1-2).
- [62] Éric CHARMES : *La rue, village ou décor ?* Créaphis, Paris, 2006.
- [63] Heng Leng CHEE : Ownership, control and contention : Challenges for the future of healthcare in Malaysia. *Social Science and Medicine*, 66(10):2145–2156, 2008.
- [64] Pascal CHEVALIER et Marie-Claude MAUREL : Interpréter les stratégies à travers les projets - Livrable n°7. *Action Locale et Développement Territorial en Europe Centrale ALDETEC*, 2012.
- [65] Gérard CHOUQUER : *Quels scénarios pour l'histoire du paysage ? Orientations de recherche pour l'archéogéographie*. Éditions du CEAUCP, Coimbra-Porto, 2007.
- [66] Laurent CLAVIER : “Quartier” et expériences politiques dans les faubourgs du nord-est parisien en 1848. *Revue d'histoire du XIX^e siècle*, 33:121–142, 2006.

- [67] Gérard CLIQUET et Pierre-Alain GUILLO : Retail network spatial expansion : An application of the percolation theory to hard discounters. *Journal of Retailing and Consumer Services*, 20(2):173–181, 2013.
- [68] T.M. COBURN, M.E. BEESLEY et D.J. REYNOLDS : *The London-Birmingham motorway : Traffic and economics*. Road Research Laboratory, Great Britain, 1960.
- [69] Marie-Noëlle COMIN : *Réseaux de villes et réseaux d'innovation en Europe : Structuration du système des villes européennes par les réseaux de recherches sur les technologies convergentes*. Thèse de doctorat, Université de Paris I Sorbonne, 2009.
- [70] Natacha COQUERY : Hôtel, luxe et société de cour : le marché aristocratique parisien au XVIII^e siècle. *Histoire & Mesure*, 10(3-4):339–369, 1995.
- [71] Natacha COQUERY : *Tenir boutique à Paris au XVIIIe siècle. Luxe et demi-luxe*. Éditions du Comité des travaux historiques et scientifiques, Paris, 2011.
- [72] Daniel COURGEAU : *Du groupe à l'individu : Synthèse multiniveau*. Éditions de l'INED, Paris, 2004.
- [73] Thomas COURTAT, Catherine GLOAGUEN et Stéphane DOUADY : Hypergraphs and City street networks. *Physics and Society*, 2011. arXiv :1106.0297.
- [74] Thomas COURTAT, Catherine GLOAGUEN et Stéphane DOUADY : Mathematics and Morphogenesis of the City : A Geometrical Approach. *Physical Review E*, 83(3):036106, 2011.
- [75] Olivier COUTARD et Jonathan RUTHERFORD : Les réseaux transformés par leurs marges : développement et ambivalence des techniques « décentralisées ». *Flux*, 76–77:6–13, 2009.
- [76] Joan CRESPO, Denis REQUIER DEJARDINS et Jerome VICENTE : Why Can Collective Action Fail in Local Agri-Food Systems? A Social Network Analysis of Cheese Producers in Aculco, Mexico. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2141309>, 2012.
- [77] Éric DAUDÉ : Analyse de processus centralisés de diffusion de diffusion spatiale. Le cas des établissements de services rendus aux entreprises. *V^e rencontres de Théo Quant*, 2001. http://thema.univ-fcomte.fr/theoq/pdf/2001/TQ2001_ARTICLE_9.pdf.
- [78] Adeline DAUMARD : *La bourgeoisie parisienne de 1815 à 1848*. Albin Michel, Paris, 1996.

- [79] Jean-Claude DAUMAS : Districts industriels : du concept à l'histoire . *Revue économique*, 58(1):131–152, 2007.
- [80] Maurice DAUMAS et Jacques PAYEN, éditeurs. *Évolution de la géographie industrielle de Paris et sa proche banlieue au XIX^e siècle*. CNAM - EHESS, Paris, 1976.
- [81] Alain DEGENNE et Michel FORSÉ : *Les réseaux sociaux*. Armand Colin, Paris, 2004.
- [82] Albert DEMANGEON : *Problèmes de géographie humaine*. Armand Colin, Paris, 1948.
- [83] Éric DENIS et Kamala MARIUS-GNANOU : Toward a better appraisal of urbanization in India. *Cybergeog : European Journal of Geography*. <http://cybergeog.revues.org/24798>.
- [84] Stéphane DOUADY : *Morphogénèse : l'origine des formes*, chapitre La phyllotaxie, ou comment les plantes font des mathématiques en poussant. Belin, Paris, 2006.
- [85] César DUCRUET, Daniele IETRI et Céline ROZENBLAT : Cities in worldwide air and sea flows : a multiple networks analysis. *Cybergeog : European Journal of Geography*, 2011. <http://cybergeog.revues.org/23603>.
- [86] Gabriel DUPUY : Fracture et dépendance : L'enfer des réseaux. *Flux*, 83:6–23, 2011.
- [87] Gabriel DUPUY et Jean-Marc OFFNER : Réseau : bilans et perspectives. *Flux*, 62:38–46, 2005.
- [88] Antoine DUTOT, Frédéric GUINAND, Yoann PIGNÉ et Olivier DAMIEN : Graphstream : A tool for bridging the gap between complex systems and dynamic graphs. *CoRR*, abs/0803.2093, 2008.
- [89] Fabien ELOIRE : Une approche sociologique de la concurrence sur un marché - le cas de la restauration lilloise. *Revue française de sociologie*, 51(3):481–517, 2010.
- [90] S. ERLANDER et N.F. STEWART : *The Gravity Model in Transportation Analysis*. VSP International Science Publishers, Utrecht, 1990.
- [91] Charles ESTIENNE : *La Guide des chemins de France*. Paris, 1552. consultation sur Gallica, BNF.
- [92] A. FABRIKANT, E. KOUTSOUPAS et C.H. PAPADIMITRIOU : Heuristically Optimized Tradeos : A New Paradigm for Power Laws in the Internet. *Proceedings of the 29th International Colloquium on Automata, Languages, and Programming, Lecture Notes in Computer Science*, 2380:110–122, 2002.

- [93] Jean-Claude FARCY et Jacques-Guy PETIT : *Une justice de proximité : la justice de paix (1790-1958)*, chapitre Justice de paix et justice de proximité. PUF, Paris, 2003.
- [94] Arlette FARGE : *La vie fragile : violence, pouvoirs et solidarités à Paris au XVIII^e siècle*. Seuil, Paris, 1992.
- [95] Guillaume FAVRE, Julien BRAILLY, Josiane CHATELLET et Emmanuel LAZEGA : De la relación inter-individual a la relación inter-organizacional : Un análisis de redes multinivel de un mercado de programas de televisión en África subsahariana. *REDES*, 24(3), 2012.
- [96] René FAYT : *Retour au XVIII^e siècle*, chapitre La galanterie des “Lumières”, source d’éditions clandestines au XIX^e siècle à Bruxelles, pages 9–20. Éditions de l’Université de Bruxelles, Bruxelles, 1994.
- [97] Nicole FELKAY : *Balzac et ses éditeurs, 1822-1837. Essai sur la librairie romantique*. Promodis - Éditions du Cercle de la Librairie, Paris, 1987.
- [98] Nicole FELKAY : *Livre et lecture au Québec*, chapitre La librairie Boscange, pages 43–58. Institut québécois de recherche sur la culture, Québec, 1988.
- [99] Marie FERRU : *La géographie des collaborations pour l’innovation*. Thèse de doctorat, Université de Poitiers, 2009.
- [100] Claude S. FISCHER : *To dwell among friends. Personal networks in town and city*. The University of Chicago Press, Chicago, 1982.
- [101] Sylvie FOL et Emmanuèle CUNNINGHAM-SABOT : « Déclin urbain » et *Shrinking Cities* : une évaluation critique des approches de la décroissance urbaine. *Annales de Géographie*, 674:359–383, 2010.
- [102] Laurence FONTAINE : *Le Voyage et la mémoire : colporteurs de l’Oisans au XIX^e siècle*. Presses Universitaires de Lyon, Lyon, 1984.
- [103] Laurence FONTAINE : *L’économie morale : pauvreté, crédit et confiance dans l’Europe préindustrielle*. Gallimard, Paris, 2008.
- [104] Jean-Pierre FREY : *La Ville industrielle et ses urbanités : la distinction ouvriers/employés. Le Creusot 1870-1930*. Pierre Mardaga éditeur, Bruxelles.
- [105] H.L. FRISCH et J.M. HAMMERSLEY : Percolation Process and Related Topics. *Journal of the Society for Industrial and Applied Mathematics*, 11(4):894–913, 1963.

- [106] Floriana GARGIULO, Maxime LENORMAND, Sylvie HUET et Omar Baqueiro ESPINOSA : Commuting Network Models : Getting the Essentials. *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*, 15(2):6, 2012.
- [107] Michael T. GASTNER et M.E.J. NEWMAN : Shape and efficiency in spatial distribution networks. *Journal of Statistical Mechanics : Theory and Experiment*, 2006(1):P01015, 2006.
- [108] O. GAVAUD, P. LE BOURHIS et D. ORSINI : Les bâtiments logistiques - fonction et impacts sur les territoires. *Setra*, 2009.
- [109] Bertrand GILLE : *La banque et le crédit en France de 1815 à 1848*. PUF, Paris, 1959.
- [110] Elisa GIULIANI et Martin BELL : The micro-determinants of meso-level learning and innovation : Evidence from a Chilean wine cluster. *Research Policy*, 34(1):47–68, 2005.
- [111] F. GIULLO : Les conséquences de la réforme portuaire sur les entreprises de manutention. Mémoire de D.E.A., Université d’Aix Marseille, 2009.
- [112] R.V. GOULD et R.M. FERNANDEZ : Structures of mediation : a formal approach to brokerage in transaction networks. *Sociological Methodology*, 19:89–126, 1989.
- [113] Simon GRAHAM, Stephen et Marvin : *Splintering Urbanism. Networked Infrastructures, Technological Mobilities and the Urban Condition*. Routledge, Londres et New York, 2001.
- [114] Stephen GRAHAM : *Disrupted Cities*, chapitre When Infrastructures Fail. Routledge, Londres et New York.
- [115] Stephen GRAHAM et Nigel THRIFT : Out of Order. Understanding Repair and Maintenance. *Theory, Culture & Society*, 24(3):1–25, 2007.
- [116] Antoine GRANDCLEMENT : *Competitivita territoriale : determinanti e politiche*, chapitre Vers une géographie des pôles de compétitivité : réseaux, construction politique et organisation territoriale, pages 219–241. Franco Angeli, Milan, 2010.
- [117] Antoine GRANDCLEMENT : *Géographie des pôles de compétitivité : réseaux et territoires de l’innovation*. Thèse de doctorat, Université d’Aix-Marseille, 2012.
- [118] Mark S. GRANOVETTER : The strength of weak ties. *American Journal of Sociology*, 78(6):1360–1380, 1973.

- [119] Mark S. GRANOVETTER : Economic action and social structure : The problem of embeddedness. *American Journal of Sociology*, 91(3):481–510, 1985.
- [120] Sylvie GRAUMANN-YETTOU : *Commerce international : guide pratique*. Litec affaires, finances. Litec, 2002.
- [121] Michel GROSSETTI : Are French networks different ? *Social Networks*, 29(3):391–404, 2007.
- [122] Peter HAGGETT et Richard J. CHORLEY : *Network Analysis in Geography*. Edward Arnold, 1969.
- [123] Robert A. HANNEMAN et Mark RIDDLE : *Introduction to social network methods*. University of California, 2005. <http://faculty.ucr.edu/hanneman/>.
- [124] Ulf HANNERZ : *Explorer la ville*. Minuit, Paris, 1983.
- [125] Christine HAYNES : *Lost illusions : The politics of publishing in nineteenth-century France*. Harvard University Press, Cambridge, 2010.
- [126] M. HOUDART, M. BONIN et C. COMPAGNONE : Social and spatial organisation - assessing the agroecological changes on farms : case study in a banana-growing area of Guadeloupe. *International Journal of Agricultural Resources, Governance and Ecology*, 9(1):15–30, 2011.
- [127] Frank HÜESKER, Timothy MOSS et Matthias NAUMANN : Managing Water Infrastructures in the Berlin-Brandenburg Region between Climate Change, Economic Restructuring and Commercialisation. *Die Erde*, 142(1-2):187–208, 2010.
- [128] Lynn HUNT et George SHERIDAN : Corporatism, Association, and the Language of Labor in France, 1750-1850. *The Journal of Modern History*, 58(4):813–844, 1986.
- [129] Sabine JURATIC : *Paris, capitale des livres. Le monde des livres et de la presse à Paris, du Moyen Âge au XX^e siècle, vol. 1*, chapitre La librairie parisienne des Lumières, 1723-1789, pages 191–200. Paris bibliothèques - PUF, Paris, 2007.
- [130] Maria KAIKA et Eric SWYNGEDOUW : Fetishizing the modern city : the phantasmagoria of urban technological networks. *International Journal of Urban and Regional Research*, 24(1):124–138, 2002.
- [131] J. KEMPMANN : *Demografischer Wandel, Herausforderung und Chancen für die Deutsche Wasserwirtschaft*, chapitre Anpassung der Wasserversorgungsinfrastruktur in Magdeburg, pages 159–172. DWA, 2008.

- [132] Loraine KENNEDY : *États, entreprises et territoires. économie politique comparée des pays émergents en Europe de l'Est et en Asie*, chapitre Du district marshallien à la zone économique spéciale, la trajectoire des clusters dans les stratégies économiques en Inde. Presses de Sciences-Po, Paris, 2009.
- [133] Thomas KLUGE et Ulrich SCHEELE : *Infrastrukturnetze und Raumentwicklung : zwischen Universalisierung und Differenzierung*, chapitre Von dezentralen zu zentralen Systemen und wieder zurück? Räumliche Dimensionen des Transformationsprozesses in der Wasserwirtschaft, pages 143–172. Oekom Verlag, 2008.
- [134] M. KOZIOL : *Infrastrukturnetze und Raumentwicklung. Zwischen Universalisierung und Differenzierung*, chapitre Räumliche Differenzierung der Infrastrukturversorgung. Chancen und Restriktionen im Rahmen des Stadtumbaus, pages 173–185. Oekom Verlag, 2008.
- [135] Odile KRAKOVITCH : *Histoire de la Librairie française*, chapitre Le décret du 5 février 1810, pages 5–15. Éditions du Cercle de la Librairie, Paris, 2008.
- [136] Odile KRAKOVITCH : *Les imprimeurs parisiens sous Napoléon I^{er}. Édition critique de l'enquête de décembre 1810. Censure, répression et réorganisation du livre sous le Premier Empire*. Paris-Musées, Paris, 2008.
- [137] P.L.C. LABRETONNIÈRE : *Statistiques du département de la Vendée*. Imprimerie des Sourds-Muets, Ministère de l'Intérieur, Paris, 1800.
- [138] Pierre LACHAÏER : *Firmes et entreprises en Inde. La firme lignagière dans ses réseaux*. Khartala, Paris, 1999.
- [139] Pierre LAROUSSE, éditeur. *Grand dictionnaire universel du XIX^e siècle*. Paris, 1866.
- [140] Emmanuel LAZEGA : *The Collegial phenomenon*. Oxford University Press, Oxford, 2001.
- [141] Emmanuel LAZEGA : *Réseaux sociaux et structures relationnelles*. PUF, Paris, 2007.
- [142] Emmanuel LAZEGA, Marie-Thérèse JOURDA et Lise MOUNIER : Network lift from dual alters : Extended opportunity structures from a multilevel and structural perspective. *European Sociological Review*, 2013.
- [143] Emmanuel LAZEGA, Marie-Thérèse JOURDA, Lise MOUNIER et Rafaël STOFER : Catching up with big fish in the big pond? Multi-level

network analysis through linked design. *Social Networks*, 30(2):159–176, 2008.

- [144] Emmanuel LAZEGA et Lise MOUNIER : *Conventions and Structures in Economic Organization*, chapitre Interdependent entrepreneurs and the social discipline of their cooperation : A research programme for structural economic sociology in a society of organizations, pages 147–199. Edward Elgar, Cheltenham, 2002.
- [145] Emmanuel LAZEGA et Philippa E. PATTISON : Multiplexity, generalized exchange and cooperation in organizations : A case study. *Social Networks*, 21(1):67–90, 1999.
- [146] A. LEBAUDY : *Réflexions sur la Banque générale du commerce et de l'industrie sous la raison Jacques Laffitte et Cie*. Imprimerie de P. Dupont, Paris, 1837.
- [147] Divya LEDUCQ et Bruno LUSSO : Le cluster innovant : conceptualisation et application territoriale. *Cybergeo : European Journal of Geography*, 2011. <http://cybergeo.revues.org/23513>.
- [148] Bertrand LEFEBVRE : *Indian Health Landscapes under Globalization*, chapitre Bringing World-class Healthcare to India? The Rise of Corporate Hospital, pages 83–99. Manohar, Delhi, 2009.
- [149] Bertrand LEFEBVRE : Hospital chains in India : The coming of age? *IFRI, Asie Visions*, 23, 2010.
- [150] Samuel LETURCQ : *Les Formes du paysage. T. 3 L'analyse des systèmes spatiaux*, chapitre La route et le paysage. Dynamique et stabilité des réseaux routiers baucerons entre étampes et la forêt d'Orléans, pages 78–87. Errance, Paris, 1997.
- [151] David LEVINSON et Bhanu YERRA : Self-organization of surface transportation networks. *Transportation Science*, 40(2):179–188, 2006.
- [152] Jacques LÉVY : *Dictionnaire de la géographie et de l'espace et des sociétés*, chapitre Réseau, pages 795–796. Belin, Paris, 2006.
- [153] David LIBEN-NOWELL, Jasmine NOVAK, Ravi KUMAR, Prabhakar RAGHAVAN et Andrew TOMKINS : Geographic routing in social networks. *Proc. Nat. Acad. Sci. (USA)*, 102(33):11623–11628, 2005.
- [154] Stéphanie LIMA : *Territoires, territorialité, territorialisation, Controverses et perspectives*, chapitre Le dépassement des territoires, bâtisseurs et passeurs d'espaces. Presses Universitaires de Rennes, Rennes, 2009.

- [155] David LINDORFF : *Marketplace medicine : the rise of the for-profit hospital chains*. Bantam Books, New York, 1992.
- [156] Émile LITTRÉ, éditeur. *Dictionnaire de la langue française*. Librairie Hachette, Paris, 1873.
- [157] Jörg LONDONG : Zukunftsvisionen der Wasserwirtschaft, Konzepte, Lösungsansätze. *Trinkwasser und Abwasser Tag, Sachsen-Sachsen-Anhalt-Thüringen, BVGW, Brehna*, 2003.
- [158] Rémi LOUF, Pablo JENSEN et Marc BARTHELEMY : Emergence of hierarchy in cost-driven growth of spatial networks. *Proceedings of the National Academy of Science*, 110(22):8824–8829, 2013.
- [159] Dean LUSHER, Johan KOSKINEN et Garry ROBINS, éditeurs. *Exponential Random Graph Models for Social Networks : Theory, Methods, and Applications*. Cambridge University Press, Cambridge, 2013.
- [160] Kevin LYNCH : *L'image de la cité*. Dunod, Paris, 1971 [1960].
- [161] Mario A. MAGGIONI, Mario NOSVELLI et Teodora E. UBERTI : Space versus networks in the geography of innovation : A European analysis. *Papers in Regional Science*, 86(3):471–494, 2007.
- [162] Claire MARCHAND : *Recherches sur les réseaux de formes. Processus dynamiques des paysages du Sénonais occidental*. Thèse de doctorat, Université François Rabelais, Tours, 2000.
- [163] Henri-Jean MARTIN et Odile MARTIN : *Histoire de l'Édition. Tome III. Le temps des éditeurs : du Romantisme à la Belle Époque*, chapitre Le monde des éditeurs, pages 176–244. Fayard/Éditions du Cercle de la Librairie, Paris, 1990.
- [164] Peter MASKELL, Harald BATHELT et Anders MALMBERG : Temporary Clusters and Knowledge Creation : The Effects of International Trade Fairs, Conventions and Other Professional Gatherings. *SPACES*, 4, 2004.
- [165] Peter MASKELL, Harald BATHELT et Anders MALMBERG : Building global knowledge pipelines : The role of temporary clusters. *European Planning Studies*, 14(8):997–1013, 2006.
- [166] Peter MASKELL et Anders MALMBERG : The competitiveness of firms and regions : “Ubiquitification” and the importance of localized learning. *European Urban and Regional Studies*, 6(1):9–25, 1999.
- [167] Bruce MAU : *Massive Change*. Phaidon, Londres, 2003.
- [168] Marcel MAUSS : *Mélanges offerts à Charles Andler par ses amis et ses élèves*, chapitre Gift/gift, pages 243–247. Istra, Strasbourg/Paris, 1924.

- [169] René MÉMAIN : Les chemins en Bas Poitou sous le régime de la corvée (XVII^e-XVIII^e). *Bulletin de la société des Antiquaires de l'Ouest*, XII: 35–76, 1939.
- [170] Gaël MESNAGE : De la rive gauche à la banlieue : l'imprimé dans Paris au XIX^e siècle. *Histoire et civilisation du livre. Revue internationale*, 5:63–80, 2009.
- [171] Diana MOK, Barry WELLMAN et Ranu BASU : Did distance matter before the Internet? Interpersonal contact and support in the 1970s. *Social Networks*, 29(3):430–461, 2007.
- [172] Diana MOK, Barry WELLMAN et Juan CARRASCO : Does Distance Still Matter in Age of Internet? *Urban Studies*, 47(13):2747–2783, 2010.
- [173] Abraham MOLES et Rohmer ÉLISABETH : *Labyrinthes du vécu. L'Espace : matière d'actions*. Librairie des Méridiens, Paris, 1982.
- [174] Jean-Yves MOLLIER : *L'Argent et les lettres : histoire du capitalisme d'édition 1880-1920*. Fayard, Paris, 1988.
- [175] Jean-Yves MOLLIER : *Louis Hachette (1800-1864). Le fondateur d'un empire*. Fayard, Paris, 1999.
- [176] Jacob L. MORENO : *Fondements de la sociométrie*. PUF, Paris, 1970 [1934].
- [177] Nathalie MORON : *A 83 Nantes-Niort. Lelleton (Petosse), rapport de fouille*. AFAN/SRA, Nantes/Poitiers, 1993.
- [178] Timothy MOSS : Utilities, Land-use Change and Urban Development : Brownfield sites as 'Cold-spots' of Infrastructure Networks in Berlin. *Environment and Planning A*, 35(3):511–529, 2003.
- [179] Timothy MOSS : 'Cold spots' of urban infrastructure : 'Shrinking' processes in Eastern Germany and the Modern Infrastructural Ideal. *International Journal of Urban and Regional Research*, 32(2):436–451, 2008.
- [180] Mehdi MOUSSAÏD, Dirk HELBING, Simon GARNIER, Anders JOHANSSON, Maud COMBE et Guy THERAULAZ : Experimental study of the behavioural mechanisms underlying self-organization in human crowds. *Proceedings of the Royal Society B*, 276(1688):2755–2762, 2009.
- [181] Jonathan MURDOCH : Networks - A new paradigm of rural development? *Journal of Rural Studies*, 16(4):407–419, 2000.
- [182] Michel NABAA : *Morphodynamique des réseaux viaires, application au risque*. Thèse de doctorat, Université du Havre, 2011.

- [183] Matthias NAUMANN et Matthias BERNT : When the tap stays dry : water networks in eastern Germany. *Local Environment*, 14(5):461–471, 2009.
- [184] M.E.J. NEWMAN, S. H. STROGATZ et D.J. WATTS : Random graphs with arbitrary degree distributions and their applications. *Physical Review E*, 64(2):19, 2001.
- [185] Madeleine NGUYEN-THE : *Importer : 4e édition*. Gestion industrielle. Eyrolles, 2011.
- [186] Hélène NOIZET, Boris BOVE et Laurent COSTA : *Paris de parcelles en pixels : analyse géomatique de l'espace parisien médiéval et moderne*. Presses Universitaires de Vincennes, Saint-Denis, 2013.
- [187] Jean-Marc OFFNER : Le développement des réseaux techniques : un modèle générique. *Flux*, 13:11–18, 1993.
- [188] Jean-Marc OFFNER et Denise PUMAIN, éditeurs. *Réseaux et territoires. Significations croisées*. Éditions de l'Aube, La Tour d'Aigues, 1996.
- [189] Morton E. O'KELLY : A geographer's analysis of hub-and-spoke networks. *Journal of Transport Geography*, 6(3):171–186, 1998.
- [190] Morton E. O'KELLY, D. BRYAN, D. SKORIN-KAPOV et J. SKORIN-KAPOV : Hub network design with single and multiple allocation : A computational study. *Location Science*, 4(3):125–138, 1996.
- [191] D. ORSINI : La logistique de la grande distribution. *Setra*, 2008.
- [192] Mohamed OUBENAL : *Le processus social de légitimation des produits financiers : le cas des Exchange Traded Funds (ETF) en France*. Thèse de doctorat, Université Paris-Dauphine, 2013.
- [193] Jean PAILHOUS : *La représentation de l'espace urbain. L'exemple du chauffeur de taxi*. PUF, Paris, 1970.
- [194] Stéphane PAJOT : *Percolation et économie*. Thèse de doctorat, Université de Nantes, 2001. <http://percolation.free.fr/>.
- [195] Françoise PARENT-LARDEUR : *Lire à Paris au temps de Balzac. Les cabinets de lecture à Paris, 1815-1830*. Éditions de l'EHESS, Paris, 1999.
- [196] Alexandre PÉRAUD : *Le crédit dans la poésie balzacienne*. Classiques Garnier, Paris, 2012.
- [197] David C. PERRY : *Building the Public City : The Politics, Governance and Finance of Public Infrastructure*, chapitre Introduction, pages 1–20. Sage, Londres, 1995.

- [198] Sylvain PETITET : Eau, assainissement, énergie, déchets : vers une ville sans réseaux? *Métropolitiques*, 2011. <http://www.metropolitiques.eu/Eau-assainissement-energie-dechets.html>.
- [199] Santi PHITHAKKITNUKON, Zbigniew SMOREDA et Patrick OLIVIER : Socio-Geography of Human Mobility : A Study Using Longitudinal Mobile Phone Data. *PloS-ONE*, 7(6):e39253, 2013.
- [200] Alvaro PINA-STRANGER et Emmanuel LAZEGA : Bringing personalized ties back in : their added value for biotech entrepreneurs and venture capitalists interorganizational networks. *The Sociological Quarterly*, 52(2):268–292, 2011.
- [201] Pierre PINON : De l’insula antique à l’îlot médiéval. *Les 100 villes qui ont fait l’occident*, pages 14–30, 1980.
- [202] Alain PLESSIS : *Banques locales et banques régionales en France au XIX^e siècle*, chapitre Les banques locales, de l’essor du Second Empire à la “crise” de la Belle Époque, pages 203–233. Albin Michel, Paris, 1999.
- [203] Anne PLUNKET et André TORRE : Les pôles de compétitivité ou le retour ambigu des déclinaisons locales de la politique industrielle française. *Economia e Politica Industriale*, 3:159–177, 2009.
- [204] Bertrand POISSONNIER : *La Vendée préhistorique*. Geste éditions, La Crèche, 1997.
- [205] M. POPOVIĆ, H. ŠTEFANČIĆ et V. ZLATIĆ : Geometric origin of scaling in large traffic networks. *Physical Review Letters*, 109(20):208701, 2011.
- [206] Guy POQUET et Bruno MARESCA : La consommation d’eau diminue dans les grandes villes européennes. *CREDOC*, (192), 2006.
- [207] Michael E. PORTER : The Competitive Advantage of Nations. *Harvard Business Review*, 68(2):73–93, 1990.
- [208] Walter W. POWELL : Learning from collaboration. *California Management Review*, 40(3):228–240, 1998.
- [209] Walter W. POWELL, Kenneth W. KOPUT et Laurel SMITH-DOERR : Interorganizational collaboration and the locus of innovation : Networks of learning in biotechnology. *Administrative Science Quarterly*, 41(1):116–145, 1996.
- [210] Dominic POWER et Johan JANSSON : Cyclical clusters in global circuits : Overlapping spaces and furniture industry trade fairs. *Economic Geography*, 84(4):423–448, 2008.

- [211] Daniele QUERCIA, Licia CAPRA et Jon CROWCROFT : The Social World of Twitter : Topics, Geography, and Emotions. *Proceedings of the Sixth International AAAI Conference on Weblogs and Social Media*, 2012.
- [212] André RALLET et Alain TORRE : Proximité et localisation. *Économie rurale*, 280(1):25–41, 2004.
- [213] Viera REBOLLEDO-DHUIN : L’espace parisien des libraires sous la monarchie de Juillet : des solidarités de métier ? *Revue d’histoire du XIX^e siècle*, 2(39):37–57, 2009.
- [214] Viera REBOLLEDO-DHUIN : *La librairie et le crédit. Réseaux et métiers du livre à Paris, 1830-1870*. Thèse de doctorat, Université de Versailles-Saint-Quentin-en-Yvelines, 2011.
- [215] Viera REBOLLEDO-DHUIN : Paul Valentin Dupray de la Mahérie (1828-1911), « marchand de salade » ou escroc au long cours ? Un libraire en quête de sociabilité. *Criminocorpus, revue hypermédia. Histoire de la justice, des crimes et des peines*, 2012.
- [216] Viera REBOLLEDO-DHUIN : *Les Acteurs du livre. II : Les Mondes du livre*, chapitre Joseph Décembre-Alonnier (1836-1906), un spéculateur dans la librairie ?, pages 101–120. Éditions Nicolas Malais, Paris, 2013.
- [217] Jean-Michel REY : *Le temps du crédit*. Desclée de Brouwer, Paris, 2002.
- [218] Florence RIHOUEY : L’émergence de nouveaux réseaux de soins en Inde. Hyderabad, un centre d’innovation. *Espace, Populations, Sociétés*, 2(3):265–278, 1997.
- [219] Sandrine ROBERT : *L’analyse morphologique des paysages entre archéologie, urbanisme et aménagement du territoire. Exemples d’études de formes urbaines et rurales dans le Val-d’Oise*. Thèse de doctorat, Paris 1 Panthéon-Sorbonne, 2003. <http://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00371063/fr/>.
- [220] Sandrine ROBERT : L’archéologie des voies aujourd’hui : un renouveau par l’archéogéographie et l’archéologie préventive. *Archéopages*, 27:57–59, 2007.
- [221] Sandrine ROBERT : De la route-monument au réseau routier. *Les Nouvelles de l’archéologie*, 115:8–12, 2009.
- [222] Sandrine ROBERT, éditeur. *Méthodes et techniques de l’archéogéographie planimétrique*. Presses Universitaires de Franche-Comté, Besançon, 2011.

- [223] Garry ROBINS et Dean LUSHER : *Exponential Random Graph Models for Social Networks : Theory, Methods and Applications*, chapitre What are exponential random graph models (ERGM) ?, pages 9–15. Cambridge University Press, Cambridge, 2013.
- [224] Garry ROBINS, Philippa E. PATTISON et Jodie WOOLCOCK : Social networks and small worlds. *American Journal of Sociology*, 110(4):894–936, 2005.
- [225] Philip J. ROSSON et F. H. Rolf SERINGHAUS : Visitor and exhibitor interaction at industrial trade fairs. *Journal of Business Research*, 32(1):81–90, 1995.
- [226] Camille ROTH, Soong Moon KANG, Michael BATTY et Marc BARTHELEMY : Structure of Urban Movements : Polycentric Activity and Entangled Hierarchical Flows. *PLoS ONE*, 6(1):e15923, 2011.
- [227] Gaston ROULLEAU : *Les règlements par effets de commerce en France et à l'étranger*. Imprimerie Dubreuil, Frèrebeau et Cie, Paris, 1914.
- [228] Céline ROZENBLAT et Denise PUMAIN : *Cities in Globalization : Practices, policies and theories*, chapitre Firm linkages, innovation and the evolution of urban systems, pages 130–156. Routledge, Londres, 2007.
- [229] Britta RUHNAU : Eigenvector centrality - a node centrality? *Social Networks*, 22(4):357–365, 2000.
- [230] Thérèse SAINT-JULIEN : Diffusion spatiale. *Hypergéométrie*. <http://www.hypergeo.eu/spip.php?article11>.
- [231] Monique de SAINT MARTIN : *L'espace de la noblesse*. Métailié, Paris, 1993.
- [232] Marta SALES-PARDO, Robert GUIMERÀ, Moreira André A. et Luís A. Nunes AMARAL : Extracting the hierarchical organization of complex systems. *Proc. Natl. Acad. Sci.*, 104(39):15224–15229, 2007.
- [233] J. Warren SALMON : *The Corporate Transformation of Health Care. Issues and Directions*. Baywood Publications, Amityville, 1990.
- [234] Jean-Luc SARRAZIN, éditeur. *La Vendée, des origines à nos jours*. Éditions Bordessoules, Saint-Jean-d'Angély, 1982.
- [235] Hubert SCHMITZ : Collective efficiency : Growth path for small-scale industry. *The Journal of Development Studies*, 31(4):529–566, 1995.
- [236] Nina SCHULDT et Harald BATHELT : International Trade Fairs and Global Buzz. Part II : Practices of Global Buzz. *European Planning Studies*, 19(1):1–22, 2011.

- [237] Robert SCHWARTZ, Ian GREGORY et Thomas THÉVENIN : Spatial History : Railways, Uneven Development, and Population Change in France and Great Britain, 1850-1914. *Journal of Interdisciplinary History*, 42(1):53–88, 2011.
- [238] Allen J. SCOTT : Industrial organization and location : Division of labor, the firm, and spatial process. *Economic Geography*, 62(3):215–231, 1986.
- [239] J. SEILER et D. POCH : Auswirkungen des geänderten Verbraucherverhaltens auf Anlagen in Wasserversorgungs- und Abwasserentsorgungsunternehmen . *Trinkwasser und Abwasser Tag, Sachsen-Sachsen-Anhalt-Thüringen, BVGW*, 2003.
- [240] F.H. Rolf SERINGHAUS et Philip ROSSON : Management and performance of international trade fair exhibitors : Government stands vs. independent stands. *International Marketing Review*, 15(5):398–412, 1998.
- [241] F.H. Rolf SERINGHAUS et Philip ROSSON : Firm experience and international trade fairs. *Journal of Marketing Management*, 17(7-8):877–901, 2001.
- [242] Jean-Michel SERVET : *Banquiers aux pieds nus. La microfinance*. Odile Jacob, Paris, 2006.
- [243] F. SIMINI, M.C. GONZÁLEZ, A. MARITAN et A.L. BARABÁSI : A universal model for mobility and migration patterns. *Nature*, 484(7392):96–100, 2012.
- [244] Georg SIMMEL : *Sociologie. Études sur les formes de la socialisation*, chapitre Secret et société secrète, pages 347–405. PUF, Paris, 2010.
- [245] Zbigniew SMOREDA : *Sociabilités ordinaires, réseaux sociaux et médiation des technologies de communication*. Thèse de doctorat, Université de Paris Est, 2008.
- [246] Tom A.B. SNIJDERS et Roel J. BOSKER : *Multilevel analysis : An introduction to basic and advanced multilevel modeling*. Sage, Londres, 1999.
- [247] Tom A.B. SNIJDERS, Philippa E. PATTISON, Garry ROBINS et Mark HANDCOCK : New specifications for exponential random graph models. *Sociological Methodology*, 36(1):99–153, 2006.
- [248] Susan Leigh STAR : The ethnography of infrastructure. *American Behavioral Scientist*, 43(3):377–391, 1999.

- [249] John Q. STEWART : Demographic gravitation : evidence and applications. *Sociometry*, 11(1):31–58, 1948.
- [250] Michael STORPER et Anthony J. VENABLES : Buzz : Face-to-face contact and the urban economy. *Journal of Economic Geography*, 4(4): 351–370, 2004.
- [251] Nicolas STOSKOPF : La fondation du comptoir national d’escompte de Paris, banque révolutionnaire (1848). *Histoire, économie et société*, 21(3):395–411, 2002.
- [252] Jane SUMMERTON : *Changing Large Technical Systems*. Westview Press, Boulder, 1994.
- [253] Yuri TAKHTEYEV, Anatoliy GRUZD et Barry WELLMAN : Geography of Twitter networks. *Social Networks*, 34(1):73–81, 2012.
- [254] Anne TER WAL et Ron BOSCHMA : Applying SNA in economic geography : framing some key analytic issues. *Annals of Regional Science*, 43(3):739–756, 2009.
- [255] André TIRAN : *La construction sociale de la confiance*, chapitre Confiance sociale et confiance primordiale. En partant de Georg Simmel, pages 317–335. Association d’économie financière Montchrestien, Paris, 1997.
- [256] Alain TORRE et Jean-Eudes BEURET : *Proximités territoriales*. Economica Anthropos, Paris, 2012.
- [257] Brian UZZI : The sources and consequences of embeddedness for the economic performance of organizations : The network effect. *American Sociological Review*, 61(4):674–698, 1996.
- [258] Brian UZZI : Social structure and competition in interfirm networks : The paradox of embeddedness. *Administrative Science Quarterly*, 42(1):35–67, 1997.
- [259] Nicolas VERDIER : Le réseau technique est-il un impensé du XVIII^e siècle : le cas de la poste aux chevaux. *Flux*, 68(2):7–21, 2007.
- [260] Jérôme VICENTE, Pierre A. BALLAND et Olivier BROSSARD : Getting into Networks and Clusters : Evidence from the Midi-Pyrenean Global Navigation Satellite Systems (GNSS) Collaboration Network. *Regional Studies*, 45(8):1059–1078, 2008.
- [261] Éric VION : *Paysages découverts. Histoire, géographie et archéologie du territoire en Suisse romande, t. 1*, chapitre L’analyse archéologique des réseaux routiers : une rupture méthodologique, des réponses nouvelles, pages 67–99. Éditions du GREAT, Lausanne, 1989. <http://www.formesdufoncier.org/pdfs/vion.pdf>.

- [262] Emmanuel de WARESQUIEL : *L'histoire à rebrousse-poil ? : les élites, la Restauration, la Révolution*. Fayard, Paris, 2005.
- [263] Magali WATTEAUX : *La dynamique de la planimétrie et des réseaux routiers en Vendée méridionale. études historiographiques et recherches archéogéographiques*. Thèse de doctorat, Paris 1 Panthéon-Sorbonne, 2009. <http://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00421955/fr/>.
- [264] Thierry WEIL, Anna GLASER, émilie-Pauline GALLIÉ, Valérie MÉRINDOL, Philippe LEFEBVRE et Frédérique PALLEZ : Why are good comparative studies of networks so rare ? Practical lessons from a study on French clusters. *CERNA Working Papers Series*, 2010.
- [265] Anet WETERINGS et Ron BOSCHMA : Does spatial proximity to customers matter for innovative performance? Evidence from the Dutch software sector. *Research Policy*, 38(5):746–755, 2009.
- [266] Harrison C. WHITE : Where do markets come from ? *American Journal of Sociology*, 87(3):517–547, 1981.
- [267] Harrison C. WHITE, Scott A. BOORMAN et Ronald L. BREIGER : Social Structure from Multiple Networks. I. Blockmodels of Roles and Positions. *The American Journal of Sociology*, 81(4):730–780, 1976.
- [268] Markus WISSEN et Matthias NAUMANN : Neue Räume der Wasserwirtschaft München Hannover und Frankfurt (Oder). *Networks Paper*, 21, 2006.
- [269] Stuart WOOLF : Les bases sociales du Consulat. Un mémoire d'Adrien Duquesnoy. *Revue d'histoire moderne et contemporaine*, 31(4):597–618, 1984.
- [270] Feng XIE et David LEVINSON : Modeling the Growth of Transportation Networks : A Comprehensive Review. *Networks and Spatial Economics*, 9:291–307, 2009.
- [271] George Kingsley ZIPF : *Human Behavior and the Principle of Least Effort*. Addison-Wesley, Reading, 1949.

Liste des figures

1	La vulnérabilité infrastructurelle. L'exemple des réseaux d'eau - Florentin	24
2	Les <i>shrinking networks</i> et la transformation des modèles traditionnels des réseaux - Florentin	29
3	Le réseau de l'APL Goyave en 2008 - Polge	37
4	Le réseau de l'APL goyave en 2012 - Polge	39
5	Le réseau de l'APL açai en 2008 - Polge	41
6	Le réseau de l'APL açai en 2010 - Polge	44
7	Réutilisation du réseau viaire à Taro après le tsunami du Tohoku - Bonnin et Douady	51
8	La périphérie d'Oulan-Bator - Bonnin et Douady	51
9	Chemins courts et chemins simples - Bonnin et Douady	53
10	Plan, réseau viaire, et analyse du degré de <i>centralité simplex</i> des rues - Bonnin et Douady	55
11	Plan, réseau viaire brut actuel et analyse de la <i>centralité simplex</i> des voies d'Avignon - Bonnin et Douady	56
12	Distribution exponentielle du degré d'intersections des voies / leur longueur - Bonnin et Douady	58
13	Histogramme du log des longueurs des rues, Amiens - Bonnin et Douady	59
14	Plan et analyse de centralité de « simplicité » des voies de la ville du Creusot - Bonnin et Douady	60
15	Hypothèses modificatives du réseau viaire de Villers-sur-Mer - Bonnin et Douady	61
16	Le Creusot : implantations périphériques et redécoupage des grandes parcelles agricoles - Bonnin et Douady	62
17	Le double mécanisme d' <i>extension/division</i> - Bonnin et Douady	63
18	Modèle physique de l'implantation - Bonnin et Douady	64
19	Exemples de résultats de l'algorithme de croissance - Bonnin et Douady	66

20	Les différents niveaux de formes des réseaux routiers - Watteaux	82
21	Tracé de l'ancienne voie antique Rennes/Angers au nord de Nouvoitou - Watteaux	84
22	La Vendée, terre de passage de grands itinéraires régionaux et suprarégionaux - Watteaux	89
23	Itinéraires de grand parcours des XVI ^e -XVII ^e siècles - Watteaux	90
24	Grandes routes des XVIII ^e et XIX ^e siècles - Watteaux	92
25	Les tracés reliant le Marais poitevin aux terres du Massif an- cien - Watteaux	93
26	Itinéraires et flux suprarégionaux - Watteaux	94
27	Tracés de l'itinéraire de Poitiers et Limoges - Watteaux	95
28	Insertion du gisement archéologique de Lelleton dans la pla- nimétrie de 1950 - Watteaux	97
29	Reprise d'une partie du tracé de l'ancien chemin de Fontenay- le-Comte aux Sables d'Olonne - Watteaux	99
30	Les réseaux du pôle SCS - Grandclement	108
31	Les recompositions spatiales des réseaux des pôles - Grand- clement	112
32	Les réseaux du pôle Pégase - Grandclement	114
33	Réseau socioéconomique multiniveau sur un marché - Brailly <i>et al.</i>	122
34	Types d'ancrage des conseillers rhodaniens de la Restauration - Garrote	145
35	Variation des liens au territoire selon l'ancrage géomorpholo- gique et l'origine sociale - Garrote	146
36	Profils des conseillers d'arrondissements ruraux en place entre 1815 et 1830 - Garrote	147
37	Coappartenances des conseillers du Rhône aux sociétés sa- vantes et institutions de prestiges du département - Garrote .	149
38	Ancrage pluriel et parentèle : transcender les frontières des conseils - Garrote	151
39	Ancrage pluriel et parenté : dispersion territoriale du patri- moine foncier - Garrote	152
40	Ancrage territorial et figures locales : le cas du conseil d'ar- rondissement de Villefranche - Garrote	153
41	Ancrage territorial et figures locales : un réseau familial géo- graphiquement concentré - Garrote	154
42	Parentèle Humblot-Désarbres siégeant au conseil municipal de Villefranche - Garrote	156

43	Ancrage territorial, cumul de pouvoirs et réseau familial : l'exemple des Humblot de Villefranche (1) - Garrote	157
44	Ancrage territorial, cumul de pouvoirs et réseau familial : l'exemple des Humblot de Villefranche (2) - Garrote	158
45	Légende des figures 43 et 44 - Garrote	159
46	Répartition des libraires parisiens par arrondissement, 1815- 1875 - Rebolledo-Dhuin	164
47	Principaux cercles de créanciers des libraires en faillite - Rebolledo- Dhuin	169
48	Réseaux de crédit sollicités par les libraires en faillite auprès des ouvriers du livre - Rebolledo-Dhuin	172
49	Réseaux de crédit sollicités par les libraires en faillite auprès des imprimeurs et papetiers - Rebolledo-Dhuin	172
50	Collection de réseaux egocentrés autour de Denn, Depélafol et Ledoux - Rebolledo-Dhuin	178
51	Billet à ordre - Rebolledo-Dhuin	180
52	Fraction de la collection de réseaux egocentrés autour de De- pélafol, Mame-Delaunay et Thoisionier-Desplaces - Rebolledo- Dhuin	181
53	Collection de réseaux egocentrés autour de Martin, Hector et Adolphe Bossange - Rebolledo-Dhuin	184
54	Collection de réseaux egocentrés autour de quelques éditeurs républicains - Rebolledo-Dhuin	185
55	Fraction de la collection de réseaux egocentrés autour de quelques éditeurs républicains et libraires de gros - Rebolledo-Dhuin	187
56	Réseau d'Olivier en vague 1 - Barrat <i>et al.</i>	199
57	Réseau de Nicolas en vague 3 - Barrat <i>et al.</i>	199
58	Réseau de Kevin en vagues 2 et 3 - Barrat <i>et al.</i>	202
59	Réseau de Yves en vagues 1 et 2 - Barrat <i>et al.</i>	203
60	Réseau de Jean en vagues 1 et 2 - Barrat <i>et al.</i>	207
61	Réseau de Jean en vagues 3 et 4 - Barrat <i>et al.</i>	208
62	Graphes obtenus pour plusieurs valeurs du rapport β/β^* - Louf <i>et al.</i>	220
63	Variation de l'exposant τ avec β/β^* - Louf <i>et al.</i>	222
64	Zones d'influence et niveaux hiérarchiques - Louf <i>et al.</i>	223
65	Distance moyenne entre les niveaux hiérarchiques successifs - Louf <i>et al.</i>	224
66	Illustration de la zone d'influence autour de plusieurs nœuds - Louf <i>et al.</i>	225

67	Indice de séparation moyenné sur les niveaux hiérarchiques du graphe - Louf <i>et al.</i>	226
68	Graphe produit pour les 5 000 villes françaises les plus peuplées - Louf <i>et al.</i>	228
69	Unités urbaines indiennes de plus de 100 000 habitants - Lefebvre	235
70	Les chaînes hospitalières en Inde - Lefebvre	237
71	La distribution des chaînes hospitalières dans le système urbain - Lefebvre	237
72	Triangles de Delaunay et Polygones de Voronoï - Lefebvre	240
73	Chaînes hospitalières dans les unités urbaines > 5 M. hab. - Lefebvre	241
74	Chaînes hospitalières dans les unités urbaines > 2 M. hab. - Lefebvre	242
75	Chaînes hospitalières dans les unités urbaines > 1 M. hab. - Lefebvre	243
76	Chaînes hospitalières dans les unités urbaines > 0.5 M. hab. - Lefebvre	244
77	Chaînes hospitalières dans les unités urbaines > 0.2 M. hab. - Lefebvre	245
78	Chaînes hospitalières dans les unités urbaines > 0.1 M. hab. - Lefebvre	246
79	La boucle systémique : entre structure et dynamique - Démare <i>et al.</i>	250
80	Les Incoterms® - Démare <i>et al.</i>	252
81	Représentation des différentes organisations spatiales des bâtiments logistiques - Démare <i>et al.</i>	255
82	Principe du <i>cross-docking</i> - Démare <i>et al.</i>	256
83	Réseau de bâtiments logistiques en trompette - Démare <i>et al.</i>	257
84	Réseau de bâtiments logistiques en entonnoir - Démare <i>et al.</i>	257
85	Représentation du réseau des relations possibles entre les acteurs - Démare <i>et al.</i>	258
86	Diagramme de classe UML de la conception du réseau d'acteurs - Démare <i>et al.</i>	260
87	Diagramme de classe UML de la conception du réseau physique - Démare <i>et al.</i>	261
88	Représentation simplifiée du graphe de contrôle du flux physique de la marchandise - Démare <i>et al.</i>	262

Liste des tableaux

1	Les pôles du corpus d'étude - Grandclement	104
2	L'organisation spatiale des réseaux des pôles - Grandclement .	119
3	Nombre d'acteurs présents sur le salon étudié en 2011 ayant aussi participé à d'autres événements la même année - Brailly <i>et al.</i>	130
4	ERG modèle estimé pour la présence de lien de contrat inter- organisationnel - Brailly <i>et al.</i>	132
5	ERG modèle estimé pour la présence de lien de conseil inter- individuel - Brailly <i>et al.</i>	134
6	Visualisation des statistiques de la modélisation ERG pour le réseau interorganisationnel - Brailly <i>et al.</i>	138
7	<i>Goodness of fit</i> pour le réseau interorganisationnel - Brailly <i>et</i> <i>al.</i>	139
8	Visualisation des statistiques de la modélisation ERG pour le réseau interindividuel - Brailly <i>et al.</i>	140
9	<i>Goodness of fit</i> pour le réseau interindividuel - 1 - Brailly <i>et al.</i>	141
10	<i>Goodness of fit</i> pour le réseau interindividuel - 2 - Brailly <i>et al.</i>	142
11	Classification des crédits de la Banque de France pour Paris (1804) - Rebolledo-Dhuin	167
12	Répartition des créances de fournisseurs - Rebolledo-Dhuin . .	171
13	Estimation empirique de β et β^* - Louf <i>et al.</i>	227
14	Entreprises de santé indiennes sélectionnées - Lefebvre	233

Auteur-e-s

Alain BARRAT, physicien, Directeur de recherche au CNRS, Aix-Marseille Université, CNRS, Centre de Physique Théorique, UMR7332, alain.barrat@cpt.univ-mrs.fr

Marc BARTHELEMY, Chercheur à l'Institut de Physique Théorique, CEA, CNRS-Unité de Recherche Associée 2306, et Centre d'Analyse et de Mathématiques Sociales, EHESS, marc.barthelemy@cea.fr

Cyrille BERTELLE, Professeur, Université du Havre - LITIS - Informatique, cyrille.bertelle@univ-lehavre.fr

Claire BIDART, sociologue, Directrice de recherche au CNRS, Aix-Marseille Université, CNRS, Laboratoire d'Économie et de Sociologie du Travail, UMR7317, claire.bidart@univ-amu.fr

Philippe BONNIN, Directeur de Recherches CNRS, Directeur du laboratoire Architecture Urbanisme et Société, UMR 7218 LAVUE, philippe.bonnin@me.com

Julien BRAILLY, doctorant en sociologie à l'Université Paris-Dauphine / IRISSO, picard_julien@hotmail.fr

Thibaut DÉMARE, doctorant, Université du Havre - LITIS - Informatique, thibaut.demare@univ-lehavre.fr

Stéphane DOUADY, physicien, Directeur de Recherches CNRS, directeur de l'UMR MSC de Paris 7, Stephane.douady@univ-paris-diderot.fr

Antoine DUTOT, Maître de conférences, Université du Havre - LITIS - Informatique, antoine.dutot@univ-lehavre.fr

Guillaume FAVRE, doctorant en sociologie à l'Université Paris-Dauphine / IRISSO, gfavre29@gmail.com

Daniel FLORENTIN, doctorant au LATTS (Laboratoire Techniques, Territoires et Sociétés), Aménagement du Territoire et Géographie, Université Paris Est, daniel.florentin@ens.fr

Gabriel GARROTE, doctorant en Histoire contemporaine, Chargé d'enseignement à la faculté de Science politique, Université Lyon 2 / LER-SEREC, gabriel.garrote@univ-lyon2.fr

Antoine GRANDCLEMENT, ATER en géographie, Aix-Marseille Université - UMR7303 TELEMMe, antoine.grandclement@univ-amu.fr

Quentin GROSSETTI, informaticien, Université Toulouse III Paul Sabatier, stagiaire au LEST, quentin.grossetti@gmail.com

Pablo JENSEN, Directeur de recherches, IXXI, Rhône Alpes Complex Systems Institute et Laboratoire de Physique, CNRS, UMR 5672, ENS de Lyon, pablo.jensen@ens-lyon.fr

Emmanuel LAZEGA, Professeur de sociologie à l'Institut d'Études Politiques de Paris / CSO, emmanuel.lazega@sciencespo.fr

Bertrand LEFEBVRE, géographe, Post-Doctorant, MTG-UMR IDEES CNRS, Université de Rouen, bertrand.lefebvre@univ-rouen.fr

Laurent LÉVÊQUE, Maître de conférences en géographie et aménagement, Université du Havre, CIRTAI, UMR IDEES, laurent.leveque@univ-lehavre.fr

Rémi LOUF, doctorant, Institut de Physique Théorique, Commissariat à l'Énergie Atomique, CNRS -Unité de Recherche Associée 2306, Remi.LOUF@cea.fr

Étienne POLGE, doctorant Inra Sad-apt, équipe proximité / Cirad Tetis, équipe USIG, etienne.polge@agroparistech.fr

Viera REBOLLEDO-DHUIN, historienne, Université de Versailles-Saint-Quentin-en-Yvelines, viera.rebolledodhuin@free.fr

Magali WATTEAUX, archéogéographe, chercheure contractuelle CNRS, UMR 7218 Lavue, équipe « Architecture Urbanisme Société », ANR MoNuMoVi, magaliwatteaux@yahoo.fr