

Les réseaux dans le temps et dans l'espace : Synthèse de la seconde journée du groupe fmr

Françoise Bahoken, Matthieu Drevelle

► **To cite this version:**

Françoise Bahoken, Matthieu Drevelle. Les réseaux dans le temps et dans l'espace : Synthèse de la seconde journée du groupe fmr. NETCOM : Réseaux, communication et territoires, Netcom Association, 2014, 27 (3-4), 11 p. <hal-01067479>

HAL Id: hal-01067479

<https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01067479>

Submitted on 23 Sep 2014

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.

Les réseaux dans le temps et dans l'espace Synthèse de la seconde journée du groupe fmr.

Françoise Bahoken¹, Matthieu Drevelle²
Groupe fmr (flux, matrices, réseaux)

Résumé

Nous présentons sous la forme de synthèse, une analyse transversale des communications qui ont été présentées lors de la seconde journée d'étude du *groupe fmr*, consacrée à l'analyse des réseaux dans le temps et dans l'espace. Cette synthèse replace les travaux présentés dans le contexte plus englobant de l'analyse des réseaux dans le temps et/ou dans l'espace : nous restituons la manière dont les intervenants se sont appropriés l'objet d'étude, puis nous rapportons la manière dont ils intègrent le temps, enfin l'espace. L'attention est aussi focalisée sur l'articulation de l'espace et du temps, notamment par le biais de la construction d'indicateurs.

Introduction

La seconde journée d'étude du *groupe fmr (flux matrices, réseaux)* s'est tenue le 19 septembre 2013, à l'Ecole d'Ingénieurs de la ville de Paris (EIVP), avec le concours de l'EIVP, du CNRS (UMR Géographie-Cités) et de l'*European Research Council* (Projet *World Seastems*). Consacrée aux *réseaux dans le temps et dans l'espace*, cette journée fait suite à la première initiative du groupe dédié aux *Réseaux sociaux, réseaux spatiaux, réseaux complexes. Eléments pour un dialogue*, qui avait eu lieu le 27 septembre 2012 à l'Université Paris VII. Le programme de cette journée est accessible sur le Carnet de recherche³ du groupe fmr.

La journée d'étude a donné lieu à la présentation de onze textes regroupés en trois sessions : *Réseaux spatiaux sociotechniques, Réseaux et économie* et *Modéliser les réseaux*. Cette synthèse n'a pas pour objectif de résumer les présentations, les textes intégraux étant disponibles librement sur la page HalShs⁴ du groupe fmr. Son objectif est plutôt de replacer les travaux présentés dans le contexte plus englobant de l'analyse des réseaux dans le temps et dans l'espace. Pour cela, nous proposons de restituer, dans un premier temps, la manière dont les interventions ont construit leur objet d'étude : le réseau. Deuxièmement, nous rapportons la manière dont le temps est pris en compte dans les travaux présentés. La troisième partie est consacrée à l'intégration de l'espace, en particulier l'attention se porte sur l'articulation entre temps et espace, y compris par le biais de la construction d'indicateurs. La dernière section est consacrée à une sélection de questions posées lors des échanges.

1. Sur la construction de l'objet d'étude « réseau »

¹ Géographe, Ingénieure d'Etudes en cartographie à l'IFSTTAR, doctorante à l'Université Paris VII, UMR Géographie-Cités, Equipe PARIS, co-animatrice (avec César Ducruet) du *groupe fmr*. Adresse : IFSTTAR, AME-SPLOTT, Université Paris Est – Cité Descartes – 14-20, bd. Newton – 77 447 Marne-la-Vallée cedex 2, France. francoise.bahoken@ifsttar.fr

² Doctorant en Géographie et Aménagement à l'Université Paris I, UMR Géographie-cités, équipe CRIA – Transamo. Adresse : CRIA – Institut de Géographie – 191, rue Saint-Jacques, 75 005 Paris, France. matthieu.drevelle@yahoo.com

³ Le programme de la première journée d'études du groupe est accessible à l'adresse suivante : <http://groupefmr.hypotheses.org/452>

⁴ L'accès direct aux actes de cette seconde journée d'étude est disponible à l'emplacement suivant : http://halshs.archives-ouvertes.fr/docs/00/86/93/71/PDF/reseaux_temps_espaces.pdf.
[tp://halshs.archives-ouvertes.fr/FMR/fr/](http://halshs.archives-ouvertes.fr/FMR/fr/)

Les différentes communications ont débuté, pour leur grande majorité, par la construction de l'objet Réseau, en détaillant les aspects liés au type de réseau dont il était question. Dans la majorité des cas, les travaux présentés ont donné lieu à la construction d'une base de données, parfois localisée et intégrée dans un Système d'Information Géographique. Trois grandes orientations méthodologiques ont été privilégiées, elles dépendent du mode de collecte de l'information.

Dans le premier cas, les auteurs ont extrait des graphes, soit en mobilisant des données préalablement mises en forme (P. Bonnin *et al.*), soit en procédant *ex nihilo* (D. Florentin, A. Grandclément, B. Lefebvre). Pour les premiers, les réseaux de voies routières d'*OpenstreetMap* (OSM) et de l'Institut national de l'information géographique et forestière (IGN) ont d'abord permis de sélectionner les rues. Celles-ci ont ensuite fait l'objet d'une déconstruction puis d'une reconstruction en quatre types d'objets géographiques, en fonction de leur topographie et de leur topologie : le « segment », défini comme le tronçon entre deux nœuds ; « l'arc », comme un ensemble de segments ; le « point annexe », ou sommet de degré 2 et le « point final » comme sommet de degré n . Dans l'approche de P. Bonnin *et al.*, le réseau étudié est une création réalisée à partir d'un corpus existant, il est supposé exhaustif sur le territoire concerné.

Elle diffère de la démarche mise en œuvre par D. Florentin, A. Grandclément et B. Lefebvre pour, respectivement modéliser :

- la transformation des réseaux techniques de la région de Magdebourg (D. Florentin) ;
- le réseau d'acteurs organisés en pôles de compétitivité autour de la région PACA (A. Grandclément) ;
- la diffusion des chaînes hospitalières privées en Indes (B. Lefebvre).

Les réseaux envisagés dans ces différents travaux sont issus d'un échantillon d'observations sur un espace bien délimité : les données utilisées par A. Grandclément, par exemple, sont issues des pôles de compétitivité, elles ont été sélectionnées en fonction de leur appartenance à un programme de recherche puis restructurées et harmonisées pour les besoins de l'analyse. C'est que la seconde orientation méthodologique suppose la mise en forme d'un ensemble de données relationnelles *ex nihilo* : à partir d'enquêtes et d'entretiens réalisés sur les terrains d'étude (E. Polge, J. Brailly, C. Bidart *et al.*), par la reconstitution de documents ou d'archives existantes (V. Rebolledo-Dhuin, G. Garotte) ou encore par la création d'une liste de relations permettant de compléter un réseau existant (B. Lefebvre). L'analyse se focalise alors sur un échantillon non exhaustif, localisé et inscrit dans un territoire donné. Le réseau est formé d'acteurs très variés qui interagissent dans le cadre d'une organisation productive locale particulière (E. Polge), d'une offre de santé privée au regard de la formation de réseaux de soins hospitaliers (B. Lefebvre). Enfin, dans certains cas (on parle de réseaux personnels), les relations sont observées du point de vue d'égo (C. Bidart).

La troisième approche de construction de l'objet d'étude est davantage théorique, elle vise à générer des réseaux spatiaux à partir de corpus exhaustifs existants, en utilisant des méthodes issues de la modélisation informatique (T. Demarre *et al.*) ou de la physique théorique (R. Louf *et al.*). L'approche de T. Demarre *et al.* modélise le transport de marchandises sur l'axe Seine, en utilisant les outils de la *Social Network Analysis* (SNA). Celle de R. Louf *et al.* mobilise un modèle physique itératif pour générer un réseau de villes, en fonction de contraintes économiques de type cout-bénéfice.

Tous ces auteurs génèrent des sommets qui correspondent à des acteurs localisés ou des lieux et caractérisent les liens qui les mettent en relation.

1.1. Caractérisation des sommets :

La caractérisation des sommets dépend, bien entendu, du type d'acteur considéré dans le réseau. Dans le cas des graphes simples, l'analyse est focalisée, soit, sur l'ensemble des sommets : on observe une population, par exemple une parentèle (G. Garotte) ; un réseau personnel, c'est-à-dire l'entourage

proche de *ego* (C. Bidard et al.) ; un groupe professionnel : des notables (G. Garotte), des investisseurs (V. Rebolledo-Dhuin) ou encore un ensemble d'organisations (J. Brailly) ; soit, sur la formation de relations inter individuelles dans le cadre d'organisations économiques de type entrepreneuriales (J. Brailly et al.), financières (V. Rebolledo-Dhuin) ou productives locales (E. Polge).

Dans le cas de graphes bipartites ou *two mode*, des sommets de natures différentes tels que, par exemple, simultanément des individus et des organisations (J. Brailly et al., E. Polge, G. Garotte) sont analysés. Avec ce type de graphe, les sommets de même nature n'ont pas de lien(s) entre eux ; par exemple, lors de l'affiliation de personnes à différentes fonctions (G. Garotte). Pour envisager des relations entre sommets de différentes natures, on peut avoir recours à un graphe multi niveau (J. Brailly et al.). Dans le cas des analyses multi niveaux, les auteurs observent des relations entre des individus qui appartiennent à différents organisations qui, elles-mêmes interagissent, ce qui autorise une analyse des relations interindividuelles (microsociale), une analyse au niveau méso social focalisée sur les relations individus-organisations et enfin, une analyse au niveau des organisations, comme dans le cas des entreprises qui contractent sur des salons (J. Brailly et al.).

1.2. Caractérisations des liens :

Le lien est défini selon plusieurs approches distinctes : l'existence d'une relation entre deux sommets est envisagée, soit selon une approche sociale, la création d'un lien suppose que les acteurs concernés se connaissent, contractent ou appartiennent à une institution (J. Brailly et al., E. Polge, V. Rebolledo-Dhuin C. Bidart et al., D. Florentin.) ; soit selon une approche topologique, c'est-à-dire à partir de relations spatiales, l'existence d'un lien dépendant alors du voisinage des acteurs. Dans le cas de la diffusion des chaînes hospitalières en Inde (B. Lefebvre), par exemple, le voisinage est appréhendé par le biais de l'aire d'influence théorique de l'acteur, estimée à l'aide d'une transformation de l'implantation en polygones de type Voronoï, c'est-à-dire en un maillage théorique géométrique de l'aire d'influence des points. Enfin, dans le cas d'un réseau de voies (P. Bonnin et al.), la structure du réseau résulte de différentes acceptations du calcul d'angles entre deux sommets.

La valeur associée aux liens varie aussi en fonction de la recherche présentée. Ainsi, lorsqu'il n'est pas binaire, le lien est valué en fonction :

- de la fréquence de relations entre deux individus, comme dans le cas des individus qui se retrouvent lors de salons professionnels (J. Brailly et al.) ou dans le cadre d'arrangements productifs locaux (E. Polge) ;
- du temps, selon un niveau de permanence ou de durée de la relation dans le temps, c'est le cas de réseaux de familles (G. Garotte) ou sociaux (C. Bidart et al.) ;
- d'une métrique de distance : une annexe du texte qui accompagne la communication de (P. Bonnin et al., pp. 70-73), récapitule les différentes familles de distances (continue et discrète) et de centralité classiques puis celles que les auteurs appliquent à l'analyse du réseau de voies qu'ils étudient. Ils définissent ainsi « *la distance euclidienne à vol d'oiseau* » qui correspond à l'acception classique, puis « *la distance euclidienne brute* » comme la distance mesurée « [...] '*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 ». De la même façon, après la distance topologique, les auteurs introduisent « *la distance simplex* [...] qui mesure le nombre de 'tournants' ou plutôt de 'changement de voie' qu'il faut opérer pour relier une voie à une autre ».

Si la métrique continue exprime une longueur en kilomètres (P. Bonnin et al., R. Louf et al.), dans une acception horizontale de l'inscription spatiale du réseau, elle sert aussi à caractériser la hiérarchie verticale d'un réseau de villes (R. Louf et al.), comme illustré par l'Encart n°1.

Encart 1. Exemple d'analyse de graphes hiérarchiques spatialisés

Les travaux présentés par R. Louf *et al.* utilisent notamment une variable spatiale, la distance, pour caractériser la hiérarchie des sommets d'un graphe (qui prend donc la forme d'un arbre). La méthode mise en œuvre consiste à sélectionner des hubs ou pôles principaux qui définissent une aire d'influence, puis des pôles secondaires compris dans l'aire d'influence du pôle. L'approche s'apparentant, de notre point de vue, à la méthode classique de détermination des flux majeurs et des régions nodales associées.

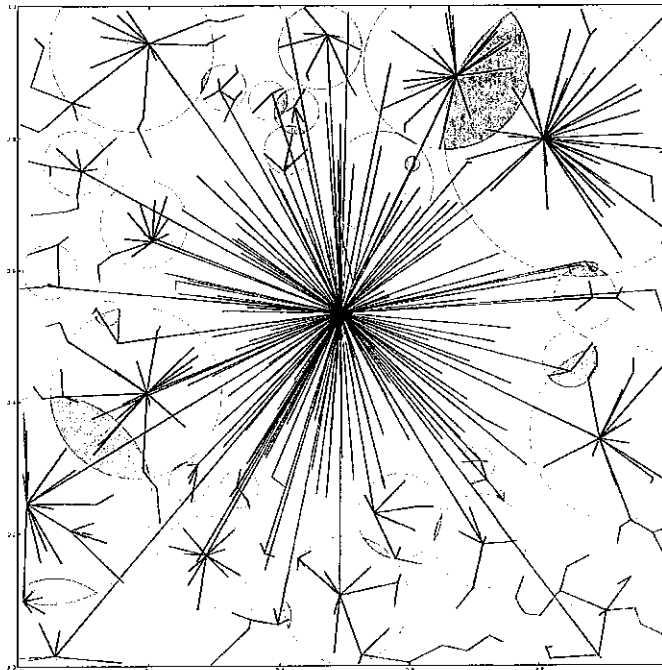
L'analyse menée s'inscrit dans le cadre de la démonstration de la définition de la notion de hiérarchie spatiale d'un réseau que les auteurs proposent. Ainsi, « *Un réseau est dit spatialement hiérarchique si :*

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 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 première étape consiste donc à définir l'organisation hiérarchique du réseau, à partir de laquelle différentes mesures seront réalisées. Dans le cas de la distance euclidienne, les auteurs sélectionnent, en premier lieu, « *la racine du réseau* », c'est-à-dire le sommet présentant l'effectif de population le plus élevé, qu'ils qualifient de plus grand *hub*. Ils déterminent ensuite l'évolution de la distance euclidienne entre deux niveaux, en fonction de la distance à la racine. A chacun de ces *hubs* est associée une zone d'influence d'envergure plus ou moins importante, qui englobe les sommets de degré 1 avec lesquels le *hub* concerné est en relation (voir Fig. 1).

Figure 1. Visualisation des deux premiers niveaux d'un graphe hiérarchique



Source : Louf, R., Figure 64, p. 223

La fig. 1 décrit une organisation spatiale fortement hiérarchisée en deux niveaux : on observe un hub principal qui joue le rôle de pôle, son aire d'influence (en vert sur la figure) englobe plusieurs sommets secondaires présentant, eux aussi, des aires d'influence de tailles variables. Dans la suite

du texte, les auteurs examinent en particulier l'arrangement spatial de ces différents pôles, en définissant un indice de « *séparation géographique* »
Sources : R. Louf *et al.*, pp. 222-225.

Cette métrique continue peut aussi être « *physique* », c'est-à-dire fonctionnelle car, dans ce cas précis, la valeur du lien correspond à une fonction de distance couplée à un bénéfice associé (R. Louf *et al.*). Enfin, elle peut être circulaire, définie à partir d'*ego* (C. Bidart) ;
- d'une métrique discrète, de proximités géographiques ou organisationnelles (E. Polge, B. Lefebvre). Elle concerne souvent l'appartenance des acteurs à la même zone territoriale (D. Florentin, G. Garotte, E. Polge, V. Rebolledo-Dhuin) ou à la même communauté sociale ou organisationnelle (E. Polge, J. Brailly *et al.*). La mesure discrète est parfois sociale. Dans ce cas, elle est fondée sur une analyse de la similarité ou de la proximité organisationnelle des acteurs, souvent en relation avec une proximité géographique (E. Polge).

2. Sur la prise en compte du temps

Les différentes communications ont bien montré, dans l'ensemble, les intérêts de la prise en compte du temps dans l'analyse de réseaux. Elle permet d'observer, de donner des clés d'interprétation sur les raisons de la création ou de la disparition de liens. Les réseaux peuvent être appréhendés comme un moyen de faire circuler ou d'obtenir une ressource (sociale ou physique). Ainsi, l'analyse diachronique des réseaux, qu'elle soit qualitative ou modélisatrice permet de mieux comprendre la manière dont un lien se crée (lorsque le « coût » nécessaire à la création de ce lien est compensé par le « bénéfice » apporté par son existence), ou bien, à l'inverse, comment les liens se fragilisent (D. Florentin) jusqu'à disparaître lorsque le « coût » nécessaire à leur maintien est trop important (R. Louf, D. Florentin). Loin d'être forcément monétaire, la notion de coût peut se référer à une distance spatiale ou sociale, comme dans le cadre des analyses d'homophilie ou de l'évolution des liens sociaux, présentées, par exemple, par C. Bidart *et al.*

Les approches mises en œuvre pour intégrer le temps, dans l'analyse des réseaux spatiaux présentées, sont également variées : l'explication est, soit, qualitative, et dépend de l'organisation interne ou de considérations internes à la structure gestionnaire du réseau ; soit, temporelle et, dans ce cas, conduit à observer le changement d'état du réseau à différents moments ; soit modélisatrice, avec des visées explicatives sur la permanence d'un sommet dans le temps.

2.1. Aspects transversaux versus longitudinaux

Si les deux principales appréhensions de la temporalité d'un phénomène – transversal/ longitudinal selon une acceptation discrète ou continue – ont été présentées par les différents auteurs, la majorité des communications a toutefois privilégié une approche transversale. Celle-ci consiste à observer les variations de comportements entre deux états qui correspondent à deux dates (avant/après), voire à plusieurs dates, toujours considérées sous la forme d'états. La prise en compte du temps est donc majoritairement discrète. Elle est fondée sur l'analyse d'états ou de fréquences de relations, c'est-à-dire sur :

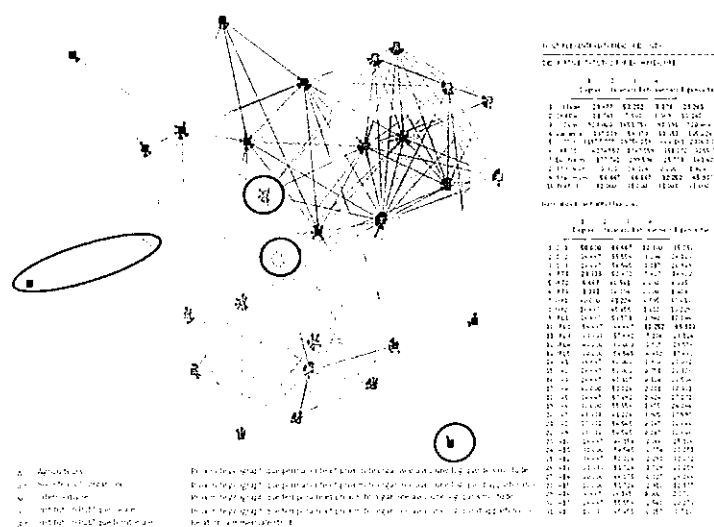
- l'observation d'états à différents moments (C. Bidart, G. Garotte, D. Florentin, P. Bonnin *et al.*), dans le cadre d'une analyse temporelle classique qui consiste à observer l'évolution d'un phénomène ;
- l'analyse de fréquences de relations dans un passé proche (J. Brailly, E. Polge), qui permet de décrire des « *dynamiques de proximité* » (voir Encart 2).

Encart 2. Exemple de visualisation des dynamiques de proximité

L'analyse des dynamiques et des interactions individuelles présentée par E. Polge tient de l'approche des proximités, « [...] qui intègre la dimension spatiale dans l'analyse des processus d'action collective des acteurs ». L'auteur considère, pour cela, 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. Cette analyse lui permet d'identifier l'évolution du comportement de différentes structures de production (des coopératives ou des pôles composés d'acteurs) ainsi que leur centralité au sein du réseau, à deux dates.

L'auteur décrit, par exemple, l'évolution entre 2008 et 2010, de l'Arrangement Productif Local (APL) de l'açaï, une baie issue d'un palmier sud-américain, riche en antioxydants, vitamines et minéraux. Cette APL a évolué vers plus de centralité, sous la forme d'une organisation structurée autour d'un seul acteur. La fig. 2 illustre la situation de 2010.

Figure 2. Le réseau de l'APL de l'açaï en 2010



Source : Polge, E., Figure 6, p. 44.

D'après l'auteur, l'acteur Int1 de cet APL qui était isolé en 2008 devient central en 2010, à l'inverse des acteurs des IPT qui se retrouvent isolés dans le même temps. De la même façon, le pôle 4, par exemple, caractérisé par une logique de coordination d'appartenance en 2008, « [...] 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 plantation d'açaï dans l'autre ». L'auteur précise, notamment, que la scission des proximités temporaires entraîne un isolement des différents pôles de production : leurs liens ont évolués, ils sont désormais marchands et polarisés par l'acteur Int1 autour des opérations de collecte et de transformation de l'açaï.

Sources : E. Polge, pp. 43-44 .

La fréquence de relations correspond naturellement au décompte du nombre de fois que les individus se sont rencontrés ou ont communiqué (E. Polge, J. Brailly). Cette fréquence de contacts est aussi analysée en termes de probabilité de relations qu'elle permet (J. Brailly) ;

- une approche plutôt continue, en termes d'épaisseur, la fréquence de relations est alors interprétée en nombre d'années (G. Garotte).

Dans ces deux derniers cas précis, il convient de noter que la fréquence de relations, récentes ou plus anciennes, est supposée avoir une influence sur la probabilité de relations observées, nouvelles ou maintenues dans le temps, entre les individus. Il est intéressant de noter que cette probabilité de relations, dont on signale qu'elle correspond par ailleurs à la valeur du lien, est complétée par une distance topologique qui permet d'évaluer la proximité géographique ou organisationnelle des acteurs (E. Polge). Cette approche du temps, permettant de mesurer son influence sur la probabilité de relations, est toujours appréhendée de manière rétrospective, par le biais d'entretiens, ce qui pose le problème de la prise en compte de l'*effet-mémoire* soulevé lors de la discussion générale

Aux côtés de ces approches transversales, la communication de C. Bidart *et al.* a présenté une approche longitudinale de la prise en compte du temps, en considérant l'évolution des relations personnelles d'une cohorte de jeunes à plusieurs périodes, sur le temps long. L'analyse présentée permet le suivi des positions spatio-temporelles et de la permanence des relations entre *ego* et son entourage, ainsi qu'une visualisation cartographique des résultats. Ces réseaux temporels sont donc souvent analysés en référence à l'espace qui les accueille

2.2. L'inscription spatio-temporelle des réseaux

L'approche longitudinale de réseaux de relations familiales ou personnelles a permis d'introduire dans la discussion, les notions de multi-localité de la parentèle ou de l'entourage au sein d'un même territoire (jeunes, familles), ainsi que celles de multi-résidence de *ego* et de ses *alters* (C. Bidart, G. Garotte) : celles-ci étant toujours observées en fonction du temps. La multi-localisation est soit approximée à partir de la connaissance des archives, en particulier du comportement des individus (saison d'été au château, saison d'hiver à la mairie, au conseil général) qui permet de déduire le caractère multi-résidentiel de leur pratique des lieux avec une alternance vie citadine/vie rurale (G. Garotte) ; soit déduite d'enquêtes : les auteurs observent alors l'évolution de la localisation des lieux de résidence des *alters* de *ego* qui met, parfois, en évidence une multi-résidence (C. Bidart). De fait, les réseaux analysés sont souvent inscrits dans un espace-temps évolutif.

Les réseaux présentés ne sont jamais des éléments figés : ils évoluent dans le temps, dans l'espace et parfois dans les deux référentiels, selon un métabolisme qui leur est propre. Qu'ils s'agissent de réseaux d'infrastructure ou d'acteurs, les réseaux s'inscrivent dans le temps et dans l'espace par la création et la disparition de liens, ce qui correspond à une modification structurelle ou fonctionnelle. Ils peuvent donc croître et décroître dans le temps, s'étendre et se contracter dans l'espace en fonction de contextes socio-économiques ou politiques particuliers, mais aussi structurels. Il est intéressant de noter, par exemple, les répercussions du changement d'échelle dans l'organisation du réseau en termes de contraction spatiale (D. Florentin). Ces changements sont plus ou moins rapides, plus ou moins importants, et dépendent, bien entendu, du contexte dans lequel ils sont observés.

Les analyses spatiotemporelles présentées ont souvent mis en avant le rôle des indicateurs courants de centralité (proximité, intermédiarité, etc.) propres aux analyses de réseaux sociaux. Ces derniers ont, en effet, montré leur efficacité, notamment dans le cadre d'analyses temporelles ; la valeur des indicateurs étant comparée à différentes dates. Elles ont également montré, par exemple, les recompositions géographiques à l'œuvre au prisme des réseaux d'acteurs (A. Grandclément) : la position de certains acteurs évolue, en effet, au cours du temps : certains acteurs périphériques devenant centraux et inversement, tout comme un processus d'ouverture du réseau dans une certaine direction peut conduire à son retrait, à un autre moment.

Il convient de noter la proposition de deux nouveaux indicateurs locaux permettant d'analyser un réseau de voies (P. Bonnin et *al.*). Ces indicateurs correspondent, pour le premier, à une variante de la mesure de centralité et pour le second, à une estimation des changements de directions autorisés par une voie. Dans le premier cas, la centralité est estimée selon le chemin « *le plus simple* », en fonction d'un seuil angulaire. L'indicateur de connectivité proposé en second lieu permet d'évaluer le nombre de changements de directions permis par une voie. Les auteurs ont annoncé le développement en cours d'indicateurs au niveau local, permettant d'introduire la dimension géographique de localisation dans l'étude des réseaux. Cette orientation consiste à appréhender l'espace comme variable spatiale, et pas seulement comme attribut, dans l'objectif de rechercher des lois qui régissent la structure réticulaire de la ville.

Enfin, les analyses spatiotemporelles présentées se sont nourries des approches mixtes ainsi que de méthodes de représentation spécifiques de ces réseaux spatiaux évolutifs : la représentation (carto)graphique thématique, statique ou dynamique, ainsi que la prosopographie.

3. Sur la prise en compte de l'espace

Les différentes communications se sont toujours appuyées sur un réseau spatialisé. Le recours à la composante spatiale a permis de confronter les hiérarchies et les centralités mises en évidence par les méthodes de la SNA appliquées à la localisation territoriale des sommets et de leurs relations. La spatialisation des nœuds a aussi conduit à mettre en évidence la manière dont les appartenances spatiales multiples exercent une influence sur la structure globale du réseau, sur celle des sommets et des liens.

3.1. Sur la formalisation de l'espace

Les trois principaux modes d'implantation spatiale que sont la surface, le point et la ligne, ont été pris en compte dans les travaux présentés, dans le cadre d'analyse de la géographie des réseaux concernés. La surface est appréhendée par le biais de découpages administratifs qui correspondent à l'échelle d'observation et d'analyse du réseau. Il s'agit d'arrondissements, de cantons, de départements ou encore de régions administratives mais aussi de certains territoires spécifiques déterminés par des réseaux de relations locales (E. Polge). Le point est majoritairement utilisé pour représenter la position d'acteurs dans l'espace, ou un système de multi-localités. Il est aussi mis en œuvre pour réduire la résolution des unités spatiales surfaciques : par exemple, dans l'analyse de G. Garotte focalisée sur l'arrondissement de Lyon, les cantons et les arrondissements sont assimilés et représentés par des points dans le graphe. On notera toutefois qu'aucune analyse véritable des localisations n'a été réalisée, c'est-à-dire intégrant des variables spatiales. L'espace a toujours été appréhendé comme un attribut caractéristique des lieux de résidence (localité) des acteurs. La ligne est, quant à elle, appréhendée à l'échelle intra-urbaine, elle se transforme souvent en poly ligne et correspond toujours à des voies de circulation.

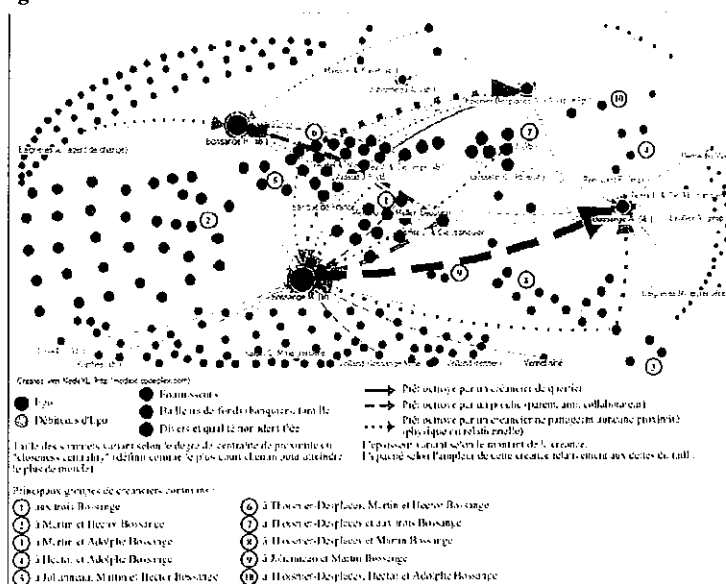
Ces différents modes d'implantation spatiale permettent d'observer la structure, voire l'évolution du réseau, de sa morphologie à différents niveaux sociaux et/ou spatiaux spatiaux. A l'échelle locale, l'analyse est menée depuis un point particulier (*ego*) ; une ligne particulière (une voie de circulation) ou bien à l'échelle globale (des voies de circulation ou des *alters* de *ego*). Les analyses présentées ont aussi mobilisé des échelles spatiales variées : au niveau intra-urbain, avec l'analyse d'un réseau de voies (P. Bonnin et *al.*, T. Demarre) ou d'individus : financier (V. Rebolledo-Dhuin) ou notabiliaire (G. Garotte) ; au niveau local des réseaux familiaux et des réseaux productifs (G. Garotte, E. Polge),

enfin au niveau régional (D. Florentin, E. Polge, J. Brailly). L'encart n°3 illustre à titre d'exemple, la structuration, d'un réseau familial et financier (V. Rebolledo-Dhuin).

Encart 3. Exemple de visualisation d'une « collection de réseaux égo centrés »

V. Rebolledo-Dhuin présente, par exemple, le réseau organisationnel de trois membres d'une même famille de banquiers : Martin, Hector et Adolphe Bossange qui correspondent aux trois individus analysés. Les Bossange sont représentés sur la fig. 3 par des points noirs, les autres points correspondent à leurs principaux parents, amis et relations financières : leurs créanciers et leurs débiteurs sont en gris.

Figure 3. Collection de réseaux égo centrés autour de Martin, Hector et Adolphe Bossange



Source : V. Rebolledo-Dhuin, Figure 53, p. 185.

D'après l'auteur, « 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. »

Source : V. Rebolledo-Dhuin, 2013, pp.182-185.

Différentes échelles sont parfois articulées dans l'analyse de ces différents niveaux d'acteurs : c'est le cas notamment des relations interindividuelles observées lors de salons qui sont analysées à l'échelle régionale ; de celle de pôles de compétitivité régionaux qui coopèrent avec des pairs à l'échelle nationale (J. Brailly *et al.*, A. Grandclément). Cette analyse est aussi parfois réalisée en termes de répercussions sur des relations nouées à l'échelle internationale (J. Brailly *et al.*). Cette vision asymétrique (régions*états) de la spatialité du réseau s'oppose à une vision plus symétrique, à l'échelle des cantons, par exemple, où l'auteur observe les relations entre les mêmes acteurs dans un même espace (G. Garotte).

4. Quelques questions relatives à l'analyse des réseaux dans le temps et l'espace

En guise de conclusion, nous proposons quelques pistes de réflexion sur l'analyse de réseaux dans le temps et l'espace. Ces pistes ne reflètent pas toute la richesse des débats ayant eu lieu lors de la journée d'étude, elles identifient juste un certain nombre de points qui pourraient faire l'objet d'approfondissements :

Lorsqu'un réseau est localisé dans le temps et l'espace, comment trouver un juste milieu entre la monographie et la montée en généralité simplificatrice ?

Comment représenter les évolutions spatio-temporelles des réseaux autrement que par la succession de « photographies » (graphe/carte) à un instant t ?

Comment faire intégrer les résultats issus d'analyses qualitatives dans l'analyse spatio-temporelle des réseaux ?

Comment passer du réseau spatialisé, formé de nœuds présentant des coordonnées x,y, au réseau territorialisé prenant en compte des caractéristiques sociales, spatiales, culturelles... de l'espace ? De la même façon, pour les réseaux temporels : comment y intégrer le contexte historique ?

On note également des extensions de recherches en mobilisant l'analyse longitudinale de trajectoires spatio-temporelles appréhendées comme des chaînes relationnelles entre des individus ou entre des lieux, par l'analyse de séquences d'un système de lieux ou d'un système de relations (exemple : analyse de la cooptation pour entrer à la banque de France).

Liste des communications

Les textes intégraux de ces communications sont disponibles sur Halshs, à l'adresse suivante :
http://halshs.archives-ouvertes.fr/docs/00/86/93/71/PDF/reseaux_temps_espaces.pdf

Session 1 : Réseaux spatiaux socio-techniques

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

Etienne Polge, *Dynamiques de proximité des réseaux socio-techniques territoriaux en Amazonie brésilienne*

Bonnin Philippe et Stéphane Douady, *Distance et temps dans la morphogenèse du réseau des rues*

Session 2 : Réseaux et économie

Antoine Grandclément, *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 Garrote, *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 XIXe siècle. Support et révélateur de la mobilité sociale et professionnelle*

Session 3 : Modéliser les réseaux

Alain Barrat, Claire Bidart et Quentin Grossetti, *Evolution 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*

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*