



HAL
open science

Les migrations alternantes comme témoin de formes urbaines polycentriques

Patrice Tissandier

► **To cite this version:**

Patrice Tissandier. Les migrations alternantes comme témoin de formes urbaines polycentriques. SICYUrb – Second International Conference of Young Urban Researchers, Oct 2011, Lisbonne, Portugal. hal-01953211

HAL Id: hal-01953211

<https://hal.science/hal-01953211>

Submitted on 12 Dec 2018

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 migrations alternantes comme témoin de formes urbaines polycentriques

Patrice Tissandier

Université de Franche-Comté – Laboratoire ThéMA
Pôle universitaire des Portes du Jura – Département SHS
4 Place Tharradin
BP 71427
25 211 Montbéliard Cedex

Résumé. La représentation des migrations alternantes au sein des aires urbaines françaises conduit à l'identification de pôles en tant que lieu de convergence des actifs. Elles témoignent ainsi de l'émergence de nouvelles structures urbaines polycentriques. Une approche diachronique, de 1975 à 1999, souligne cette transformation de l'organisation interne des villes.

Par l'application d'indicateurs à l'analyse des graphes que ces migrations alternantes dessinent, nous calculons les intensités des relations et des interactions entre ces sous-centres.

A la fois résultats de forces d'agglomération à une certaine échelle mais aussi de forces centrifuges à une autre échelle, locale, les villes actuelles se réorganisent vers une forme polycentrique (Cervero et Wu [1], Anas et al [2], Saint-Julien [3], Gaschet [4], Huriot [5]). Cette organisation polycentrique des villes est un fait constaté et est devenue la figure dominante de la majorité des aires urbaines à travers le monde (Shaw et al [6], conduisant à rendre le modèle monocentrique inapproprié à l'exploration de la structure spatiale évolutive des villes modernes (Kloosterman et Lambregts [7]).

Les forces d'agglomération peuvent être résumées aux économies d'échelle, à l'existence d'infrastructures de transport et d'équipements, réduisant les coûts de transport et accélérant la circulation de l'information, et à la présence d'une importante population ayant un rôle de consommateur mais aussi de main d'œuvre (Huriot [5]).

Ces forces d'agglomération génèrent une concentration, elle-même à la base de phénomènes de congestion et, en conséquence, de forces centrifuges : plusieurs études ont démontré que la formation de sous-centres répondait à une élévation trop importante du coût des déplacements (Sasaki et Mun [8], Ogawa et Fujita [9]). L'émergence de structures urbaines polycentriques serait ainsi une réponse "naturelle et plus économe" (Aguiléra et al [10][11]) à la croissance de la ville monocentrique.

Par des boucles d'interactions, ces forces d'agglomération et de déconcentration aboutissent à une fragmentation spatiale de l'activité économique au sein des entités urbaines, la combinaison de ces forces se traduisant par la transformation de l'organisation intra-urbaine des villes en remettant en cause les relations centre-périphérie et en faisant émerger des pôles périphériques « qui peuvent constituer de nouveaux centres » (Gaschet et Lacour [12]).

L'émergence de ces structures polycentriques s'accompagne d'une aptitude croissante à la mobilité des populations résidentes pour lesquelles les distances-temps prennent le pas sur les distances métriques, accroissant l'importance de l'accessibilité et dissociant les lieux d'habitat et les lieux d'emploi (Tabourin *et al* [13]). Concurrencées par les déplacements pour les loisirs, les achats et l'acheminement des enfants sur leur lieu de scolarisation, les navettes domicile-travail ont perdu leur position de monopole dans la mobilité quotidienne des populations (Davoudi [14]). Cependant, elles demeurent « un révélateur d'un affaiblissement des formes hiérarchiques traditionnelles, de l'émergence de nouvelles structures urbaines plus multipolaires » (Berroir *et al* [15][16]). Les réseaux tissés par les migrations domicile-travail entre les communes d'emploi et de résidence permettent, en conséquence, de dépasser l'éclatement morphologique entre les différents éléments constitutifs de la ville pourtant discontinus que sont les aires résidentielles et d'activités : ces migrations conduisent à l'identification des pôles en tant que lieu de convergence des actifs.

De très nombreuses études sur les migrations quotidiennes internes aux villes, réalisées pour la plupart en Europe et en Amérique du Nord, témoignent d'un intérêt croissant pour cette thématique. Nous pouvons par exemple signaler les travaux de Schwanen *et al.* aux Pays-Bas [17], de Patuelli *et al.* en Allemagne [18], de Berroir *et al* [15][16] ou d'Aguilera et Mignot pour la France [10][11], de l'étude comparative de Stuttgart et Turin réalisée par Binder *et al* [19], mais aussi les travaux de Giuliano et Small [20], de Gordon et Richardson [21], de Cervero [1] ou de Sultana [22] pour les Etats-Unis ; enfin de Bourne pour le Canada [23].

C'est dans cette voie que nous proposons dans un premier temps, à travers la représentation des migrations domicile-travail entre les communes par des graphes valués et orientés (les communes sont représentées par des nœuds, les navettes par des arêtes reliant ces nœuds, le nombre de navetteurs fournissant le poids de l'arête), d'illustrer l'organisation polycentrique des aires urbaines françaises¹. Cette étude s'insère dans le programme de recherche SPANGEO² visant à mettre au point des outils d'analyse et de visualisation des réseaux géographiques. Dans un deuxième temps, une approche diachronique des réseaux internes aux aires urbaines tissés par ces déplacements à partir des recensements de la population de 1975 à 1999, permettra de souligner le passage d'une organisation historique « hub-and-spoke » vers une structuration polycentrique progressive des espaces urbains étudiés. Dans un dernier point, nous introduirons différents indices d'analyse des graphes permettant d'analyser les notions de relation et de polarisation entre les communes composant ces espaces (Boudeville [24]), et ce par l'application d'indicateurs spécifiques à l'analyse des graphes (Guimerà *et al* [25]) comme, par exemple, le coefficient de participation (Chiricota *et al* [26]).

² Le terme « aire urbaine » fait ici référence au zonage mis en place par l'INSEE.

¹ <http://s4.csregistry.org/tiki-index.php?page=SpanGeo&bl=y>

1 L'organisation polycentrique des aires urbaines

Décrivant par essence l'organisation d'un territoire régit par des interconnexions et des interdépendances entre différents lieux le composant (Kloosterman et Lambregts [7]), le polycentrisme est un terme évasif. Applicable à de multiples échelles spatiales et dans différents contextes géographiques, il en revêt plusieurs acceptions et doit, en conséquence, être clairement défini dans le cadre de cette présentation (Hall [27]).

1.1 Les fondements du polycentrisme

Employé dans de récentes études à l'échelle « macro », à savoir inter-urbaine, afin de souligner la présence de centres multiples dans une région (Davoudi [14]), le concept de polycentrisme sera, dans le cadre de cette présentation, appliqué à l'échelle « meso » des aires urbaines afin d'illustrer l'organisation polycentrique interne des principales villes françaises.

Ainsi, le polycentrisme fait référence à la présence de sous-centres interconnectés, conséquence d'une réorganisation interne à la ville.

Comme nous l'avons évoqué lors de l'introduction, la formation d'aires urbaines polycentriques est la résultante d'un redéploiement des emplois et des personnes. Ce redéploiement, sur des territoires périphériques à la commune centrale, spontané ou à l'initiative des aménageurs et des pouvoirs publics, notamment dans le cas des villes nouvelles, s'appuie d'une part sur l'installation en périphérie de structures commerciales ou de loisir, mais aussi sur la délocalisation d'entreprises engagées dans un processus d'économie d'agglomération qui se matérialise par leur regroupement (clustering) dans plusieurs centres d'activités dont les appellations furent, entre autre, celles d'"edge cities" (Garreau [28]), de "nouveaux districts industriels" (Scott [29], Saxenian [30]) ou encore de "milieux innovateurs" (Aydalot, [31], Camagni [32]).

Parallèlement, cet étalement urbain a pour conséquence une « prise en masse » (Wiel [33]), soit l'incorporation de petits centres urbains ou d'anciens villages, localement attractifs, tant pour certaines entreprises que pour des ménages dont les choix résidentiels résultent parfois d'un compromis entre deux lieux distincts d'implantation des emplois.

Nous aboutissons en conclusion à la mise en évidence de deux types de sous-centres : le premier groupe fait référence à la multiplication de nouveaux pôles, lieu de concentration de l'activité économique ; le second concerne d'anciennes villes progressivement incorporées à une aire urbaine (Anas et *al* [34]).

Ce processus conduit, de la sorte, à une désintégration spatiale du travail, une fragmentation de l'activité économique au sein des entités urbaines. Les migrations quotidiennes permettent de dépasser ce paradoxe d'un éclatement morphologique entre les unités résidentielles et les zones d'emplois en tissant un continuum de relations.

Notre approche, empirique, utilise en conséquence les navettes domicile-travail afin de cerner ces nouveaux schémas d'organisation polycentrique des aires urbaines.

1.2 Des structures urbaines polycentriques : les exemples de Lille et Marseille-Aix en Provence

Afin d'illustrer la structure polycentrique des aires urbaines françaises, nous avons volontairement choisi de ne traiter, dans cette présentation, que quelques exemples significatifs (il est évident que nous ne pouvons présenter de manière exhaustive les 354 aires urbaines françaises identifiées lors du recensement de la population de 1999).

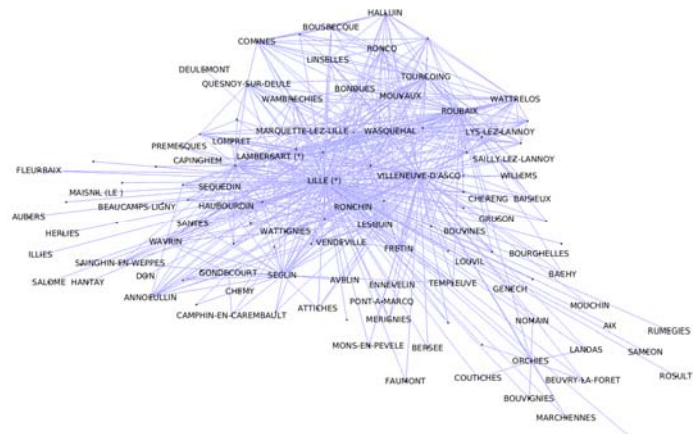


Fig. 1 : Navettes domicile-travail dans l'aire urbaine lilloise en 1999

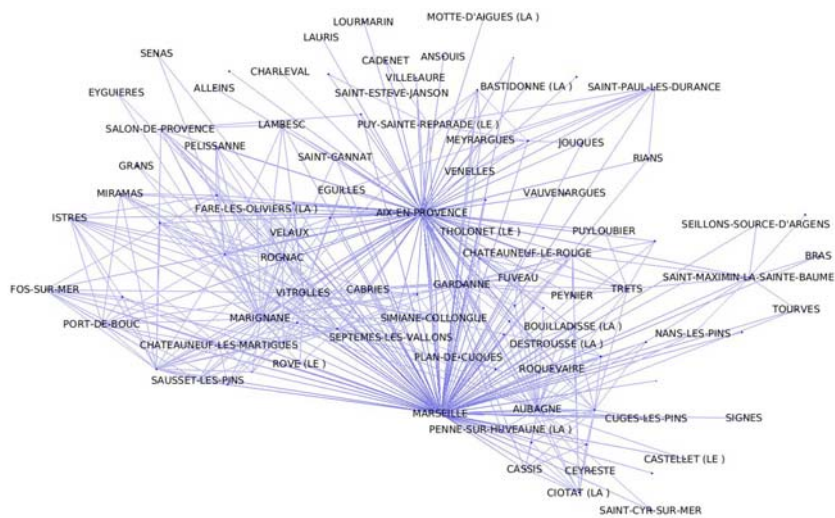


Fig. 2 : Navettes domicile-travail dans l'aire urbaine marseillaise en 1999

Au sein des aires urbaines, la représentation des migrations quotidiennes entre communes par des graphes permet d'isoler des espaces urbains de migrations alternantes intenses, qui partagent une interdépendance dense à plusieurs communes, contribuant à individualiser ces sous-centres ou clusters.

Ainsi, il apparaît de manière extrêmement significative plusieurs polarités secondaires sur les exemples précédents. Dans le cas de Marseille, dont l'aire urbaine est déjà fortement bi-polaire par essence, des centralités secondaires apparaissent à la vision du graphe : à l'Ouest nous repérons Martigues, Marignane, Vitrolles ; Aubagne à l'Est.

2 Du modèle centre-périérie vers le polycentrisme

Il s'agit, dans cette partie, de souligner la montée en puissance de centralités secondaires au sein des aires urbaines françaises. Nous utilisons, pour cela, une approche diachronique permettant de comparer les graphes représentant les navettes domicile-travail induits par les résultats des recensements de la population de 1975, 1982, 1990 et 1999. Nous souhaitons, dans un même temps, vérifier l'hypothèse selon laquelle la constitution d'une structure polycentrique conduirait à l'affaiblissement des relations vers le centre "historique" au profit des pôles secondaires.

Le cas de Lyon servira d'exemple à cette démonstration.

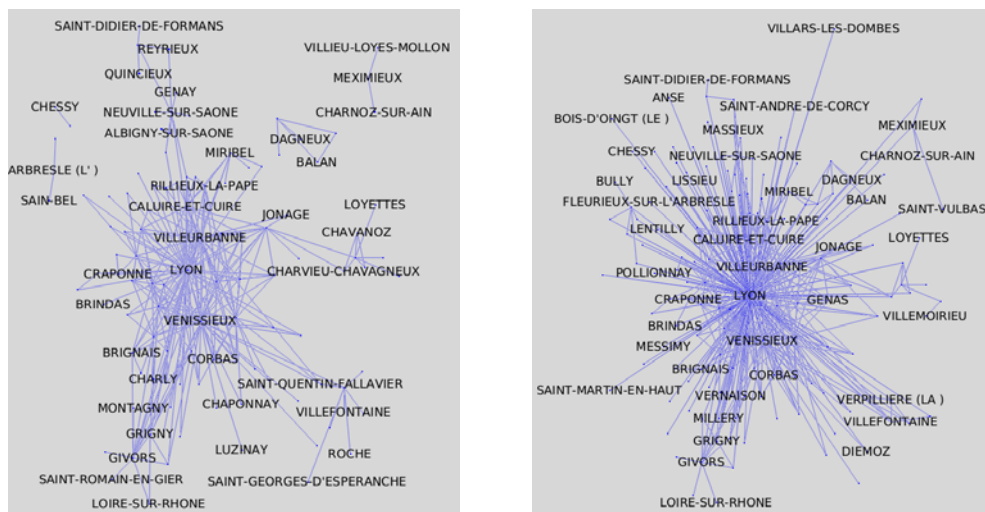


Fig. 3 : Les navettes domicile-travail dans l'aire urbaine lyonnaise en 1975 et 1982

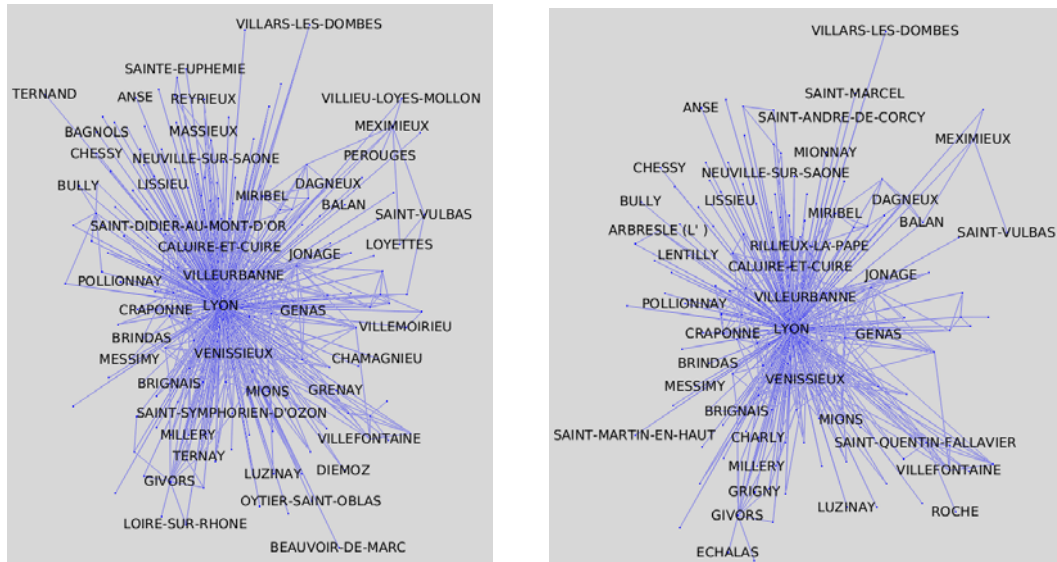


Fig. 4 : Les navettes domicile-travail dans l'aire urbaine lyonnaise en 1990 et 1999

Ce premier exemple témoigne, dans un premier temps, d'une augmentation des déplacements domicile-travail, corroboré par plusieurs études sur ce thème (Andan [35], Pochet [36], Aguilera [10]). Cette croissance des déplacements concerne aussi bien leur nombre que la distance quotidiennement parcourue.

Afin de confirmer et d'approfondir ces résultats, certains indicateurs, relativement simples, issus de la théorie des graphes, permettent de caractériser les graphes induits par la modélisation des migrations alternantes : nombre de nœuds (ou sommets), nombre de liens (ou arêtes), longueur du graphe (en kilomètres), correspondant à la distance parcourue quotidiennement par tous les navetteurs de l'aire urbaine, et poids (en nombre de migrants). Le tableau suivant fournit ces résultats pour l'aire urbaine lyonnaise, et ce pour les quatre recensements de la population couvrant la période 1975-1999.

| | Nombre de nœuds | Nombre de liens | Longueur du graphe en km | Poids du graphe en nombre d'individus |
|------|-----------------|-----------------|--------------------------|---------------------------------------|
| 1975 | 296 | 6054 | 81061 | 138150 |
| 1982 | 296 | 6824 | 94386 | 120760 |
| 1990 | 295 | 8531 | 122811 | 125400 |
| 1999 | 296 | 11337 | 176299 | 392436 |

Tableau 1 : Nombre de nœuds, liens, longueur et poids du graphe de l'aire urbaine lyonnaise pour 1975, 1982, 1990 et 1999

La longueur des liens a pu être calculée par le fait que les nœuds sont localisés en fonction des centroïdes des communes concernées. Un simple calcul de distance entre deux points dans un repère orthonormé a donc été utilisé, nous donnant une distance “à vol d’oiseau” entre la commune de résidence et la commune d’emploi. Il ne s’agit donc pas de la longueur réelle parcourue quotidiennement par les navetteurs concernés mais d’une approximation, inférieure à celle distance réelle.

Un calcul de différents rapports entre ces indicateurs fournit le nombre moyen de migrants par commune, le nombre moyen de pendulaires par lien et la longueur moyenne d’un déplacement domicile/travail. L’ajout de la superficie de l’aire urbaine considérée permet de calculer la densité moyenne du graphe en rapportant sa longueur totale à cette variable. Le tableau suivant illustre ces résultats.

| | Nombre de migrants par commune | Nombre de migrants par lien | Longueur moyenne d'un déplacement en km | Densité moyenne du graphe en km/km ² |
|------|--------------------------------|-----------------------------|---|---|
| 1975 | 466 | 22,8 | 13,4 | 24 |
| 1982 | 407 | 17,7 | 13,8 | 28 |
| 1990 | 425 | 14,7 | 14,4 | 37 |
| 1999 | 1326 | 34,6 | 15,6 | 53 |

Tableau 2 : Nombre de migrants par commune et par lien, longueur moyenne d’une migration et densité moyenne du graphe pour l’aire urbain lyonnaise

Le processus commun à la très grande majorité des aires urbaines d’allongement des distances parcourues et d’augmentation du nombre de migrants et, en conséquence, de la densité moyenne du graphe, s’accompagne d’une évolution vers le polycentrisme de la structure urbaine de départ. Ces sous-centres sont aisément identifiables par l’application d’une coloration rouge sur les groupes de communes concernés comme le montrent les illustrations suivantes.

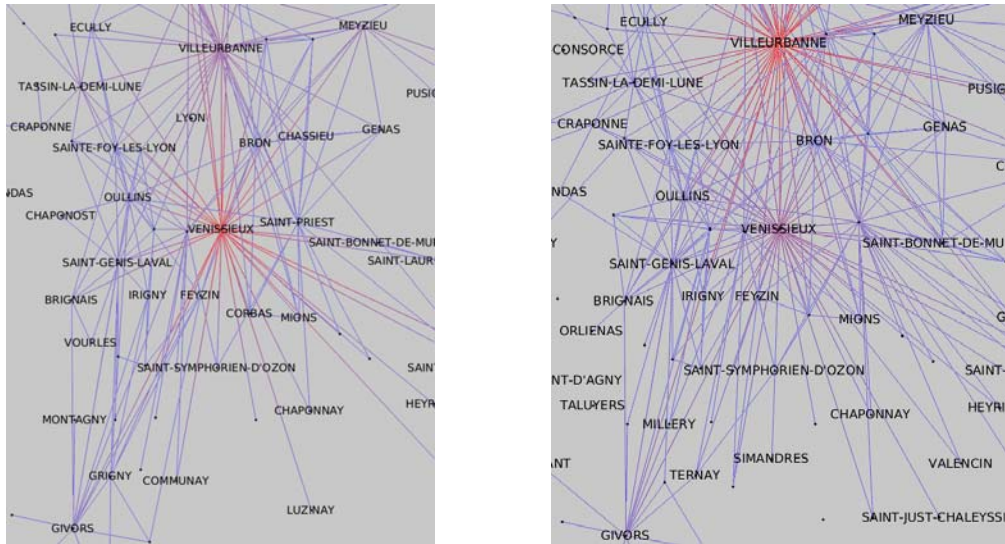
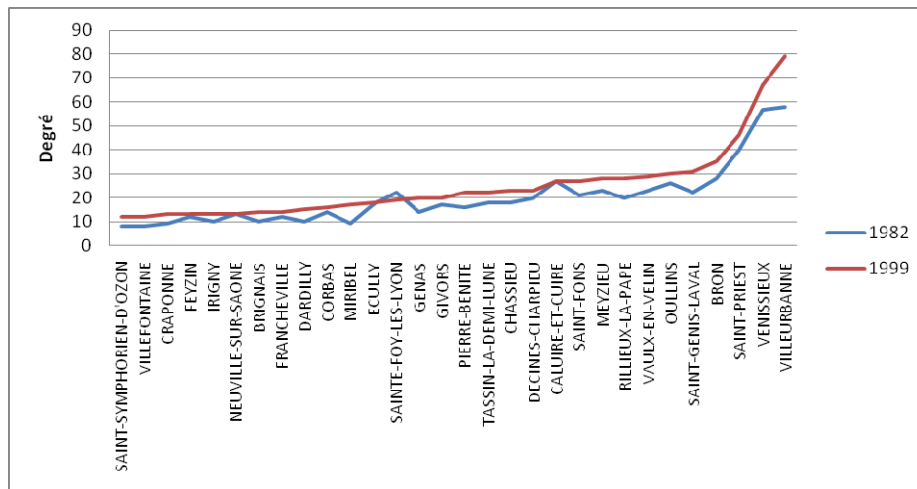


Fig. 5 : Les navettes domicile-travail dans l'aire urbaine lyonnaise en 1982 et 1999, commune de LYON exclue



Graphique 1 : Evolution du degré entrant des polarités secondaires lyonnaises entre 1982 et 1999

Le graphique ci-dessus indique le degré entrant des principales polarités secondaires dans l'aire urbaine lyonnaise en 1982 et 1999. Ce degré entrant correspond au nombre de communes envoyant des actifs dans ces polarités, soulignant de la sorte leur attractivité de plus en plus importante sur les communes environnantes.

Le coefficient de cohésion est un indicateur (Auber et al [37]) qui permet de mesurer la connectivité des arêtes d'un graphe. Dans l'étude des navettes domicile-travail, le calcul de ce coefficient pour les nœuds et les arêtes témoigne de l'existence de zones à fort indice de cohésion, qui sont assimilables aux polarités secondaires des aires urbaines représentées.

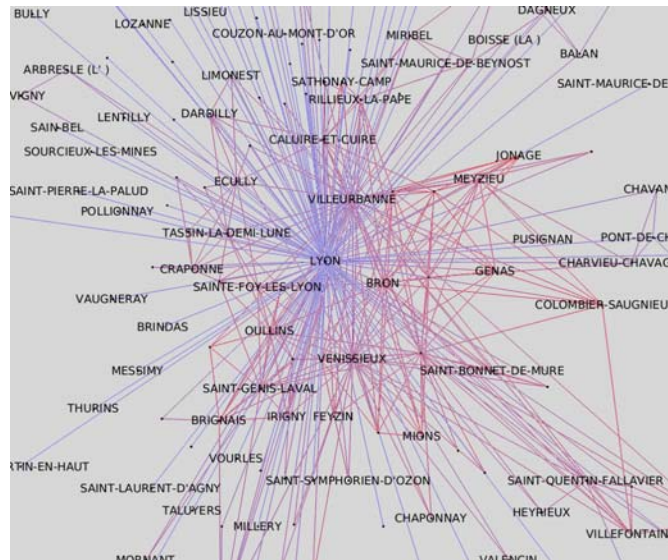


Fig. 6 : Application de l'indice de cohésion à l'aire urbaine lyonnaise en 1999

Cette représentation témoigne parfaitement de la présence de plusieurs clusters de communes, en périphérie de Lyon. Ils se caractérisent par des échanges importants de migrants, que nous remarquons particulièrement par une coloration rouge pour les nœuds et les arêtes ayant un indice de cohésion élevé. Les échanges entre ces groupes de communes prennent majoritairement la forme de migrations transversales et non radiales comme cela est le cas pour la commune centre.

Une généralisation à partir de ce seul exemple ici serait hasardeuse. Il semble cependant que le poids de la commune centrale "traditionnelle" dans la structuration de l'ensemble de l'aire urbaine ne soit que peu voire pas affaibli, et ce malgré la mise en place progressive d'une structure urbaine polycentrique, aisément perceptible aux travers des représentations précédentes. Les analyses de la structure des graphes menées ultérieurement permettront de confirmer ce propos.

3 Analyses de la structure des graphes

Notre représentation des migrations quotidiennes entre les communes de résidence et d'emploi et l'approche par les flux permettent d'identifier des pôles d'emploi en tant que lieu de convergence des actifs.

Il est en conséquence possible, à travers cette approche et en considérant les réseaux tissés par les migrations quotidiennes comme des graphes, de calculer des indices de centralité des sous-centres en fonction de leur position dans ces réseaux.

Il s'agit ainsi, dans cette partie, de mesurer l'intensité des interactions internes aux aires urbaines représentées, les notions de relation étant analysables par la connectivité de nœuds, celle de polarisation par l'intensité des flux et leur orientation.

3.1 L'indice de centralité

Les travaux de Brandes [38] ont conduit à améliorer les calculs de l'indice de centralité (betweenness centrality index), qui peut être pris comme une métrique permettant de quantifier la centralité d'un nœud ou d'une arête dans un graphe. Cette métrique est calculée en fonction du nombre de plus courts chemins dans un graphe. Dans notre cas, un nœud ayant un fort indice de centralité caractérise une commune

accueillant directement des actifs d'un grand nombre de communes. Un tel nœud est représenté par un rouge soutenu, tout comme les arêtes qui y sont reliées, ceci dans un souci de plus grande visibilité. Les communes ayant un faible indice de centralité se voient attribuer une couleur bleue, un dégradé indiquant des situations intermédiaires.

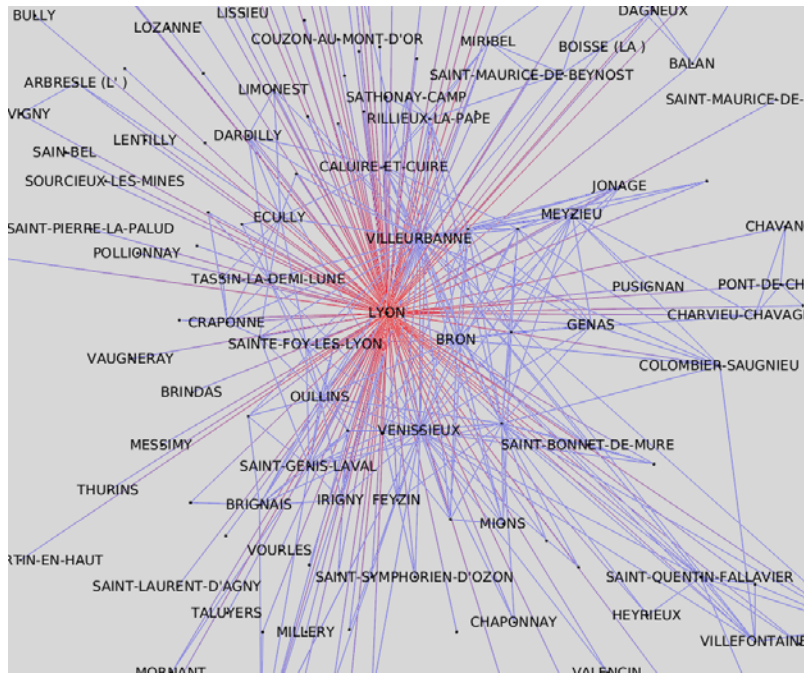


Fig. 7 : Application de l'indice de centralité à l'aire urbaine lyonnaise en 1999

La commune de Lyon obtient logiquement l'indice de centralité le plus élevé devant les communes de Vénissieux (Sud-est) et de Villeurbanne (Nord-est).

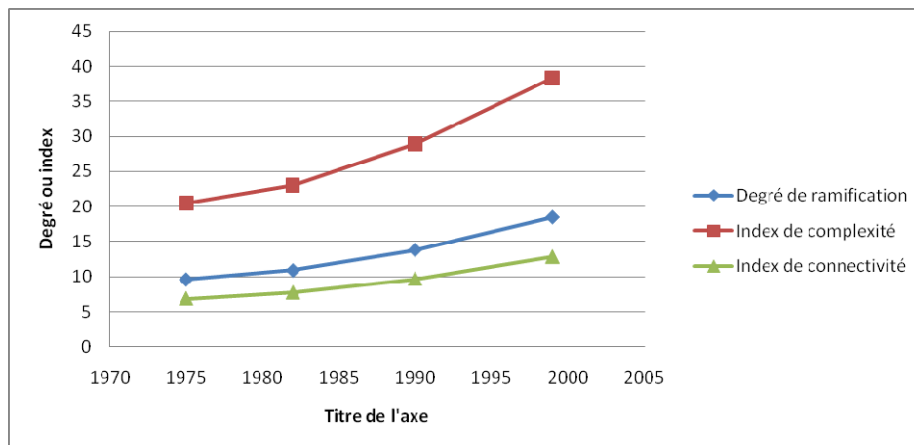
3.2 Mesures de la structure des graphes

Issues de la théorie des graphes (Kansky [39] et Parlebas [40]), plusieurs mesures permettent d'approfondir l'analyse des graphes des migrations alternantes.

Ces mesures, détaillées dans le tableau suivant sont le degré de ramification (lattice degree), l'index de complexité (complexity index) et l'index de connectivité (connectivity index). L'exemple de Lyon est conservé.

| | | | 1975 | 1982 | 1990 | 1999 |
|-----------------------|----------------|---|-------|-------|-------|-------|
| Degré de ramification | Lattice degree | Nombre de cycles sur nombre maximum de cycles possibles | 9,64 | 10,93 | 13,84 | 18,49 |
| Index de complexité | Complexity | Nombre de liens sur nombre de sommets | 20,45 | 23,05 | 28,91 | 38,30 |
| Index de connectivité | Connectivity | Nombre de liens sur nombre maximum de liens possibles | 6,86 | 7,73 | 9,70 | 12,85 |

Tableau 3 : Degré de ramification, index de complexité et de connectivité du graphe de l'aire urbaine lyonnaise



Graphique 2 : Evolution de la structure du graphe des migrations de l'aire urbaine lyonnaise

A travers l'évolution de ces indices pour le graphe de l'aire urbaine lyonnaise, il est possible de constater une relative stabilité dans la structure, et ce bien que la taille du réseau ait augmenté, accroissant fort logiquement le degré de ramification et les index de complexité et de connectivité.

3.3 Le coefficient de participation

Basé sur les travaux de Guimera [25] sur le trafic aérien, le coefficient de participation a été plus récemment formalisé et adapté à l'analyse des navettes domicile-travail (Chiricota et al [26]). Nous proposons ici l'exemple de l'aire urbaine de Toulouse pour présenter ses résultats.

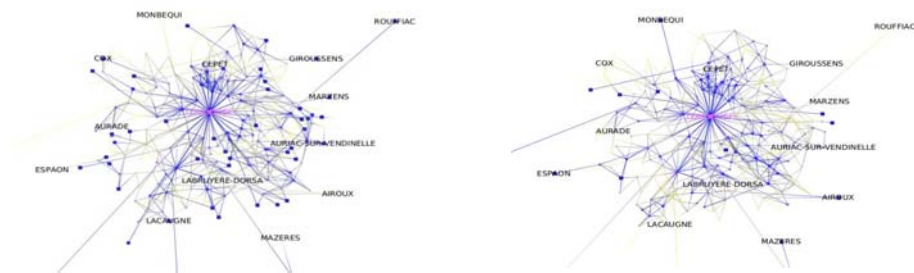


Fig. 8 : Application des coefficients de participation entrant, à gauche, et sortant, à droite, à l'aire urbaine toulousaine en 1999

En distinguant les coefficients de participation entrant et sortant, nous pouvons différencier les communes ou ensembles de communes émettant des actifs de celles en recevant (une coloration des nœuds et des arêtes en bleu soutenu témoigne d'un fort coefficient). Nous identifions de la sorte les espaces à dominante résidentielle et les pôles de convergence, tout comme la contribution de chacun à la structuration de l'espace urbain considéré.

Conclusion

La représentation des migrations alternantes internes aux aires urbaines françaises par des graphes valués et orientés et l'application d'indicateurs spécifiques à ceux-ci ouvrent de nouvelles pistes de recherche.

Bien que ces villes présentent des structures polycentriques de plus en plus évidentes, comme l'illustre l'indice de cohésion, la commune centrale « historique » conserve un rôle essentiel dans la structuration de l'espace, mis en évidence par l'indice de centralité.

Avec l'apport du coefficient de participation, il est possible d'aller plus loin en identifiant les espaces à dominante résidentielle et les communes où l'emploi domine. Il serait dorénavant intéressant de compléter cette approche en prenant en compte des variables « sociales » telles que le l'âge, le sexe, les catégories socioprofessionnelles des migrants ou encore les moyens de transport utilisés. Une telle approche chercherait à caractériser plus encore les processus de ségrégation socio-spatiale à l'œuvre au sein des aires urbaines, aussi bien en France que partout ailleurs dans le monde.

Références

- [1] R. Cervero et K.L Wu, Polycentrism, Commuting and residential location in the San Francisco Bay area, *Environnement and Planning A*, Vol. 29, pp.865-886, 1997.
- [2] A. Anas, R. Arnott et K.A. Small, Urban Spatial Structure, *Journal of Economic Literature*, Vol. 36, N°3, pp.1426-1464, 1998.
- [3] Th. Saint-Julien, Villes et enjeux du modèle multipolaire. In *Villes du XXIème siècle*, vol. 2, pp.21-32, 2001.
- [4] F. Gaschet, La polycentralité urbaine, *Thèse de doctorat*, Université de Bordeaux 4, 2001.

- [5] J.M. Huriot, Services aux entreprises et nouvelles centralité urbaines. Rapport final DARES-PUCA, 123p., 2003.
- [6] D. Shaw et O. Sykes, The Concept of Polycentricity in European Spatial Planning, *International Planning Studies*, Vol. 9, N°4, pp.283-306, 2004.
- [7] R.C. Kloosterman et B. Lambregts, Clustering of Economic Activities in Polycentric Urban Regions : the Case of the Randstad, *Urban Studies*, Vol. 38, N°4, pp.717-732, 2001.
- [8] K. Sasaki et S. Mun, A Dynamic Analysis of Multiple-Center Formation in a City, *Journal of Urban Economics*, Vol.40, pp.257-278, 1996.
- [9] H. Ogawa et M. Fujita, Equilibrium land use patterns in a non-monocentric city, *Journal of Regional Science*, Vol. 20, pp.455-475, 1980.
- [10] A. Aguilera et D. Mignot, Polycentrisme et mobilité domicile-travail, XXXIX^{ème} colloque de l'ASRDLF, Lyon, 2003.
- [11] A. Aguilera et D. Mignot, Urban Sprawl, Polycentrism and Commuting: a comparison of seven French urban areas, *Urban Public Economic Review*, N°1, pp.93-113, 2004.
- [12] F. Gaschet et C. Lacour, Métropolisation, centre et centralité, *Revue d'Economie Régionale et Urbaine*, Vol. 1, pp.49-72, 2002.
- [13] E. Tabourin, Les formes de l'étalement urbain : la logique du modèle de Bussière appliquée à l'agglomération lyonnaise, *Annales de la recherche urbaine*, N°67, pp.32-42, 1995.
- [14] S. Davoudi, Polycentricity in European Spatial Planning: From an Analytical Tool to a Normative Agenda, *European Planning Studies*, Vol. 11, N°8, pp., 2003.
- [15] S. Berroir, H. Mathian et Th. Saint-Julien, Déplacements domicile-travail : vers le polycentrisme, *INSEE Ile-de-France Regards*, N°54, pp.5-8, 2002.
- [16] S. Berroir, H. Mathian, Th. Saint-Julien et L. Sanders, Mobilités et polarisation : vers des métropoles polycentriques, *Programme de Recherche « Mobilités et territoires urbains »*, 148p., 2004.
- [17] Schwanen et al., Travel behavior in Dutch monocentric and polycentric urban systems, *Journal of Transport Geography*, N°9, pp.173-186, 2001.
- [18] R. Patuelli, A. Reggiani, S.P. Gorman, P. Nijkamp et F-R. Bade, Network Analysis of Commuting Flows : A Comparative Static Approach to German Data, *Network and Spatial Economics*, Vol. 7, N°4, pp. 315-331, 2007.
- [19] J. Binder et al., Analysis and Modelling of Commuters Flows: Application to the regions of Stuttgart and Turin, *Jahrbuch der Regionalwissenschaften*, vol. 23, pp.117-139, 2003.
- [20] G. Giuliano et A.K. Small, Subcenters in the Los Angeles Region, *Regional Science and Urban Economics*, N°21, vol.2, pp.163-182, 1991.
- [21] P. Gordon et H.W. Richardson, Beyond Polycentricity. The dispersed Metropolis, Los Angeles, 1970-1990, *Journal of the American Planning Association*, Vol. 62, N°3, pp.289-295, 1996.
- [22] S. Sultana, Some Effects of Employment Centers on Commuting Times in the Atlanta Metropolitan Area, 1990, *Southeastern Geographer*, Vol. XXXXXI, N°2, November, pp. 225-233, 2000.
- [23] L.S. Bourne, Are New Urban Forms Emerging? Empirical Tests for Canadian Urban Areas, *The Canadian Geographer*, vol. 33, N°4, pp.312-328, 1989.
- [24] J.R. Boudeville, Aménagement du territoire et polarisation, Génin, 280p., 1972.
- [25] Guimera et al., The worldwide air transportation network: Anomalous centrality, community structure, and cities' global roles, *Proc. Nat. Acad. Sc.USA*, vol. 102, n° 22, p. 7794-7799, 2005.
- [26] Y. Chiricota, G. Mélançon, T.T. Phan Quang, P. Tissandier, *Visual exploration of (French) commuter networks*, Geovis, Girona, Spain, 2008.
- [27] P. Hall, In a lather about polycentricity, *Town and Country Planning*, Vol. 72, N°7, 2003.

- [28] J. Garreau, *Edge City: Life on the New Frontier*, New York, Doubleday, 1991.
- [29] A.J Scott et M. Storper, The Collective Order of Flexible Production Agglomeration : Lessons for Local Economic Development Policy and Strategic Choice, *Economic Geography*, Vol. 68, pp.219-233, 1992.
- [30] Saxenian, Social Networks and Open Exchange: Regional Advantage in Silicon Valley, *Firm Connections*, Vol. 2, N°5, 1994.
- [31] Ph. Aydalot, *Economie régionale et urbaine*, Economica, Paris, 1985.
- [32] R. Camagni et C. Salone, Network Urban Structures in Northern Italy: Elements for a Theoretical Framework, *Urban Studies*, Vol. 30, N°6, pp.1053-1064, 1993.
- [33] M. Wiel, La transition urbaine ou le passage de la ville pédestre à la ville motorisée. Coll. Architecture + Recherche, Mardaga, 1999.
- [34] A. Anas et I. Kim, General Equilibrium Models of Polycentric Urban Land use with Endogenous Congestion and Job Agglomeration, *Journal of Urban Economics*, Vol. 40, pp.232-256, 1996
- [35] O. Andan, P. Pochet, J.L. Routhier et B. Schéou, Stratégies de localisation résidentielle des ménages et mobilité domicile-travail, Programme de recherche transports terrestres 1996-2000, 213p., 1999.
- [36] P. Pochet et J.L. Routhier, Mobilité résidentielle et allongement des distances domicile-travail dans la région urbaine de Lyon, in *L'accès à la ville, les mobilités spatiales en question*, Paris, L'Harmattan, pp.167-184, 2002.
- [37] D. Auber et al., Multiscale Navigation of Small World Networks. In IEEE Symposium on Information Visualisation, Seattle, GA, USA. IEEE Computer Science Press, 2003.
- [38] U. Brandes, A faster algorithm for betweenness centrality, *Journal of Mathematical Sociology*, Vol. 25, N°2, pp.163-177, 2001.
- [39] K.J. Kansky, Measures of network structure, *Flux*, vol.5, pp.89-121, 1989.
- [40] P. Parlebas, Centralité et compacité d'un graphe, *Mathématiques et sciences humaines*, n°35, pp.5-26, 1972.