

Les systèmes urbains français : une approche relationnelle

Sandrine Berroir

Maitre de Conférences, Université Paris-Diderot, UMR Géographie-cités, Paris, France

sandrine.berroir@univ-paris-diderot.fr

Nadine Cattan

Directrice de recherche, CNRS, UMR Géographie-cités, Paris, France

Nadine.cattan@parisgeo.cnrs.fr

Frédéric Dobruszkes

FNRS Research Associate, Université Libre de Bruxelles, IGEAT, Bruxelles, Belgique,

Marianne Guérois

Maitre de Conférences, Université Paris-Diderot, UMR Géographie-cités, Paris, France

Fabien Paulus

Maitre de Conférences, Université de Strasbourg, LIVE, Strasbourg, France

Céline Vacchiani-Marcuzzo¹

Maitre de Conférences, Université de Reims Champagne-Ardenne, UMR Géographie-cités, France

EA Habiter

vacchiani@parisgeo.cnrs.fr

Résumé

Cet article propose d'analyser les relations entre les villes françaises selon une approche multi-dimensionnelle et multi-échelles. La plupart du temps, ces relations sont appréhendées de manière segmentée, en mettant l'accent sur le choix d'une dimension issue d'une réalité multiforme. Pour mieux saisir la diversité des canaux de l'échange, nous prenons en compte simultanément plusieurs types de relations interurbaines, reflétant aussi bien des mobilités individuelles, des liens entre établissements économiques que des partenariats scientifiques, à l'aide de méthodes de sélection et de cumul des flux. Ces méthodes permettent en outre de distinguer plusieurs échelles d'interdépendance constitutives des dynamiques territoriales : d'une part, vingt-six systèmes urbains de proximité sont identifiés et des comparaisons entre ces systèmes sont établies à partir des formes d'organisation plus ou moins polarisées et de la nature des flux sur lesquels reposent ces systèmes. D'autre part, les liens transversaux entre pôles urbains régionaux sont analysés en prêtant attention à la portée et à la variété des interactions ainsi qu'au mode d'arrimage des systèmes de proximité à ces réseaux d'interconnexion. Enfin, les connexions à Paris sont mises en valeur à la lumière des types de liens spécialisés dans ces relations et de la taille des villes impliquées.

Mots-clés

Systèmes urbains, mobilités, flux, France, approche multidimensionnelle.

Abstract

This article explores the interactions between the French cities from a multi-dimensional and multi-scale approach. Most of the time, these relations are analyzed in a segmented way, focusing solely on one dimension among a multifaceted reality. To take into account the great diversity of exchanges, we simultaneously consider several types of inter-city links, reflecting individual mobility, economic relations and scientific partnerships, on which we apply flows selection methods and a scoring approach. These methods also allow distinguishing several interdependent scales of territorial dynamics: first, twenty six local urban systems are identified. Comparisons between these systems are conducted according to their more or less polarized organization and to the nature of the flows within these systems. On the other hand, the horizontal relations between regional urban centers are analyzed taking into account the range and diversity of interactions and also according to the way local and regional urban systems connect to each other. Finally, relations with Paris are highlighted depending on the specialization of these links and the size of the cities involved.

Keywords

Urban systems, mobility, flows, multidimensional approach

1. Des villes et agglomérations aux systèmes urbains

Répondre à la question de l'enjeu des villes dans un système mondialisé de flux, c'est revenir sur certains postulats qui sont au fondement des théories urbaines et des principes d'action de l'aménagement des territoires. Aujourd'hui, ni la ville ni la métropole ne racontent plus les dynamiques territoriales et métropolitaines en cours. Dans un monde dominé par l'échange, un changement de perspective dans les savoir-faire et savoir-penser est nécessaire car les mutations territoriales questionnent le sens même d'espaces urbains et métropolitains définis dans des périmètres trop restreints, suivant une lecture et une gestion aréolaires des territoires, dans la contiguïté et la continuité.

Saisir les modifications qui traversent les systèmes urbains et métropolitains, c'est comprendre que nous sommes entrés dans l'ère des territorialités mobiles et des sociétés en réseaux. Seule une approche relationnelle des espaces permet d'intégrer les transformations qui traversent aujourd'hui les territoires. Dans cette perspective, les territoires doivent être pensés en termes d'interdépendance et d'articulation et non plus en termes de répartition et de localisation. Cette posture conceptuelle conduit à positionner le débat sur les politiques publiques dans des systèmes territoriaux d'interface qui s'apprécient dans la combinaison du lieu et du lien, du réseau et du territoire, de portes et de couloirs.

Si tous les experts s'accordent à penser que l'espace est réseau, force est de reconnaître que l'intégration de la mobilité et du lien reste encore incomplète dans la conception de l'organisation et du développement des territoires. Cette recherche propose de définir les dynamiques territoriales au prisme d'une approche par système urbain où le fondement même de l'urbain est le lien, une approche qui conçoit les territoires explicitement par les relations qui articulent les villes entre elles. En termes de stratégies d'action cela renvoie à une réflexion sur les partenariats, les complémentarités et les coopérations entre territoires.

Aujourd'hui, les connaissances des configurations spatiales et territoriales des systèmes urbains sont

partielles, voire partiales. Les travaux sur la réalité des fonctionnements en réseau des villes françaises sont certes nombreux, mais demeurent éparés et dispersés. Ils sont toujours segmentés selon la nature du lien entre les villes ou continuent d'appréhender les échanges de manière sectorielle selon un seul mode de transport.

Cette recherche réussit le pari de combiner la figure de la ville-réseau avec celle de la ville-territoire. L'étude dépasse la prise en compte des seuls flux toujours considérés comme structurants selon une approche qui privilégie une lecture économique du développement territorial. Elle élargit le spectre des liens en intégrant des échanges souvent perçus comme non structurants. Par ailleurs, elle développe une approche englobante inédite des systèmes urbains qui croise simultanément des échanges interurbains de types très divers, conférant par là même une grande robustesse aux configurations réticulées mises en évidence.

Cette analyse multidimensionnelle des systèmes urbains montre qu'une conception de l'aménagement et du développement du territoire fondée sur la proximité est dépassée. Les cadres d'organisation et d'action sont multi-échelles et trois échelons territoriaux sont en France partie prenante de chaque système urbain : la proximité, la transversalité inter-métropolitaine et la connexité à Paris.

L'article présente d'abord un état de l'art des connaissances sur les réseaux de villes. Il explicite dans la deuxième partie la démarche et les méthodes mises en œuvre pour développer cette approche relationnelle englobante qui permet d'intégrer conjointement plusieurs types d'échanges (7 indicateurs) et de les analyser ensemble entre toutes les aires urbaines françaises (350). Sont ensuite commentées les configurations spatiales des systèmes urbains au croisement des trois échelons des interdépendances.

2. Les approches dominantes des systèmes urbains

Les travaux sur les systèmes urbains en France, et depuis une vingtaine d'années sur les réseaux urbains à l'échelle européenne, sont nombreux, et la question de leur structuration interroge scientifiques et acteurs de l'aménagement des territoires. Dans la plupart de ces travaux, les métropoles et les plus grandes villes en général sont au centre des questionnements car elles sont considérées, dans une approche économique des territoires, comme les moteurs majeurs du développement. De ce fait, elles sont perçues comme des vecteurs incontournables de la dynamique et de la mise en réseau des territoires. Toutefois, dans un grand ensemble de travaux sur les systèmes urbains français ou européens, l'accent est essentiellement mis sur la concentration des populations, des cadres, des activités de services supérieurs aux entreprises, des sièges des firmes transnationales, des équipements ou institutions internationaux. Cela permet certes d'apporter des connaissances sur les organisations spatiales des villes. Mais ces travaux conduisent invariablement à reproduire les mêmes images toujours duales de l'organisation des espaces : un centre dominant et des périphéries dépendantes (Cattan, 2009, 2010). De ce fait, elles laissent échapper la véritable nouveauté qui fait que « le territoire des réseaux fait place à un véritable territoire en réseau » (Veltz, 1996) réalité qui est, d'après l'auteur, un défi à la représentation et à l'imagination. Comme en écho, Peter Taylor (2002) dénonce le paradoxe des recherches sur les villes : alors que l'essence même des villes mondiales réside dans leurs liens

mutuels, il souligne que les travaux se réduisent trop souvent à des études de cas ou bien à des analyses comparatives évaluant les forces et les faiblesses d'une sélection de villes. Une synthèse de la littérature existante sur les systèmes urbains français dans leurs connexions nationales ou européennes conduit à distinguer quatre approches principales.

Classer les villes

La première approche, très largement majoritaire et dominante, relève du « benchmarking ». Il s'agit d'évaluer les forces et les faiblesses des villes à partir de différents critères socio-économiques et de mettre ainsi en place des classifications et typologies de villes. Les grandes organisations internationales (OCDE), les programmes européens (ESPON), les instituts nationaux ou régionaux (IAU-Ile-de-France, FNAU, etc.), les administrations nationales (DATAR/CGET) mais aussi les organisations privées (MasterCard, Global Power City Index Mori Memorial Foundation, etc.) ou encore certains organes de presse nationaux ou internationaux (par exemple *Monocle*) y accordent la plus grande importance. Ils sont également relayés par les travaux des chercheurs qui souvent répondent à la demande d'évaluation de ces systèmes émanant des organisations et institutions précitées (Cattan *et al.*, 1994 ; Vandermotten, 2009 ; Rozenblat, Cécile, 2003 ; Taylor, 2004; Halbert *et al.*, 2012). Dans ces études, les approches sont typologiques et fondées principalement sur des variables de stock. Elles conduisent à élaborer des catégorisations de villes, à proposer des palmarès urbains de villes les plus attractives pour les populations (qualité de vie, résidence etc.), ou des villes les plus globales (sièges sociaux des multinationales, trafics aériens, investissements étrangers etc.). Ces travaux fournissent des modèles intéressants pour comprendre comment les villes se positionnent dans les économies mondiales, nationales et régionales. Ils permettent également de mieux qualifier la diversité des profils métropolitains par une prise en compte plus large des fonctions urbaines (Halbert *et al.*, 2012). Toutefois, ils offrent une vision parfois incomplète des systèmes urbains puisque, dans la plupart des cas, seules les plus grandes villes sont prises en considération.

Evaluer l'accessibilité inter-urbaine

La deuxième approche questionne le rôle des infrastructures de transport dans la forme des réseaux urbains. Ces études mettent l'accent sur l'accessibilité différenciée aux divers services et fonctions métropolitains (Spiekermann, Wegener, 2008). Elles permettent également d'évaluer les proximités temporelles, telles les liaisons interurbaines possibles sur une journée (L'Hostis, Bozzani, 2010). Dans ces évaluations de l'accessibilité, d'autres travaux mesurent la contraction de l'espace -temps et les modifications induites sur les hiérarchies urbaines (Bretagnolle *et al.*, 2002). Ces travaux ont souvent une visée méthodologique innovante, qui se concrétise par des cartographies originales telles que les anamorphoses ou les chronocartes multimodales (Cauvin, 2000 ; L'Hostis, 2003). Un certain nombre d'entre elles relativisent les effets de la distance euclidienne et mettent l'accent sur l'importance de la prise en compte du temps dans l'appréhension des réseaux et des déplacements.

Modéliser les dynamiques des villes en système

La troisième perspective d'analyse des systèmes urbains s'inscrit dans une approche théorique et modélisatrice. Les recherches menées dans ce cadre placent le temps long au centre de l'analyse des

systèmes de peuplement (Pumain, 2000 ; Bretagnolle *et al.*, 2007, 2009 ; Paulus, 2007 ; Sanders, 1997). Elles mettent en évidence les fortes capacités d'adaptation qui caractérisent ces systèmes de peuplement en mobilisant notamment les effets de *path dependence*. La notion de résilience et celle de robustesse de ces systèmes complexes sont particulièrement approfondies par la modélisation et la validation des facteurs et des mécanismes qui contribuent à cette pérennisation. Ces travaux interrogent dans de nombreux cas la diffusion de l'innovation et l'interaction entre cycles de croissance économique et de croissance urbaine, dans différents types de systèmes urbains, afin de mettre en exergue ce qui relève de processus similaires et ce qui est caractéristique de spécificités nationales (Pumain *et al.*, 2015).

Penser les villes dans une approche relationnelle

L'approche relationnelle des systèmes urbains se différencie des approches présentées précédemment en mettant explicitement l'accent sur les liens entre les lieux. La grande majorité des travaux relevant d'une telle démarche développe des analyses sectorielles des échanges. Le plus souvent, ce sont les mobilités de personnes qui sont retenues comme indicateur structurant des relations entre les villes, telles les navettes domicile-travail (Berroir *et al.*, 2008 ; Gingembre, Beaude, 2014), les migrations résidentielles (Baccaïni, 2005) ou encore les flux de passagers aériens (Cattan, 2004 ; Dobruszkes, 2008 ; Derruder *et al.*, 2010), selon l'échelon d'analyse.

Afin de mieux intégrer les enjeux de la société de l'information et de la connaissance, d'autres études mobilisent des indicateurs de liens plus spécifiques, tels que les partenariats scientifiques (Berroir *et al.*, 2005, 2009 ; Comin, 2009 ; Massard, 2003), les mobilités étudiantes (Baron, Berroir, 2007) ou encore les co-publications entre chercheurs (Matthiessen *et al.*, 2006 ; Grosseti *et al.*, 2013). Les réseaux mis en évidence par ces liens font émerger des modes de structuration plus diversifiés des systèmes urbains. En inscrivant les villes dans un réseau plus polycentrique, ces analyses réinterrogent les fondements mêmes des théories spatio-économiques, dans leurs principes de polarisation, de concurrence ou encore de dépendance.

De plus, les échanges immatériels, comme les flux téléphoniques, les réseaux sociaux ou Internet, sont devenus incontournables pour comprendre la mise en réseau des villes. Pourtant les recherches sont encore émergentes, en raison de la difficulté d'accès aux données. Une étude a fait date dans ce domaine et a conduit à des régionalisations de systèmes urbains basées sur les flux téléphoniques interurbains, aspect jamais pris en considération à ces échelons (Damette, 1994). La croissance exceptionnelle de ces flux témoigne de tout l'intérêt d'aborder les systèmes urbains par ce type d'indicateur (Blondel *et al.*, 2009).

Cette dernière approche révèle un changement de perspective nécessaire pour mieux saisir la diversité des canaux de l'échange, fondement même de la complexité des systèmes territoriaux.

3. Aborder les systèmes urbains dans leurs dynamiques relationnelles

Nous proposons dans cet article une approche des dynamiques territoriales par une analyse des relations entre les espaces urbains qui met en évidence des fonctionnements multi-dimensionnels et

multi-scalaires, définis comme la combinaison du lieu et du lien, du territoire et du réseau. Cette démarche prend le parti de considérer l'ensemble des aires urbaines² comme constitutives des systèmes urbains français³, parce que nous considérons que la capacité à articuler des réseaux de relations ne tient pas exclusivement aux grandes agglomérations. Les aires urbaines constituent de plus en plus une unité de référence pour définir ce qu'est une ville⁴ aujourd'hui tant les mobilités sont une dimension intrinsèque de l'urbain. Cette référence s'inscrit aussi dans un contexte européen et international qui privilégie l'aire fonctionnelle comme un territoire urbain pertinent.

Il s'agit ainsi de présenter une approche englobante des territoires qui intègre un large spectre des modalités de l'échange. En allant au-delà des visions segmentées et sectorielles des dynamiques territoriales, elle révèle l'existence de réseaux « faisant système ». Il s'agit, dès lors, de restituer la diversité de l'organisation spatiale des villes en systèmes en termes de dimensions fonctionnelles, d'échelles territoriales et d'appartenance aux réseaux. Cette perspective a rarement été élaborée jusqu'à présent dans les travaux de recherche.

3.1 Description des indicateurs

L'identification des systèmes urbains repose sur une sélection des échanges qui structurent les systèmes territoriaux. Sept indicateurs ont été pris en compte simultanément pour décrire les fonctionnements urbains dans toute leur diversité et couvrir ainsi les trois facettes majeures et complémentaires des sociétés contemporaines (tableau 1).

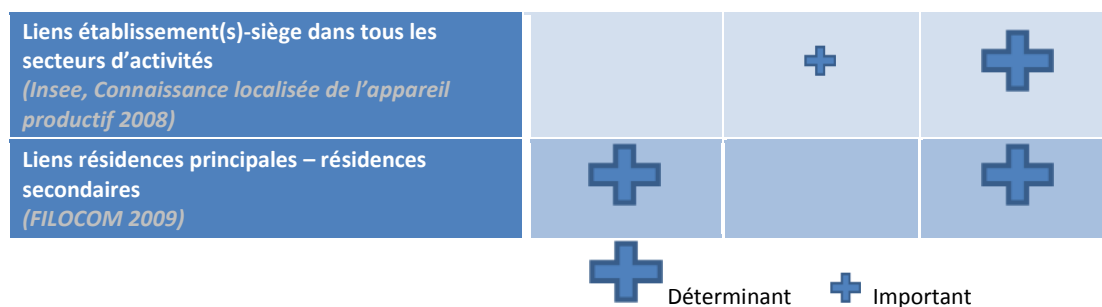
Tableau 1 Les sept indicateurs des liens entre les villes françaises pris en compte

	Société mobile et de loisirs	Société de la connaissance et de l'information	Aspects économiques et financiers
Mobilité domicile-travail <i>(Insee, RGP 2006)</i>	+		+
Migration résidentielle <i>(Insee, RGP 2006)</i>	+		+
Système Grande Vitesse (offre aérienne + TGV) <i>(SNCF – Official Airline Guide 2010)</i>	+		+
Liens établissement(s)-siège dans les secteurs technologiquement innovants <i>(Insee, Connaissance localisée de l'appareil productif 2008)</i>		+	+
Partenariats scientifique européens <i>(6^e PCRD, Cordis 2002-2006)</i>	+	+	+

² Dans la définition donnée par l'Insee, sur la base des périmètres définis en 1999, on dénombre 354 aires urbaines en France.

³ Les systèmes urbains français sont analysés dans le cadre national. Il aurait été certes souhaitable d'intégrer les liens à l'international, notamment à l'échelle européenne, où les situations transfrontalières modifient et modèlent les configurations de certains systèmes urbains. Mais des difficultés de disponibilité actuelle des données de l'échange à ces échelons ont empêché le développement de cette recherche hors des frontières nationales.

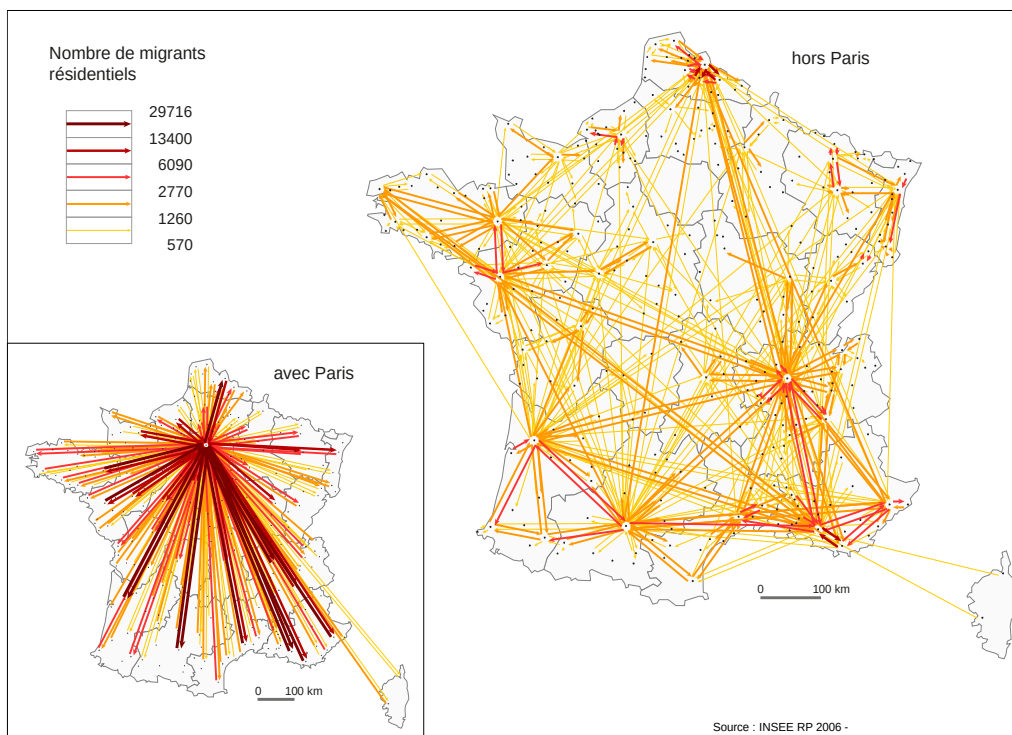
⁴ Dans ce papier, on utilisera par convention de façon équivalente le terme « aire urbaine » et « ville ».



La société mobile et de loisirs constitue la première facette et renvoie aux recompositions des temps sociaux. Les mobilités des personnes, par la grande variété des motifs, des durées et des fréquences des déplacements qu'elles recouvrent, constituent un indicateur essentiel pour analyser l'intégration territoriale d'un ensemble de villes à différentes échelles, allant du bassin de vie et d'emploi à des territorialités plus vastes . Trois indicateurs principaux en rendent compte :

- Les navettes domicile-travail sont habituellement considérées comme les mobilités qui structurent le plus fortement l'organisation des territoires à un échelon local. Même si ces déplacements professionnels sont désormais minoritaires par rapport aux mobilités de loisir et de chalandise, la localisation de l'emploi continue de jouer un rôle majeur dans les chaînes de déplacements et dans la définition des polarités métropolitaines. A des portées plus vastes, les navettes à longue distance, bien que relativement peu nombreuses, tendent à occuper une place croissante sous l'effet du processus de métropolisation, de l'accroissement des vitesses de déplacement et de l'augmentation de la bi-activité dans les couples (Gingembre, Baude, 2014).
- Les migrations résidentielles (Figure 1) sont également un indicateur majeur de la société mobile et de loisirs, dans un contexte de fluidité accrue des circulations interurbaines et d'une mobilité professionnelle plus importante. A une échelle interurbaine, elles sont étroitement liées au phénomène des navettes à longue distance, qui sont souvent soit un préalable à une migration définitive, soit la conséquence d'un changement de résidence. De plus, elles peuvent refléter le maintien d'un réseau social entre l'ancien et le nouveau lieu de résidence, ou bien témoigner indirectement de liens économiques entre les villes où sont localisés différents établissements d'une même entreprise.

Figure 1 Les mobilités de population par les migrations résidentielles



- Les systèmes à grande vitesse assurent la mise en réseau des villes à une échelle plus large et répondent à des demandes de déplacements de plus en plus variées. Le TGV et l'avion sont les deux modes de transport capables de transporter sur de grandes distances et rapidement des passagers entre les villes. Un indice mixte⁵ a été créé pour identifier les opportunités de voyager entre deux villes françaises.

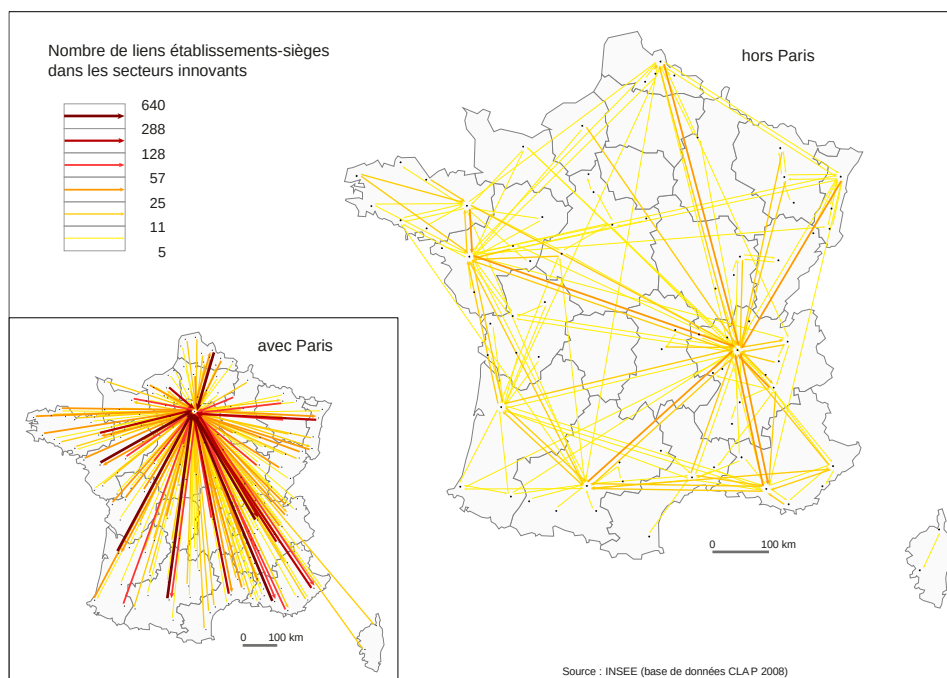
Deuxième facette majeure de nos sociétés contemporaines, la société de la connaissance et de l'information peut être saisie par un ensemble de flux emblématiques des nouvelles pratiques de communication et de recherche :

- Dans une société de l'information et du savoir où l'accès à la connaissance est devenu un facteur décisif de compétitivité et d'attractivité des territoires, les partenariats scientifiques et les réseaux qu'ils dessinent sont un bon indicateur des modifications territoriales. Ce sont ici les projets de recherche du Programme Cadre de Recherche et de Développement (PCRD) qui ont été retenus. Fortement encouragés par les politiques publiques et soutenus par la Commission européenne, ils mettent en réseau divers établissements publics ou privés.
- Les liens économiques dans le secteur spécifique de l'innovation (Figure 2) sont un deuxième indicateur pour aborder un processus moteur de l'évolution des systèmes urbains, générateur de mobilités. Saisi par le lien entre le siège social et les établissements d'un même groupe dans les secteurs spécifiques de l'innovation, cet indicateur fait émerger des dynamiques relationnelles peu

⁵ Cet indice exprime le nombre mensuel d'avions et de TGV connectant deux aires urbaines au printemps 2010 (sources : OAG, SNCF). Pour les dessertes TGV, n'ont été considérés que les couples de villes pour lesquels au moins une partie du trajet était effectuée sur une ligne à grande vitesse.

connues, plus sensibles aux effets de niche, où les processus de spécialisation fonctionnelle des territoires joueraient un rôle majeur.

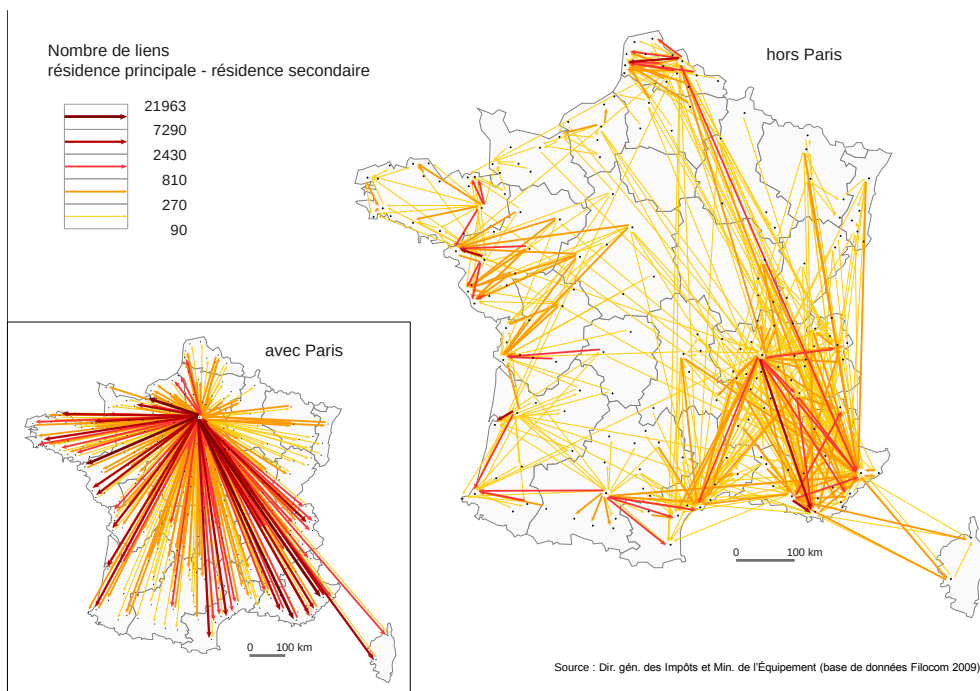
Figure 2 Les liens économiques par les liens sièges-établissements dans les secteurs innovants



La troisième facette concerne les aspects économiques et financiers qui donnent du sens aux flux d'une société tertiaire mondialisée.

- Les liens les plus emblématiques sont ceux tissés entre les différentes localisations des établissements d'une même entreprise, notamment entre son siège social et ses autres établissements, tous secteurs d'activité confondus. Ces liens mettent en exergue des réseaux d'acteurs économiques localisés et révèlent les différentiels d'attractivité des espaces pris en compte dans les stratégies de localisation des groupes.
- Au croisement des aspects économiques et de la recomposition des temps sociaux, les résidences secondaires (Figure 3) traduisent la multiplicité des espaces et des temporalités de vie. Contrairement aux idées reçues, ces résidences ne se cantonnent pas au milieu rural et aux littoraux mais se localisent à hauteur de 20% dans des aires urbaines. L'étude du lieu de résidence principal des résidents secondaires est rarement abordée ; aucune étude de ces liens n'existe à l'échelle nationale, *a fortiori* entre aires urbaines.

Figure 3 Les mobilités de loisirs par les résidences principales et secondaires



3.2 Des indicateurs aux systèmes urbains : méthodes de cumul et d'identification des systèmes

La méthode élaborée pour identifier les systèmes urbains selon une approche multidimensionnelle (sept indicateurs d'interaction) et multiscalaire (trois niveaux territoriaux pour identifier les systèmes urbains) repose sur une analyse en trois temps des liens entre les 354 aires urbaines françaises.

Cumul des indicateurs

La première étape consiste à évaluer de manière synthétique l'intensité des relations interurbaines. Elle repose sur la mise en œuvre d'une méthode inédite de cumul des valeurs de flux⁶, à l'aide d'un *scoring* valué. Partant du principe que ces indicateurs sont tous aussi importants les uns que les autres, nous appliquons le même poids *a priori* à chacun d'entre eux. De plus, pour tenir compte de l'inégale valeur des flux, chaque indicateur a été discrétisé en cinq classes de valeurs comprises entre 0 (pour les 20% des valeurs de flux les plus faibles) et 4 (pour les 20% des valeurs les plus élevées). Chaque couple de ville a donc été caractérisé par sept scores partiels (un score par indicateur). C'est la somme de ces scores qui a permis de définir le score final correspondant à l'intensité globale des relations interurbaines, tous indicateurs confondus. Enfin, parmi ces liens, seuls les plus robustes, cumulant plusieurs modalités de l'échange, ont été retenus comme constitutifs d'un système urbain : le score qui les caractérise doit ainsi être maximal (4) pour au moins trois des sept modalités de l'échange, signifiant que les aires urbaines ont des échanges effectifs dans plusieurs domaines socio-économiques.

⁶ Cette méthode a été privilégiée pour sa facilité d'appréhension, par rapport à des méthodes statistiques relevant de l'analyse des données. Néanmoins, ces dernières ont également été testées et ont conduit à des résultats très similaires.

Des mesures de flux différentes selon les portées géographiques

Au-delà du choix d'une méthode de cumul, nous avons introduit une distinction dans la mesure des liens cumulés, qui dépend de la portée géographique des relations :

- Pour les relations de longue portée, la sélection des liens les plus massifs entre villes distantes s'est appuyée sur des seuils de volumes de flux échangés. Ce sont en effet ces flux principaux qui soulignent le mieux les connexions à longue distance, pour les liens transversaux entre grandes villes régionales comme pour les liens vers Paris. Le *scoring* *valué* s'est donc dans ces deux cas appliqué directement au volume des flux échangés, en prenant en compte les effets des poids des villes sur l'intensité des échanges.
- Afin de faire ressortir les liens de proximité, nous avons en revanche mis l'accent sur les liens préférentiels développés entre les villes, en éliminant les effets de taille. C'est l'ajustement à un modèle d'interaction d'inspiration gravitaire qui a permis d'évaluer les liens préférentiels entre deux villes, lorsque les flux observés étaient supérieurs à ceux estimés par le modèle, compte-tenu des capacités d'émission et de réception des villes (mesure des résidus du Chi-2). L'identification des systèmes de proximité s'est donc faite dans ce cas par l'application de la méthode de *scoring* *valué* aux liens préférentiels.

Délimitation des systèmes de proximité

Une fois sélectionnées les relations de proximité, une troisième étape a consisté à identifier les relations faisant système et présentant les plus fortes interdépendances locales. Cette délimitation des systèmes de proximité s'est appuyée sur une méthode liée à la théorie des graphes et fondée sur la sélection des flux majeurs au départ de chaque aire urbaine (Nystuen, Dacey, 1961 ; Cattain, 2004 ; Drevelle, 2012)⁷. Au final, cette méthode permet d'identifier une vingtaine de systèmes urbains de proximité, chacune des 354 aires urbaines françaises étant intégrée à un système urbain plus ou moins étendu.

Les différentes méthodes employées permettent ainsi de faire ressortir les configurations variables des trois niveaux constitutifs des interdépendances entre les aires urbaines, au croisement de plusieurs modalités de l'échange. Trois échelles d'interdépendance sont constitutives des systèmes urbains (Figure 4) : les relations de proximité (section 4), les relations transversales à l'échelle nationale et les connexions à Paris⁸ (section 5).

4. La France des systèmes urbains de proximité

4.1 26 systèmes urbains de proximité

Vingt-six systèmes urbains de proximité peuvent être identifiés, hors aire urbaine de Paris⁹ (Figure 4.a). Toutes les aires urbaines françaises sont intégrées dans un système. Le plus petit système regroupe cinq

⁷ Il existe des méthodes plus sophistiquées (multigraphes) pour identifier des systèmes territoriaux prenant en compte plusieurs types de liens entre deux sommets (Ducruet, 2012). Dans notre cas, la faible dimension des graphes considérés rendait moins nécessaire l'emploi de telles méthodes.

⁸ Paris est entendu comme l'aire urbaine de Paris, dont le périmètre va au-delà des limites administratives de la région Ile-de-France.

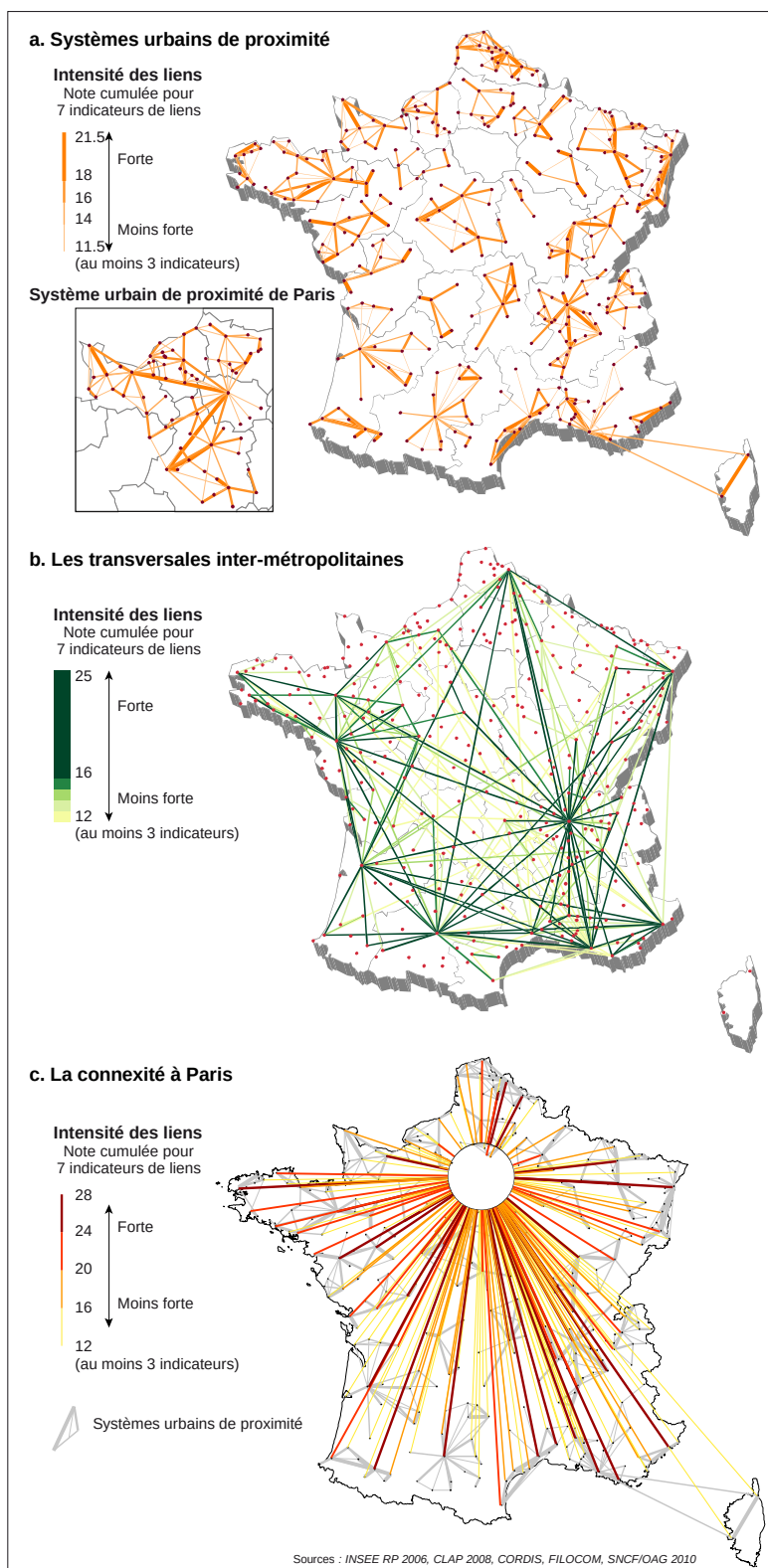
⁹ cf. sur la figure 4 le cas du système urbain de proximité de Paris

aires urbaines (système d'Auxerre, avec 200 000 habitants), le plus grand trente (système de Lyon-Grenoble, avec quatre millions d'habitants). Les configurations de ces systèmes de proximité s'inscrivent globalement dans les limites des 22 régions, sans que le modèle statistique ait influé a priori en ce sens. En effet, la très grande majorité des liens met en réseau les aires urbaines d'une même région : c'est le cas notamment dans les deux régions normandes, en Picardie et en Lorraine où un seul système urbain émerge. En revanche, en Provence Alpes Côte d'Azur, en Bretagne et en Rhône-Alpes, deux systèmes urbains restent bien identifiés au sein des régions. Cependant, d'autres systèmes dérogent à ce constat et se structurent à l'intersection de plusieurs ensembles régionaux. Deux cas de figure attestent de ces connexions inter-régionales. Le premier concerne des petites villes localisées aux frontières régionales qui se rattachent au système urbain d'une région voisine, comme Angoulême, Royan et Cognac, villes du sud de Poitou-Charentes qui sont connectées au système urbain bordelais ou bien encore Laval et Mayenne, villes des Pays de la Loire reliées au système urbain rennais. Le deuxième est confirmé par les liens entre les grands pôles de deux systèmes urbains localisés dans des régions différentes, qui peuvent être qualifiés de transrégionaux. C'est le cas du système de Besançon-Dijon, et, dans une moindre mesure, de celui du Mans-Alençon. A cette échelle des interdépendances, le système Besançon-Dijon est le seul qui préfigure les périmètres du nouveau découpage en 13 régions (loi votée en janvier 2015).

L'aire urbaine de Paris intègre les cinq systèmes de proximité de Rouen, Caen, Orléans-Tours, Amiens et Le Mans-Alençon qui deviennent comme constitutifs du grand système « parisien ». Ce dernier compte ainsi 70 aires urbaines et totalise près de 17 millions d'habitants (Figure 4.a). D'autres systèmes urbains de proximité proches de la région capitale ne sont pas inclus dans ce vaste système. Il s'agit des systèmes d'Auxerre, de Reims et de Troyes. Ceci ne révèle pas une absence de liens (notamment des liens domicile-travail) mais les villes de ces systèmes ne présentent pas une diversité et une intensité de liens avec Paris suffisantes pour être intégrées au système parisien. Cette dissymétrie, ancienne et bien connue des relations entre l'ouest et l'est du Bassin parisien, est ici confirmée par l'approche multidimensionnelle des échanges entre les villes (Damette, 1994 ; Gilli, 2005).

Figure 4 Les trois échelles d'interdépendance des systèmes urbains français¹⁰

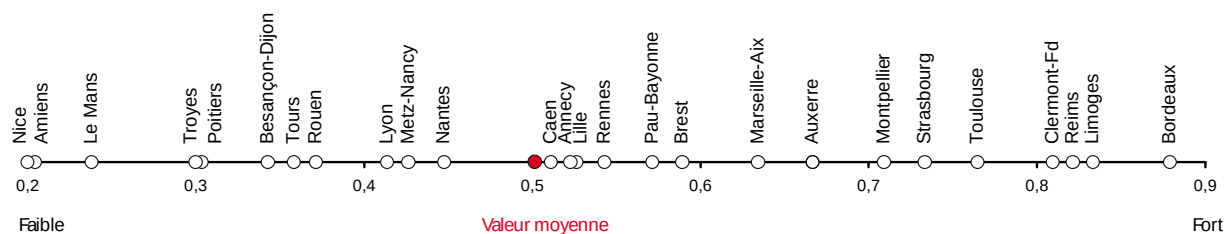
¹⁰ L'intensité des liens varie de 0 à 28 (7 indicateurs * 4 classes)



Au-delà de cette diversité des formes d'extension, les systèmes de proximité présentent des structures d'organisation spatiales variées, qui reflètent des modalités de fonctionnement en réseau contrastées. Les milieux de la recherche ou de l'action publique sont toujours en quête d'une forme optimale des réseaux urbains pour améliorer l'efficacité de leur fonctionnement tant en termes économiques que de gouvernance. Les avantages respectifs de modèles plus ou moins polarisés restent au centre des

débats. Une image synthétique de ces structures est donnée par le degré de polarisation de chacun des 26 systèmes (Figure 5). Cette mesure, issue de la théorie des graphes (indice de centralisation relative) varie de 0 (faible polarisation du système) à 1 (polarisation maximale)¹¹ (Degenne, Forsé, 2004, p.154).

Figure 5 La variété des configurations des systèmes urbains de proximité



Degré de polarisation des systèmes (valeur minimale 0, valeur maximale 1)

Globalement, cinq sous-ensembles peuvent être distingués. Bordeaux apparait comme le système le plus polarisé suivi de Limoges, Reims et Clermont-Ferrand, avec un fonctionnement très mono-centrique, ce premier groupe pouvant être figuré par l'image de l'étoile. Un deuxième groupe, composé de Toulouse, Strasbourg, Montpellier, Auxerre et Marseille, est également très polarisé par la grande ville principale mais des liens significatifs connectent entre elles les autres villes du système. Moyennement polarisés, c'est-à-dire développant des liens diversifiés et nombreux sur des axes privilégiés entre au moins deux aires urbaines du système, les systèmes de Brest, Pau-Bayonne, Annecy et Caen par exemple forment le troisième sous-groupe. Le fonctionnement est plus polycentrique à Dijon-Besançon, Orléans-Tours, Lyon-Grenoble, comme à Nantes-Saint-Nazaire. Les cinq systèmes de Nice, Amiens, Le Mans-Alençon, Tours et Poitiers se distinguent par un degré de polarisation très faible signifiant une organisation très fortement maillée du système. Le système parisien est quant à lui faiblement polarisé puisque seuls 16 liens passent par la capitale, sur la centaine que compte le système.

4.2 Qualifications des systèmes urbains de proximité

¹¹ L'indice de centralisation relative a été développé par les sociologues des réseaux. Son objectif est d'évaluer les formes d'organisation spatiale selon un degré de centralisation. Il se calcule d'après le degré de centralité des nœuds, c'est-à-dire, ici, le nombre de liens qui relient une aire urbaine à d'autres aires urbaines. Sa formule s'écrit:

$$C = \frac{\sum_{i=1}^n (C_{\max} - C_i)}{n^2 - 3n + 2}$$

où, pour un ensemble donné de liens (ici les liens préférentiels internes à un système urbain de proximité) :

- C_i est le nombre de liens liant l'aire urbaine i aux autres aires urbaines du système urbain de proximité
- $C_{\max}$ est le plus grand C_i constaté dans le système urbain de proximité ;
- n est le nombre d'aires urbaines du système urbain de proximité

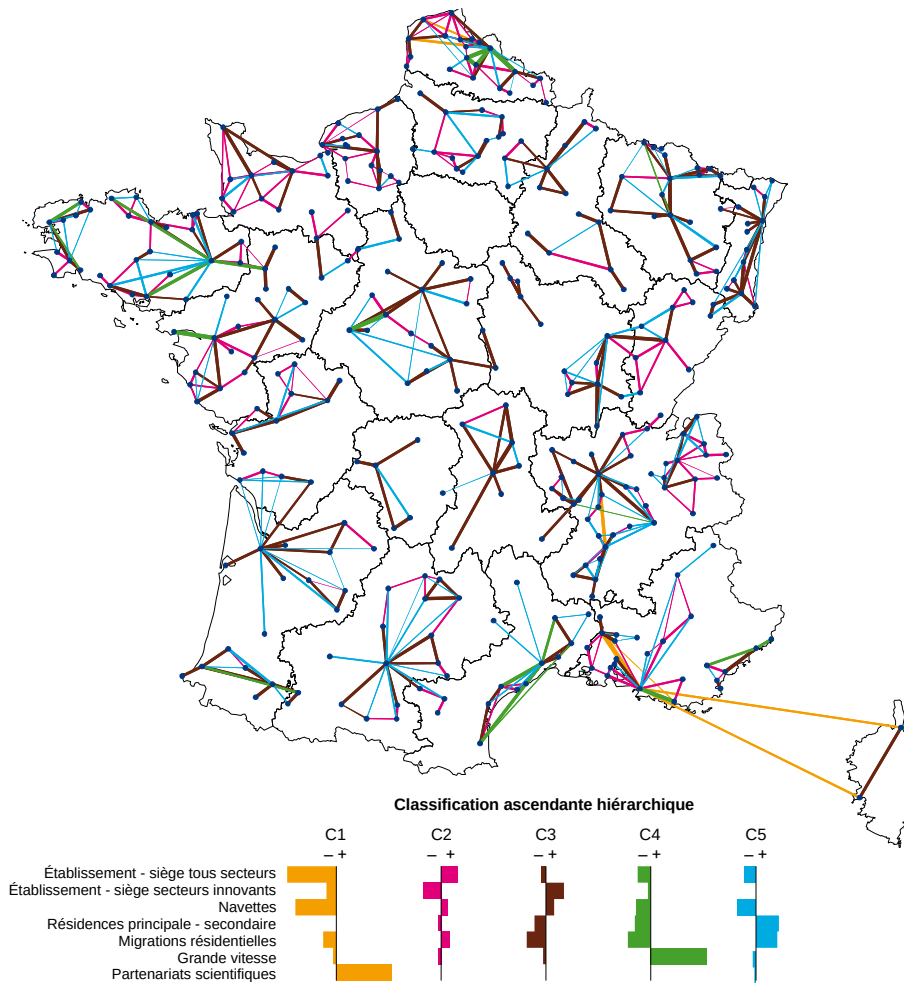
C varie de 0 pour un réseau non polarisé à 1 pour un réseau parfaitement étoilé.

La nature des liens et leur association au sein de chaque système renseignent sur le degré de diversité ou de spécialisation des 26 systèmes urbains¹² (Figure 6). Rares sont les relations très spécialisées sur un seul type d'indicateur, à l'exception de celles qui reposent sur les partenariats scientifiques et le transport à grande vitesse. Par exemple, Marseille est fortement connectée avec Avignon et avec Toulon par les échanges ferroviaires à grande vitesse. Les échanges entre Rennes et Lannion mais aussi Vannes ou Laval se distinguent par une spécialisation marquée dans les partenariats scientifiques. Au-delà de ces liens spécifiques peu fréquents, trois types moins spécialisés caractérisent les échanges interurbains. Parmi ces très nombreux liens, le premier type repose davantage sur les spécialisations économiques, le deuxième est caractérisé par le croisement de liens dans les secteurs économiques innovants et les navettes domicile-travail tandis que le troisième associe des mobilités de populations, résidentielles et de loisir.

A l'échelle des systèmes urbains de proximité, la combinaison de ces liens plus ou moins spécialisés montre globalement une assez grande diversité au sein de chaque système. Deux profils principaux se distinguent (figure 6). Le plus répandu, qui concerne 16 systèmes sur 26, associe les trois liens les moins spécialisés précédemment décrits, soit des mobilités de personnes (quotidiennes, résidentielles ou de loisirs), à des liens de fonctionnement économique englobant l'ensemble des activités et des secteurs plus innovants. On peut par exemple retrouver dans ce profil les systèmes des plus grandes villes, comme Toulouse, Bordeaux, Strasbourg ou Clermont-Ferrand, et des plus petites comme Reims, Caen et Limoges. Le second profil plus complet et diversifié, intégrant tous les types de liens et en particulier les liens scientifiques, concerne les dix systèmes urbains restants : Lille, Rennes, Nantes-Saint-Nazaire, Montpellier, Marseille, Brest et dans une moindre mesure Lyon, Orléans-Tours, Nice et Pau-Bayonne. On peut noter qu'on retrouve indifféremment les deux types de profils associés à des configurations à la fois polycentriques ou polarisées.

¹² Résultats issus d'une Classification Ascendante Hiérarchique (avec distance euclidienne) basée sur la part de chaque indicateur dans la note cumulée des flux préférentiels.

Figure 6 Qualification des systèmes urbains de proximité¹³



Quant au système urbain parisien, il présente un profil proche de celui de la majorité des autres systèmes de proximité. Les liens avec Paris sont essentiellement caractérisés par l'importance relative des mobilités de population, quotidiennes, résidentielles et de loisirs (cas des villes franciliennes de Nemours, Provins, Montereau-Fault-Yonne, Chartres ou Beauvais) et des liens économiques entre siège et établissements dans les secteurs innovants (Orléans, Beauvais, Compiègne ou encore Rouen). Des liens plus spécifiques montrent l'importance des connexions à grande vitesse avec Le Mans ou Tours et celle des partenariats scientifiques avec Caen. Les liens entre les autres villes (hors Paris) présentent des caractéristiques semblables en termes de mobilités de personnes et de fonctionnement économique.

¹³ La CAF prend en compte les 7 indicateurs de l'étude (tableau 1)

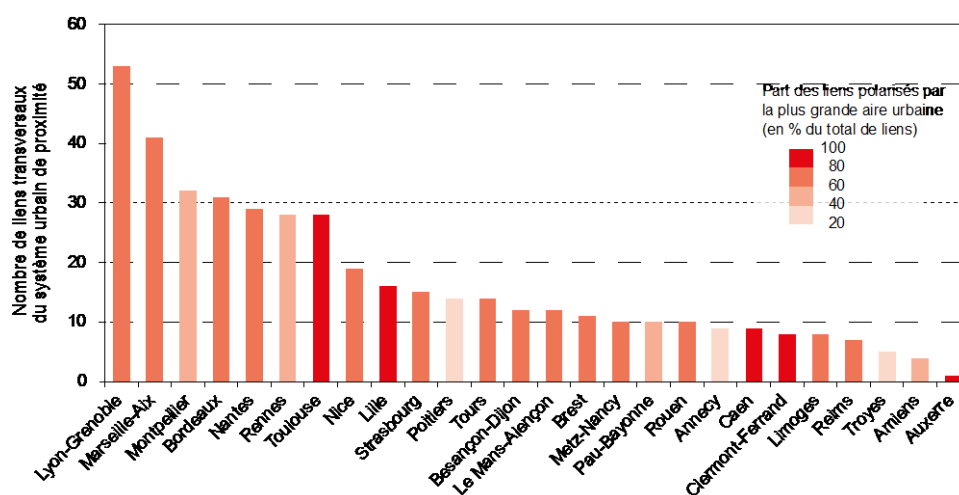
5. Les relations transversales inter-systèmes

5.1 Un arrimage à plus longue distance

Les systèmes urbains français ne peuvent se concevoir à ce seul échelon de proximité. L'analyse a aussi mis en évidence la force des liens transversaux entre les pôles urbains régionaux, les plus grands en particulier, mais des villes moyennes sont également concernées (Figure 4.b). Ces liens sont encore très peu étudiés. Pourtant ils constituent une dimension majeure des systèmes urbains. En effet, l'arrimage inter-systèmes est très robuste : il porte sur plus de quatre indicateurs de liens pour un grand nombre de systèmes, comme à Marseille, Nice, Bordeaux, Toulouse, Rennes, Nantes, Lille, Strasbourg, Lyon et Grenoble. Lyon, en particulier, et les grandes villes du sud apparaissent comme des pivots majeurs de ces relations transversales. Cet arrimage transversal concerne également, mais dans une moindre intensité et sur un nombre plus restreint d'indicateurs, les systèmes urbains de Tours-Orléans, Clermont-Ferrand, Dijon-Besançon. Ces structurations s'effectuent dans une certaine réciprocité entre les différentes aires urbaines, renvoyant ainsi à des processus d'intégration de plus en plus réticulés et polycentriques à ces échelons territoriaux.

Pour la plupart des systèmes urbains de proximité, l'arrimage aux liens transversaux s'effectue par la plus grande ville du système (Figure 7). L'intensité de la polarisation par la ville principale varie selon les contextes régionaux. Lyon-Grenoble, qui déploie le plus grand nombre de transversales - 53 au total -, se caractérise par une polarisation moyenne de ses liens transversaux (un tiers issus de Lyon). Marseille-Aix affiche également un indice de polarisation moyen pour son arrimage transversal. Les cinq systèmes urbains de Montpellier, Bordeaux, Nantes, Toulouse et Rennes, qui se retrouvent en troisième position par l'importance de leurs connexions transversales, affichent des modalités d'interconnexion contrastées. En effet, si les systèmes montpelliérain et rennais s'arriment à l'échelle nationale par plusieurs pôles constitutifs de leur système urbain, les trois autres se connectent essentiellement par la plus grande ville du système, comme Toulouse qui polarise 85% des liens du système. Avec moins de 15 liens transversaux, les autres systèmes présentent des situations très diverses, du système très polarisé comme Metz-Nancy, Rouen, Clermont-Ferrand et Limoges, au plus diversifié comme pour Poitiers, Le Mans-Alençon et Troyes.

Figure 7 Les liens transversaux des systèmes urbains de proximité



5.2 Les liens transversaux de quatre systèmes : Lyon, Toulouse, Montpellier et Nancy-Metz

Les liens transversaux de quatre systèmes ont été choisis pour qualifier les modalités des interconnexions transversales, selon le rôle joué par le pôle urbain principal du système et la portée et la variété des liens. Le système de Lyon-Grenoble couvre l'ensemble du territoire national, se déployant à la fois à très grande distance avec les plus grandes métropoles, de nombreuses villes moyennes mais aussi avec les grands pôles des régions voisines. Les relations du système urbain de Lyon sont très diversifiées et couvrent l'ensemble des secteurs, en termes de mobilités, d'échanges économiques ou de partenariats scientifiques. A grande distance, on distingue les liens économiques dans les secteurs innovants ainsi que les partenariats de recherche tandis que l'ancrage régional avec les villes du sud-est est fortement renforcé par les mobilités de loisir (liens entre résidences principales et résidences secondaires). Le système urbain de Toulouse, avec un nombre plus réduit de liens transversaux, présente néanmoins un éventail de relations à grande portée plus sélectif au niveau des principales métropoles du territoire et avec un ancrage régional fort. Pour autant, on observe que les relations s'inscrivent de manière privilégiée dans la partie sud du territoire, vers Lyon, Bordeaux, Marseille ou encore Pau-Bayonne ou Montpellier. Les liens se font essentiellement dans le secteur économique, de la recherche et des mobilités résidentielles. Les mobilités de loisirs s'effectuent davantage à une faible portée. Montpellier, en troisième position en nombre total de liens transversaux, est un système faiblement polarisé (moins d'un lien sur deux concerne le pôle principal), laissant émerger d'autres pôles d'arrimage, Nîmes et Perpignan notamment, et présentant des liens de plus faible portée, avec pour l'essentiel des villes du sud.

Avec un faible nombre de liens transversaux total (10), le système de Nancy-Metz est principalement arrimé à l'est, avec Strasbourg et seules 4 métropoles (Lille, Lyon, Marseille et Toulouse) sont en lien avec Nancy, en dépit de la configuration bipolaire du système de proximité. Ces liens transversaux sont liés principalement à des mobilités de population, notamment de loisirs (avec les résidences secondaires) mais aussi à des échanges économiques dans les secteurs innovants, avec Lyon.

6 Les relations à Paris

Les relations à l'aire urbaine de Paris sont la troisième dimension constitutive de l'ensemble des systèmes urbains français. Elles se font le plus souvent par plusieurs pôles et non seulement par le pôle principal des systèmes urbains de proximité (Figure 4.c). La forte intensité des liens qu'entretiennent les plus grands pôles urbains de chacun des systèmes de proximité avec Paris ne doit donc pas masquer les fortes interconnexions qui existent également entre Paris et les villes moyennes, voire les plus petites, de chacun des systèmes. Ainsi par exemple, si Nantes entretient des liens avec Paris sur plus de cinq types d'échanges, Saint-Nazaire, Cholet et La Roche-sur-Yon sont aussi reliés à Paris par au moins quatre indicateurs différents. Un chapelet de villes moyennes du sillon rhodanien, de Bretagne et du Languedoc-Roussillon développent également des liens forts avec l'Île-de-France. Pour certaines villes, cela signifie que la polarisation francilienne constitue donc un moteur pour leur arrimage dans le système national et au-delà dans leur capacité d'ouverture internationale. Certaines villes n'auraient pu par exemple prétendre participer à des programmes européens sans ce lien avec la dynamique parisienne. Cinq systèmes urbains dérogent à cette règle d'arrimage plus polycentrique à Paris, se

connectant par le pôle principal du système de proximité. Il s'agit des systèmes niçois, marseillais, toulousain, bordelais et caennais en particulier.

Trois types de liens sont particulièrement sélectifs dans la mise en relation des villes françaises avec Paris : les partenariats scientifiques, les liens à grande vitesse et les échanges économiques, notamment dans les secteurs innovants. Toutes les grandes métropoles couvrent la gamme complète des échanges possibles avec Paris avec des intensités maximales de liens. Les métropoles régionales de taille moyenne conservent globalement des liens diversifiés mais de moindre intensité. Dans la plupart des cas, l'un des trois liens sélectifs manque, comme à La Rochelle, Limoges ou encore Saint-Etienne. Les plus petites villes, quant à elles, maintiennent des liens avec Paris grâce à plusieurs types de mobilités de population, en particulier les migrations résidentielles et les résidences secondaires.

7. Éléments de conclusion

En adoptant une approche relationnelle englobante des territoires, les systèmes urbains sont ici appréhendés de manière pionnière, au croisement d'une large palette de liens. Les modes de fonctionnement des territoires apparaissent très diversifiés car ils intègrent les aspects multi-dimensionnels et multi-échelles des systèmes urbains. Trois échelons d'interdépendance sont partie prenante de l'organisation de chacun des systèmes urbains français : les relations de proximité, les relations transversales inter-systèmes et les connexions à Paris. À l'échelon local de proximité les configurations spatiales des systèmes urbains sont souvent multipolaires, comme à Lille, Lyon-Grenoble, Nantes et Rennes. Cela signifie que l'urbain se transforme et que la notion de métropole-réseau devient de plus en plus pertinente. À l'échelon des transversalités inter-systèmes, la confirmation de relations horizontales de pôles à pôles où les structurations s'effectuent dans une relative réciprocité renforce la perspective de réseaux urbains connexes à distance et réticulés. Encore peu analysés dans la littérature spatiale et peu appréhendés par les acteurs publics, ces systèmes à distance sont une préfiguration de ce que pourrait être une véritable articulation polycentrique des ensembles urbains régionaux. Enfin, l'étude montre aussi que le déploiement de ces relations horizontales entre les métropoles régionales est tout à fait compatible d'une part avec le maintien d'une forte polarisation par la métropole francilienne et d'autre part avec le renforcement des territoires de proximité autour de ces métropoles.

Ces nouvelles représentations des dynamiques urbaines et territoriales soulignent combien il est nécessaire de prendre en compte, au plan national comme local, toutes les échelles auxquelles se déploient les interdépendances et les articulations entre les lieux. Elles disent que la conception, théorique et opérationnelle, de la ville et de l'urbain doit être appréhendée à la fois par les réseaux en proximité et en connexité tissés par ces entités, car tous les niveaux présentent chacun un intérêt socio-politique. En intégrant conjointement la diversité des modes d'habiter, de produire et de circuler, les systèmes urbains issus de cette recherche

définissent des configurations pertinentes pour faire évoluer les politiques d'aménagement et de développement des territoires et penser de nouveaux modes de l'action publique territoriale qui intègrent les effets d'une multi-appartenance de plus en plus généralisée des villes à plusieurs systèmes.

Références bibliographiques

- Baccaïni B., 2005, "Enquêtes annuelles de recensement : résultat de la collecte 2004 - Des changements de région plus fréquents qui bénéficient aux régions du Sud et de l'Ouest", *Insee Première*, No.1028, juillet.
- Baron M., Berroir S., 2007, "Paris et le système universitaire français : mythe et réalités", *Annales de Géographie*, n°655, 3-22.
- Berroir, Cattan N., Saint-Julien Th., 2009, "Les masters en réseau : vers de nouvelles territorialités de l'enseignement supérieur en France", *L'Espace géographique*, No.1, 42-58.
- Berroir S., Cattan N., Saint-Julien Th., 2005, "La mobilité des étudiants entre les universités franciliennes", *Les Cahiers de l'Institut d'aménagement et d'urbanisme de la région Île-de-France*, 76-85.
- Berroir S., Mathian H., Saint-Julien Th., Sanders L., 2008, "La mobilité dans la construction du polycentrisme métropolitain", in Thériault M., Des Rosiers Fr., (ed.), *Information géographique et dynamiques urbaines - Traité IGAT*, chapitre 1, Editions Lavoisier.
- Blondel V.D., Deville P., Morlot F., Smoreda Z., VanDooren P., Ziemlicki C., 2011, "Voice on the Border: Do Cellphones Redraw the Maps?", *ParisTechReview*, November 15.
- Bretagnolle A., Paulus F., Pumain D., 2002, "Time and space scales for measuring urban growth", *Cybergeo : Revue européenne de géographie*, No.219, 12 p. DOI : 10.4000/cybergeo.3790
- Bretagnolle A., Pumain D., Vacchiani-Marcuzzo C., 2007, "Les formes des systèmes de villes dans le monde", in M.F. Mattéi, D. Pumain (coord.), *Données Urbaines*, 5, Paris, Economica, Collection Villes, 301-314.
- Bretagnolle A., Pumain D., Vacchiani-Marcuzzo C., 2009, "The Organization of Urban Systems", in D. Lane, D. Pumain, S. Van der Leeuw, G. West (ed.), *Complexity perspectives on innovation and social change*, chapter 5, ISCOM, Springer, Methodos Series, 197-220.
- Cattan N., 2010, "Le système urbain français", in : Cailly L., Vanier M. (dir), *La France, une géographie urbaine*, Paris, A. Colin, 365 p.
- Cattan N., 2010, "Des sociétés et des territoires mobiles", *Territoires 2040*, No.1, 71-74.
- Cattan N., 2004, "Le monde au prisme des réseaux aériens", *Flux*, No.58, 32-43.
- Cattan N., Pumain D., Saint-Julien Th., Rozenblat C., 1994, *Le système des villes européennes*, Paris, Anthropos, coll. Villes, 204 p.
- Comin M-N., 2009, *Réseaux de villes et réseaux d'innovation en Europe : structuration du système des villes par les réseaux de recherche sur les technologies convergentes*, Thèse de doctorat, Université de Paris 1, 724 p.
- Rozenblat C., Cicille P. 2003, *Les villes européennes*, Paris, La Documentation française, 94 p.
- Damette F., 1994, *La France en villes*, Paris, DATAR, La Documentation française, 271 p.
- Degenne A., Forsé M., 2004, *Les réseaux sociaux*, 2e édition, Paris, Armand Colin, 295 p.
- Derudder, B., Taylor P., Ni P., De Vos A., Hoyler M., Hanssens H., Bassens D., Huang J., Witlox F., Shen, W. & Yang X., 2010, "Pathways of Change: Shifting Connectivities in the World City Network, 2000-2008", *Urban Studies*, Vol.47, No9, 1861-1877.
- Dobruszkes F., 2008, *Libéralisation et desserte des territoires : le cas du transport aérien européen*, Peter Lang, coll. Action publique, 285 p.
- Drevelle, M., 2012, "Structure des navettes domicile-travail et polarités secondaires autour de Montpellier", *M@monde*, No.107. <http://mappemonde-archive.mgm.fr/num35/articles/art12304.html>
- Ducruet, C., 2012, "Multigraphes, multiplexes, et réseaux couplés", Groupe f.m.r., <http://hal.archives-ouvertes.fr/halshs-00746129>
- Gingembre J., Baude J., 2014, "Les mobilités domicile-travail dans les réseaux d'agglomérations", *EchoGéo*, No.27, <http://echogeo.revues.org/13773>
- Gilli F., 2005, "Le Bassin parisien. Une région métropolitaine", *Cybergeo : Revue européenne de géographie*, No.305. DOI : 10.4000/cybergeo.3257
- Grossetti M., Eckert D., Jegou L., Gingras Y., Larivière V., Milard B., 2013, "Cities and the geographical deconcentration of scientific activity : a multi-level analysis of publications (1987-2007)", *Urban Studies*, vol 51, issue 10. DOI: <https://doi.org/10.1177/0042098013506047>
- Halbert, L., Cicille, P., Rozenblat, C., 2012, *Quelles métropoles en Europe ? Des villes en réseaux*,

La Documentation française, DATAR collection Travaux No.16, 108 p.

L'Hostis A., 2003, "De l'Espace contracté à l'espace chiffonné : Aorts de l'animation à la cartographie en relief des distances-temps modifiées par les réseaux de transport rapides", *Revue internationale de Géomatique*, No.13, 69-80

L'Hostis A., Bozzani S., 2010, *Contactability measures for assessing urban competitiveness*, <http://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00565618/>

Massard N., Autant-Bernard C., Riou S., 2003, *Production de connaissances et innovation : positionnement et enjeux pour la MIAT Bassin Parisien* ; Rapport final, Saint-Etienne, 118 p.

Matthiesen C., Schwarz A., Find S., 2006, "World Cities of Scientific Knowledge: Systems, Networks and Potential Dynamics. An Analysis Based on Bibliometric Indicators", *Urban Studies*, Vol. 47, No.9. DOI <https://doi.org/10.1177/0042098010372683>

Nystuen J.D., Dacey M.F., 1961, "A graph theory interpretation of nodal regions", *Papers and Proceedings of the Regional Science Association*, Vol. 7, 29-42.

Paulus F., 2007, "Trajectoires économiques des villes françaises entre 1962 et 1999", in : Pumain D., Mattéi M.-F. (coord.), *Données Urbaines 5*, Paris, Anthropos, 211-223.

Pumain D., Swerts E., Cottineau, C., Vacchiani-Marcuzzo C., Ignazzi A., Bretagnolle A., Delisle F., Cura R., Lizzi L. et Baffi S., 2015, "Multilevel comparison of large urban systems", *Cybergeo: European Journal of Geography*, No.706. DOI : 10.4000/cybergeo.26730

Pumain D., 2000, "Settlement systems in the evolution", *Geografiska Annaler: Series B, Human Geography*, Vol.82, No.2. 73-87. <http://www.jstor.org/stable/491066>

Sanders L., 1997, "Durability of settlements systems: a long term perspective", *Cybergeo: European Journal of Geography* No.31, 10 p. DOI : 10.4000/cybergeo.1547

Spiekermann K., Wegener, M., 2008, "The shrinking continent: accessibility, competitiveness and cohesion". in: Faludi A. (ed): *European Spatial Research and Planning*. Cambridge, MA, Lincoln Institute of Land Policy, 115-140.

Taylor P. J., Walker D. R. H., Beaverstock J. V., 2002, "Firms and their Global Services Networks" in: Sassen S. (ed), *Global Networks, Linked Cities*, New York, Routledge, 93-115.

Taylor P. J., 2004, *World city network A global urban analysis*, London, Routledge, 256 p.

Vandermotten C., 2009, "Les villes qui gagnent, les villes qui perdent. Forces et faiblesses des régions métropolitaines européennes", *Futuribles*, No.354. DOI: 10.1051/futur/200935461

Veltz P., 1996, *Mondialisation, villes et territoires*, Paris, PUF, 262 p.