



XLV colloque de l'ASRDLF
Rimouski
25-27 août 2008

TERRITOIRES ET ACTION PUBLIQUE TERRITORIALE : NOUVELLES RESSOURCES POUR LE DEVELOPPEMENT REGIONAL

LOGIQUES RETICULAIRES DANS L'ORGANISATION METROPOLITAINE EN REGION PROVENCE ALPES COTE D'AZUR

Giovanni FUSCO, Fabrice DECOUPIGNY
Université de Nice-Sophia Antipolis
UMR 6012 ESPACE

giovanni.fusco@unice.fr, fabrice.decoupig@unice.fr

Résumé : *Les processus de métropolisation sont en train de restructurer l'organisation territoriale de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur. Les hiérarchies urbaines héritées du passé, s'affaiblissent et se transforment pour intégrer des nouvelles logiques réticulaires. Cet article propose une suite méthodologique pour l'analyse des nouvelles logiques spatiales, fondée sur la matrice des mobilités domicile-travail : analyse des hiérarchies dans les réseaux urbains, analyse de la polarisation des flux et de l'attractivité nette des pôles urbains, analyse de l'acheminement des flux. Ces analyses permettent de mettre en évidence les caractéristiques principales des réseaux métropolitains régionaux en 1999. Quatre principaux noyaux métropolitains émergent : Aix-Marseille, Toulon, Avignon et Nice-Cannes. Les aires d'influences métropolitaines sont bien différenciées et possèdent peu d'espaces communs. Les deux principales hiérarchies métropolitaines, celles de Marseille et de Nice, montrent également des différences importantes en termes de morphologie réticulaire. Les perspectives de développement futur de ces analyses sont présentées en conclusion de l'article.*

Mots clés : *Métropolisation, Réseaux de Villes, Hiérarchies Urbaines, Navettes Domicile-Travail, Région Provence-Alpes-Côte d'Azur*

Abstract: *The metropolisation process is restructuring the spatial organisation of the Provence-Alpes-Côte d'Azur Region (South-Eastern France). Urban hierarchies inherited from the past are weakening. They are progressively integrating new network logics. This article proposes a methodological sequence of analyses for the new spatial logics, based on a matrix of commuting flows. That is, the analysis of the hierarchies within the city networks, the analysis of the polarisation of flows and of the net attractiveness of cities, the analysis of flow assignments on the road network. These analyses highlight the main features of the regional metropolitan networks in 1999. Four main metropolitan cores emerge: Aix-Marseilles, Toulon, Avignon and Nice-Cannes. The metropolitan influence areas are clearly distinct and have few overlaps. The two main metropolitan networks, around Marseilles and Nice, present important morphological differences. Perspectives for future development for the proposed analyses are discussed at the end of the article.*

Key-words : *Metropolisation, City Networks, Urban Hierarchies, Commuter Trips, Provence-Alpes-Côte d'Azur Region*

Classification : JEL R00, R12

Introduction

Les processus de métropolisation qui affectent un nombre croissant de régions urbaines européennes prennent appui sur les réseaux de villes existants (Pumain et Saint-Julien 1996, Leroy 2000, Agences d'Urbanisme 2001, Decoupigny et Fusco 2007). Ces derniers vont constituer des systèmes de villes dans lesquels les principaux pôles urbains sont en interaction mutuelle pour s'échanger différents types de flux (informations, mobilités résidentielles, navetteurs, marchandises...). Ces ensembles de villes constitués en réseaux vont avoir successivement leurs propres dynamiques dont les différents pôles urbains seront les vecteurs (Pumain 1982, 1994). L'espace réticulaire sur lequel se fonde la métropolisation se construit ainsi sur des « villes d'un même territoire » (Pumain 1994).

La nouvelle organisation territoriale fait donc émerger des réseaux métropolitains dominés par les plus grandes villes. Une métropole sera bien sur la grande ville autour de laquelle gravite un certain nombre d'espaces urbains, mais elle sera aussi un territoire réticulaire pouvant s'étendre sur plusieurs périmètres administratifs et organiser des espaces aux fonctions et aux tailles différentes : villes moyennes, vastes zones loisirs, espaces naturels classés, espaces ruraux, petits villages...

Dès lors, lorsque l'on considère qu'il existe une dynamique des systèmes de villes (Pumain, Sanders, Saint Julien 1989), il est nécessaire de considérer que l'une des propriétés majeures de ces systèmes est l'organisation hiérarchique qui structure les interactions entre les villes.

Cette hiérarchisation va aussi induire des polarisations et des centralités qui seront plus ou moins fortes en fonction de la localisation des pôles dans le réseau métropolitain. De plus, les systèmes de villes que forment les métropoles vont être soumis à un processus de spécialisation qui va renforcer certaines polarisations. On voit ainsi des espaces métropolitains connaître des spécialisations fonctionnelles (zones résidentielles, industrielles, commerciales, loisirs, naturels...) qui vont à leur tour renforcer ces polarisations.

Dans ces conditions, il est intéressant de s'interroger sur le fonctionnement et la constitution des réseaux urbains hiérarchisés lorsque un processus de métropolisation colonise un territoire régional. Ces processus de métropolisation (mise en réseau, concentration et appropriation territoriale) induisent une complexification des réseaux urbains hérités du passé qui sera amplifiée par le renforcement du pouvoir de domination des grandes villes et par la mise en réseaux de pôles métropolitains de différents niveaux. Cet ensemble de villes constitue, à termes, des structures métropolitaines multipolaires et polycentriques (DATAR 2000).

On voit bien alors que la dynamique des métropoles va être intimement liée aux propriétés spatiales de ces réseaux de villes et aux interdépendances des pôles urbains. Ainsi la morphologie des réseaux (Baptiste 2003) est susceptible d'introduire des variations dans l'évolution d'un réseau de villes. La position d'une ville dans un réseau peut ainsi connaître des variations (ouverture d'un axe de communication) susceptibles d'introduire des changements internes (accessibilité, attractivité...) dans le fonctionnement et l'organisation territoriale en faisant émerger des polarisations secondaires.

Cette dynamique liée à la morphologie des réseaux qui structurent les systèmes de villes (taille, étendue, densité du semis de villes et distance réseau) va avoir pour conséquence de transformer plus ou moins durablement certaines hiérarchies urbaines comme nous avons pu le constater avec la massification de l'utilisation de la voiture qui eu pour conséquence l'hypertrophie des zones commerciales en périphérie capables aujourd'hui d'offrir des services jusqu'à là réservés aux centres-villes (Wiel 1999).

Dans le cadre des travaux des recherches actuellement menées à l'équipe de Nice de l'UMR ESPACE (PREDIT 3, projet « Métropolisation et mobilités »), nous allons exposer des premiers résultats obtenus pour le territoire régional de Provence-Alpes-Côte d'Azur (PACA).

Cette région est particulièrement intéressante car elle a connu, au cours de ces dernières décennies, l'émergence de deux structures métropolitaines multipolaires (Decoupigny 2005, Fusco 2005, Decoupigny et Fusco 2007) : la métropole provençale (Aix-Marseille, Toulon et à terme vers Avignon) et la métropole azurée (Nice-Monaco-Antibes-Cannes). Il faut également associer à ces processus de métropolisation, un arrière pays (espace sud alpin) qui bien qu'il soit à l'écart des espaces réticulaires métropolitains, voit son territoire de plus en plus sous influence de ces métropoles. Cela se traduit par une augmentation des résidences secondaires (75 à 90% des logements sont des résidences secondaires en fonction des lieux) et une hausse des flux pendulaires.

Dans ce présent travail, nous nous efforcerons d'analyser les hiérarchies des centres urbains qui caractérisent aujourd'hui l'organisation métropolitaine de l'espace régional de PACA et de voir de quelles manières ces hiérarchies façonnent les réseaux métropolitains émergents. L'objectif est de parvenir à la détection des nouvelles logiques réticulaires dans l'organisation territoriale de la région PACA et à la délimitation spatiale des aires d'influence des centres métropolitains qui structurent ces réseaux.

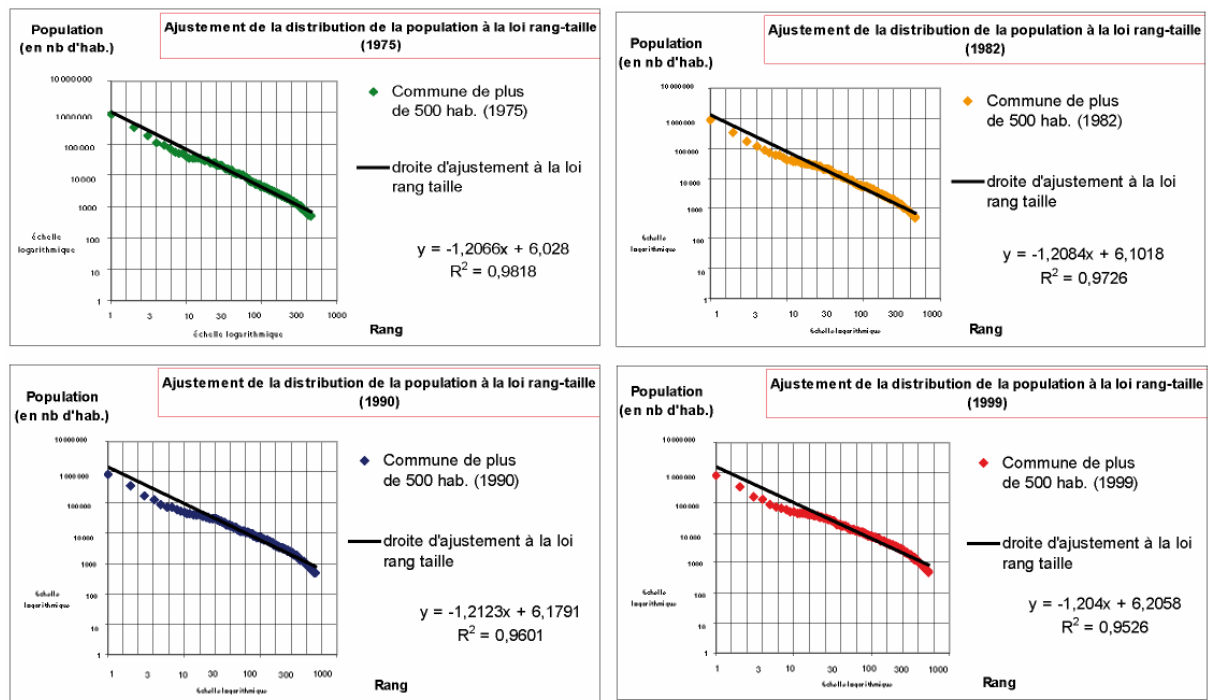
1. Une hiérarchie urbaine qui s'éloigne des modèles conventionnels

Depuis les travaux pionniers de Lotka (1941) et de Zipf (1949), une approche bien établie en littérature pour l'analyse d'une hiérarchie de centres est celle de la distribution de la loi rang-taille. Dimou et Schaffar (2007) proposent une intéressante synthèse récapitulative des principaux travaux empiriques conduits au cours des trente dernières années pour tester la validité de la loi rang-taille. La loi rang-taille permet de comparer la distribution empirique des centres urbains d'une aire d'étude à une distribution théorique qui relève en dernière instance de la loi de Pareto. Elle fournit par ce biais la possibilité d'évaluer globalement une hiérarchie de centres. Dans sa forme la plus connue, elle s'exprime de la façon suivante :

$$P_i = K r_i^{-q}$$

où P_i est la population de la ville de rang r_i ; K est la population de la plus grande ville dans l'aire d'étude et q est l'indice de hiérarchisation de la distribution. L'application du modèle de la loi rang-taille à un système urbain permet autant de déterminer l'indice de hiérarchisation propre au système étudié que d'évaluer la qualité de l'ajustement du modèle à la réalité. Dans ce cas on s'intéressera en particulier à la qualité globale de l'ajustement (évaluée par le coefficient de détermination de la régression) et surtout aux écarts au modèle (détermination de éléments de la hiérarchie urbaine qui se détachent le plus du modèle théorique). En ce sens, il est particulièrement instructif de suivre l'évolution au cours du temps de l'ajustement du modèle de la loi rang-taille à un système urbain donné.

L'application de la loi rang-taille aux communes de la région PACA (y compris la Principauté de Monaco) pour les quatre derniers recensements de la population donne ainsi des indications intéressantes. En 1975, les communes de plus de 500 habitants de l'aire d'étude s'ajustent particulièrement bien sur la droite de la loi rang-taille ($R^2 = 0,98$). L'indice de hiérarchisation (q) est égal à 1,20, signe d'une hiérarchisation relativement accentuée (Pumain et Moriconi-Ebrard 1997, Dimou et Schaffar 2007). Cet indice reste stable au cours du temps. En revanche, la hiérarchie des centres de la région PACA s'éloigne progressivement du modèle de la loi rang-taille ($R^2 = 0,97$ en 1982, 0,96 en 1990 et 0,95 en 1999). Les écarts les plus importants à la droite d'ajustement s'observent dans la partie sommitale de la hiérarchie urbaine : les 10-15 plus grandes villes régionales tendent à avoir moins de population que ce que le modèle prévoit.



G. Fusco UMR ESPACE 2008

Figure 1 – La loi rang-taille en région PACA 1975-1999.

Notre hypothèse de travail est que l'éloignement croissant de la hiérarchie urbaine régionale du modèle de la loi rang-taille est à mettre en relation avec le processus de métropolisation. Paradoxalement, l'affaiblissement démographique (au moins d'un point de vue relatif) des plus grandes villes régionales peut aller de pair avec le renforcement de leur pouvoir de domination sur l'espace régional. L'émergence de nouvelles structures métropolitaines peut en effet se faire par la complexification des réseaux hiérarchisés des villes. On évolue vers un modèle d'organisation urbaine où les plus grandes villes, devenues pôles métropolitains, peuvent étendre leur influence par l'intégration dans leurs réseaux d'un nombre croissant de villes petites et moyennes servant de relais à l'influence métropolitaine. Dans ce nouveau schéma de développement territorial, le renforcement démographique des villes-centres n'est plus une condition nécessaire à l'organisation hiérarchique du territoire. De surcroît, la possibilité de former des structures métropolitaines multipolaires dans une région ayant hérité de son histoire un semis urbain relativement dense, diminue ultérieurement le besoin de grandes concentrations démographiques dans les positions sommitales de la hiérarchie urbaine. Les plus grandes villes de la région PACA peuvent ainsi donner lieu à des réseaux métropolitains et ensemble élargir spatialement leur domination sur le territoire régional. Cette brève analyse de l'organisation urbaine de Provence-Alpes-Côte d'Azur par rapport à la loi rang-taille, met en évidence le besoin d'une nouvelle approche dans l'analyse des hiérarchies urbaines régionales. La nouvelle approche doit être capable de spatialiser les hiérarchies urbaines dans le territoire régional et d'appréhender le fonctionnement des réseaux hiérarchisés de villes par le biais des relations fonctionnelles (et en particulier des flux échangés) qui justifient les hiérarchies. Il s'agit d'une première étape vers la détermination et l'analyse des structures réticulaires métropolitaines dans un territoire régional. Une nouvelle approche à l'analyse des hiérarchies urbaines de la région PACA sera ainsi proposée dans les sections suivantes à partir des données de mobilité entre les communes de l'aire d'étude.

2. Les hiérarchies urbaines issues des matrices d'interaction spatiale

L'analyse des hiérarchies des centres urbains à partir des données de mobilité repose sur la théorie des "flux dominants" proposée en premier lieu par Nystuen et Dacey (1961) et successivement développée par plusieurs auteurs (Kipnis 1985, Rabino et Occelli 1997, Bottazi et Rabino 2006).

Le point de départ de l'analyse est une matrice d'interaction spatiale entre l'ensemble des unités spatiales de l'aire d'étude, par exemple la matrice des navettes domicile-travail (mobilité quotidiennes) ou la matrice des résidences antérieures (mobilité résidentielles), produites à partir des recensements de la population. Un critère de masse est choisi pour déterminer le rang *a priori* de chaque unité spatiale (la population, l'emploi ou le total des flux absorbés sont les paramètres les plus couramment utilisés). Ensuite, c'est la structure des flux échangés entre les unités spatiales qui détermine la hiérarchie entre centres. Un centre est dominé quand il envoie son flux maximal vers un centre de rang plus élevé. L'approche retenue tient également compte de la significativité du flux (Kipnis 1985, Rabino et Occelli 1997) : seulement à partir d'un certain seuil absolu et d'un certain seuil relatif (comme pourcentage des flux émis ou de la population à l'origine), le flux maximal vers un centre de rang supérieur est considéré comme étant significativement dominant.

Il est ainsi possible d'extraire de la matrice d'interaction spatiale un graphe primaire, correspondant à la hiérarchie de centres de l'espace étudié. Le graphe est rarement totalement connecté. Plusieurs unités spatiales aux effectifs très réduits peuvent ainsi être banalement indépendantes (elles n'envoient pas de flux significatifs par rapport au seuil absolu retenu). L'arborescence restante peut à son tour avoir comme origine un seul centre dominant l'ensemble de l'espace étudié. Elle peut également être éclatée en plusieurs sous-réseaux hiérarchiques dépendants de différents centres dominants.

On peut assigner un niveau hiérarchique également aux unités spatiales qui ne sont pas centres dominants. Ici, deux logiques sont possibles. La première considère le niveau selon la dépendance du niveau supérieur. Seront ainsi des centres de second niveau ceux qui dépendent directement des centres de premier niveau (les centres dominants). On peut de la même façon définir tous les autres niveaux de la hiérarchie territoriale (figure 2a). Dans l'analyse des réseaux métropolitains, cette logique privilégie la proximité réticulaire à l'hyper-centralité dans l'appréhension de la position relative des centres (une commune de banlieue directement dépendante d'un centre dominant sera ainsi une commune de second niveau). De surcroît, cette logique assigne le même niveau à tous les centres dominants.

La seconde logique prend en compte le pouvoir de domination de chaque unité spatiale. Le dernier niveau hiérarchique est celui des unités spatiales qui n'en dominent aucune autre. Le niveau supérieur est constitué par celles qui dominent les unités du dernier niveau, et ainsi de suite, jusqu'à atteindre les centres dominants (figure 2b). La logique du pouvoir de domination permet de différencier le niveau hiérarchique des centres dominants, car le niveau dépend de la complexité de l'arborescence qui est subordonnée à chaque centre dominant. On pourra ainsi avoir des centres dominants de premier, de second, de troisième niveau, etc.

Projetés dans l'espace géographique, les topologies réticulaires issues des algorithmes ainsi envisagés, peuvent être utilisés pour appréhender l'étendue spatiale et la configuration des réseaux urbains produits par les processus de métropolisation.

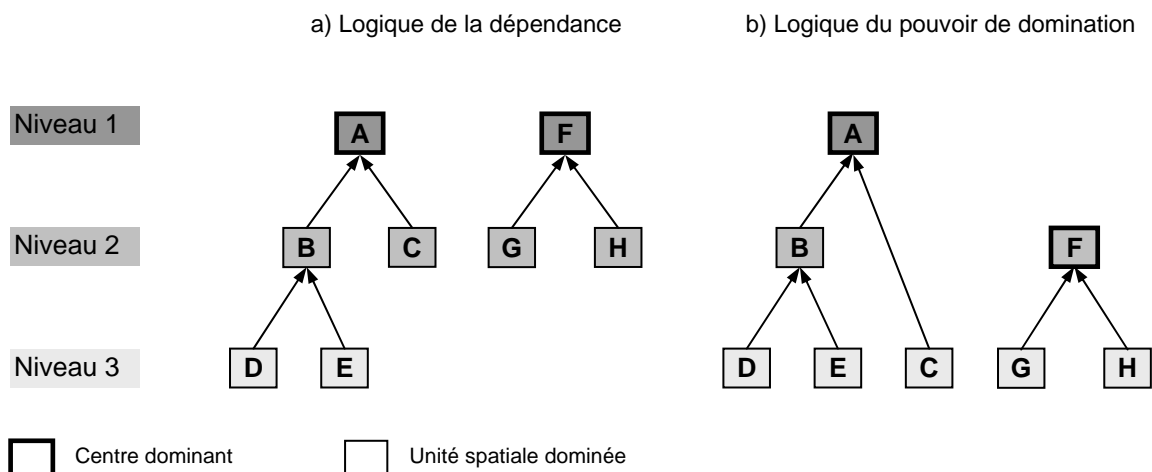


Figure 2 – Les logiques d’assignation des niveaux dans la hiérarchie territoriale.

3. Application à l’espace régional de Provence-Alpes-Côte d’Azur

3.1 La hiérarchisation des réseaux urbains

Afin d’explorer l’organisation réticulaire de la métropolisation en région Provence-Alpes-Côte d’Azur, nous avons appliqué les algorithmes d’analyse des hiérarchies urbaines aux données des mobilités quotidiennes domicile-travail de 1999. Pour pouvoir intégrer le rôle incontournable de Monaco dans la structuration de la métropole azurienne, les données issues du RGP INSEE ont été ainsi complétées par celles issues du recensement de la population de la Principauté de Monaco de 2000.

En 1999, les 963 communes de l’aire d’études s’échangeaient 710 000 navetteurs, repartis sur 47 538 relations différentes. Avec un seuil absolu de cinq navetteurs et un seuil relatif de 2% de la population résidente, seulement 839 de ces relations sont retenues en tant que relations significativement dominantes. Or, ces 839 relations expliquent à elles seules presque un tiers (32,1%) des flux de navetteurs dans l’aire d’étude. Ce simple fait montre l’importance des relations hiérarchiques directes dans l’organisation réticulaire de la région PACA.

Les réseaux urbains définis par les relations dominantes peuvent être analysés à l’aide des deux logiques d’assignation des niveaux hiérarchiques (figure 2). Les résultats de ces analyses sont illustrés dans les cartes et les diagrammes des figures 3, 4 et 5. Indépendamment de la logique employée, on remarquera le nombre extrêmement limité de relations dominantes sortant de l’aire d’étude. Les deux logiques apportent des regards complémentaires pour appréhender la réalité territoriale de PACA. Elles aboutissent clairement à deux distributions fort différentes des niveaux hiérarchiques au sein des mêmes arborescences de domination urbaine (figure 5).

La logique de domination (figure 3) porte l’accent sur les centres dominants et donc sur les unités spatiales qui sont tête de réseau. Il s’agit probablement de la vision plus classique (Rabino et Occelli 1997), approprié pour l’analyse d’un espace urbain relativement homogène et donc capable de reproduire des sous-réseaux hiérarchiques relativement comparables dans l’ensemble du territoire régional, comme dans le cadre des modèles christalleriens.

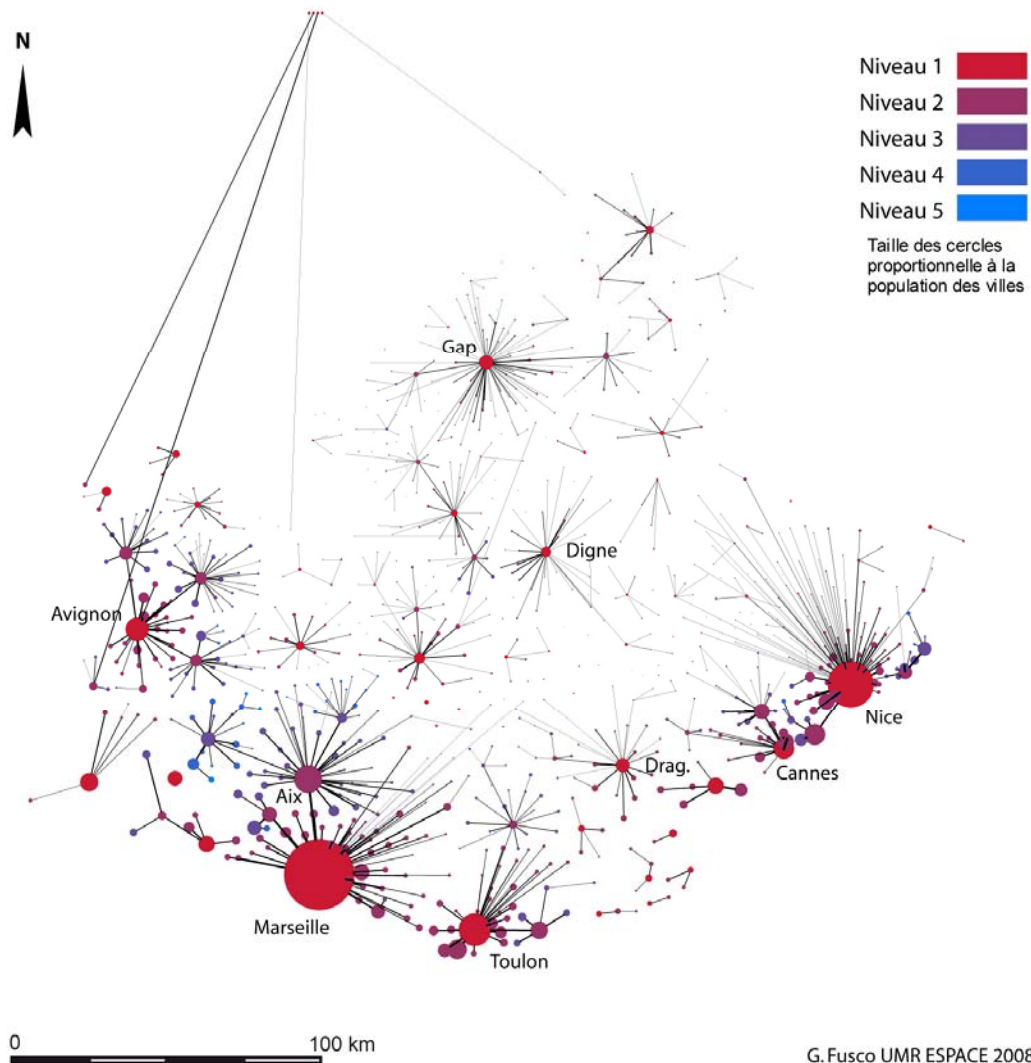


Figure 3 – La hiérarchie urbaine en région PACA selon les flux domicile-travail de 1999 (logique de la dépendance).

En ce qui concerne l'espace régional de PACA, cette logique repère plus de cent-vingt centres dominants (tous correspondants au premier niveau de la hiérarchie, figure 5). La plupart d'entre eux sont simplement des unités spatiales autonomes ; c'est le cas de nombreux petits villages dans l'espace alpin et préalpin, mais également de la ville d'Istres dans l'aire marseillaise, ville caractérisé par la présence d'une importante base militaire, et par conséquent relativement peu intégrée dans le fonctionnement métropolitain environnant. Trois sous-réseaux se détachent clairement autant pour l'emprise spatiale que pour la taille des villes concernées : Marseille, Nice et Avignon. Les réseaux autour de Cannes et Toulon sont moins étendus, mais incluent des villes importantes. Le réseau organisé par la ville de Gap, dans l'espace alpin, est spatialement étendu mais ne concerne que des petits villages autour de la ville-centre. Quelques petits réseaux viennent compléter l'organisation urbaine régionale tant dans la bande littorale (Fréjus, Draguignan, Martigues, Arles) que dans l'espace alpin et préalpin (Briançon, Digne, Sisteron, Manosque) ainsi que dans le Vaucluse (Apt, Vaison-la-Romaine, Valréas). L'espace du massif des Maures, sur la côte varoise, est morcelé dans des nombreux petits sous-réseaux ressemblant deux à cinq communes chacun.

La logique du pouvoir de domination (figure 4) permet de prendre en compte la « profondeur » des hiérarchies urbaines. Elle aboutit sur la mise en évidence des véritables centralités métropolitaines (Marseille, Nice, mais également Avignon, Toulon, Cannes), capables de dominer des vastes sous-espaces. Seuls les réseaux autour de Gap, Briançon et Draguignan ont une profondeur comparable à celle de ces réseaux métropolitains. En même temps, une différenciation est opérée parmi les pôles métropolitains : seulement Marseille est un centre dominant de niveau 1, Nice, Avignon, Toulon et Cannes constituant des centres dominants de niveau 2. La « profondeur » du réseau urbain marseillais est tout particulièrement renforcée par la présence du centre-relais de niveau 2 d'Aix-en-Provence. La logique du pouvoir de domination permet ainsi de cerner le rôle des centralités relais (Aix, Antibes et Monaco) structurant d'important sous-espace à la faveur des centres métropolitains dominants.

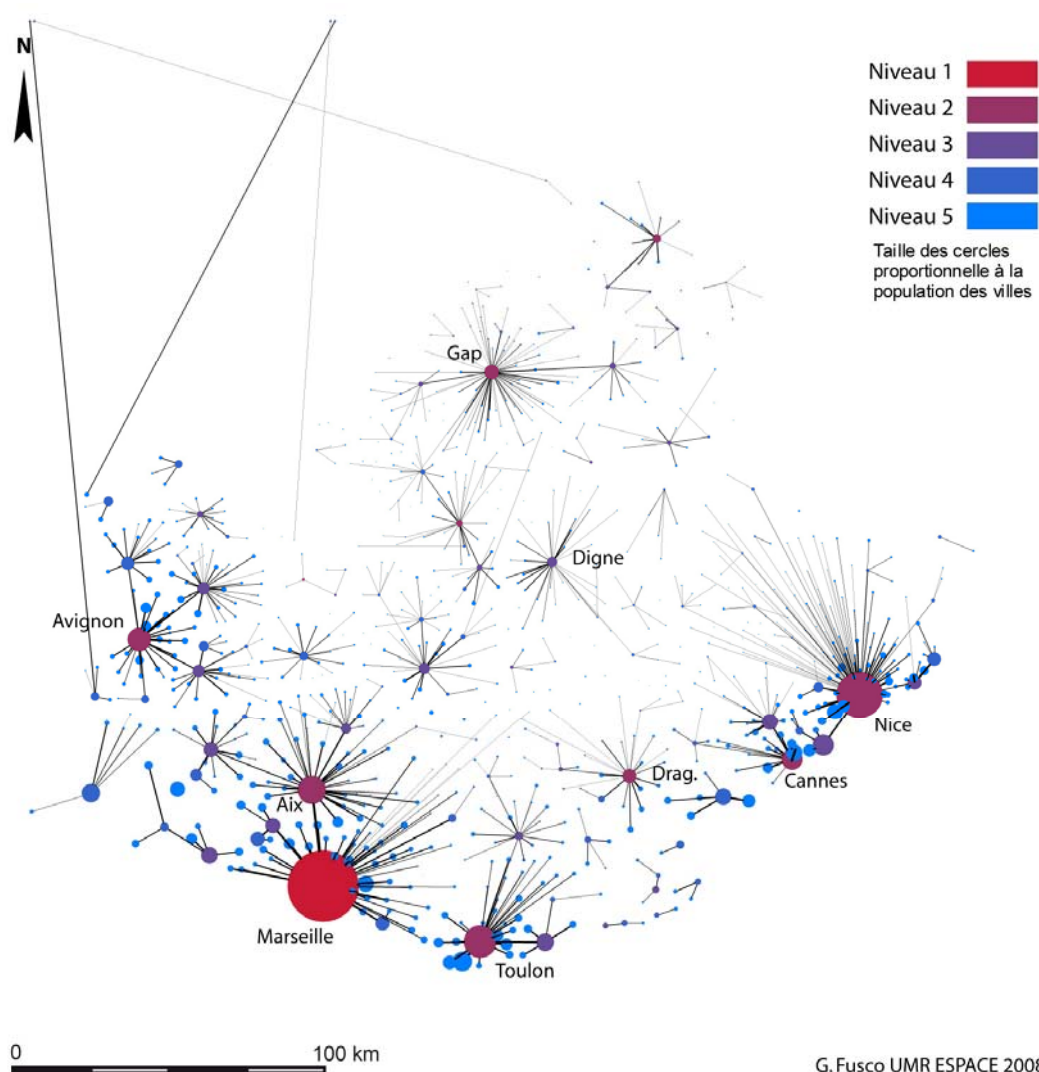


Figure 4 – La hiérarchie urbaine en région PACA selon les flux domicile-travail de 1999 (logique du pouvoir de domination).

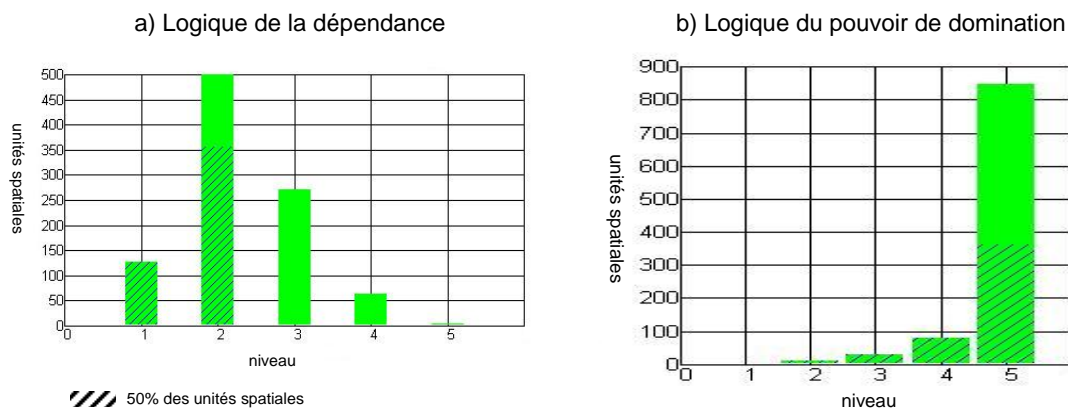


Figure 5 – Répartition des niveaux hiérarchiques en région PACA selon les flux domicile-travail de 1999.

On peut également observer une hiérarchie urbaine très bien relayée autour d'Avignon, où les villes moyennes d'Orange, Carpentras et Cavaillon constituent des relais efficaces pour la centralité avignonnaise.

La carte dans la figure 4 permet également de cerner les différences en termes de morphologie réticulaire entre les deux principales hiérarchies métropolitaines, celles de Marseille et de Nice. L'emprise spatiale de l'aire métropolitaine marseillaise s'associe autant sur la domination directe de Marseille sur un certain nombre de communes de banlieue et de villages périurbains, autant sur l'influence de pôles de second et de troisième niveau. Parmi ces derniers, Vitrolles dépend directement de Marseille, tandis que Salon et Pertuis dépendent d'Aix-en-Provence. On a globalement à faire avec une aire métropolitaine structurée de façon relativement complexe et permettant l'émergence de plusieurs centralités, surtout vers l'intérieur des terres. L'articulation de la hiérarchie métropolitaine est plus défaillante sur le littoral, où même Martigues semble échapper à l'influence marseillaise.

À l'opposé du cas marseillais, la hiérarchie métropolitaine niçoise vers son arrière-pays est très faiblement structurée et se limite à la gravitation directe de chaque petit village vers la ville-centre. Le réseau métropolitain niçois est en revanche mieux relayé le long du trait de côte, à l'Est (Monaco, Menton) et à l'Ouest (Antibes).

L'intérêt des résultats obtenus, ne doit pas faire oublier les limites de l'approche des flux dominants. Extraire l'arborescence des flux dominants revient en effet à identifier le squelette de l'organisation métropolitaine d'un territoire, squelette qui structure l'ensemble des autres relations spatiales. Cependant, pour rester dans l'analogie avec le corps humain, d'autres importants éléments de connexions sont omis (tendons, muscles, cartilages, vaisseaux sanguins, etc.). Même s'ils ne portent pas de charge pondérale, ils contribuent de façon déterminante au fonctionnement de l'organisme.

L'oubli des relations autres que les flux dominants fait ainsi perdre de vue d'importantes interactions métropolitaines, surtout dans les structures métropolitaines multipolaires. Concevoir les sous-réseaux qui dépendent de Martigues et Toulon comme étant indépendant de Marseille ou celui de Cannes et plus à l'est, Fréjus et Draguignan, comme étant indépendant de Nice, pourrait ainsi être une limite de la méthode d'analyse employée. Les flux échangés entre l'ensemble des unités appartenant aux bassins cannois et niçois, par exemple, permettent de donner cohérence à une seule grande aire métropolitaine azurienne, même si aucun d'entre eux ne relève d'une relation dominante.

3.2 La polarisation des flux

Pour mettre les hiérarchies réticulaires trouvées dans le contexte de l'ensemble des mobilités inter-urbaines, nous avons cartographié tous les flux domicile-travail de 1999 entre les unités spatiales de la région PACA, à conditions qu'ils soient supérieurs à un certain seuil relatif. Le seuil de 5% de population active de la commune de départ (figure 6 en haut) correspond approximativement au seuil de 2% calculé sur la population résidente et précédemment employé pour déterminer la significativité des flux dominants.

La superposition de toutes les relations significatives (et pas seulement des relations dominantes) sur le support cartographique, permet de cerner de façon qualitative l'émergence d'aires métropolitaines caractérisées par une forte densité de relations.

En 1999 l'aire métropolitaine azurée intègre déjà l'ensemble du littoral des Alpes-Maritimes, de Menton à Cannes, et étend son influence à l'intérieur des terres sur l'ensemble du département. Les sous-réseaux de l'Est-varois (autours de Fréjus/Saint-Raphaël et de Draguignan) sont encore relativement moins intégrés à ce fonctionnement métropolitain.

Plus à l'ouest, l'aire métropolitaine d'Aix-Marseille élargit clairement son influence vers les centres urbains de l'étang de Berre et semble commencer à intégrer à son fonctionnement la basse vallée de la Durance (par le biais de flux de navetteurs attirés tant par Marseille que par Aix-en-Provence). Ici également, les sous-réseaux de l'Ouest-varois (autours de Toulon et de Brignoles) semblent encore être relativement autonomes par rapport à ce fonctionnement métropolitain.

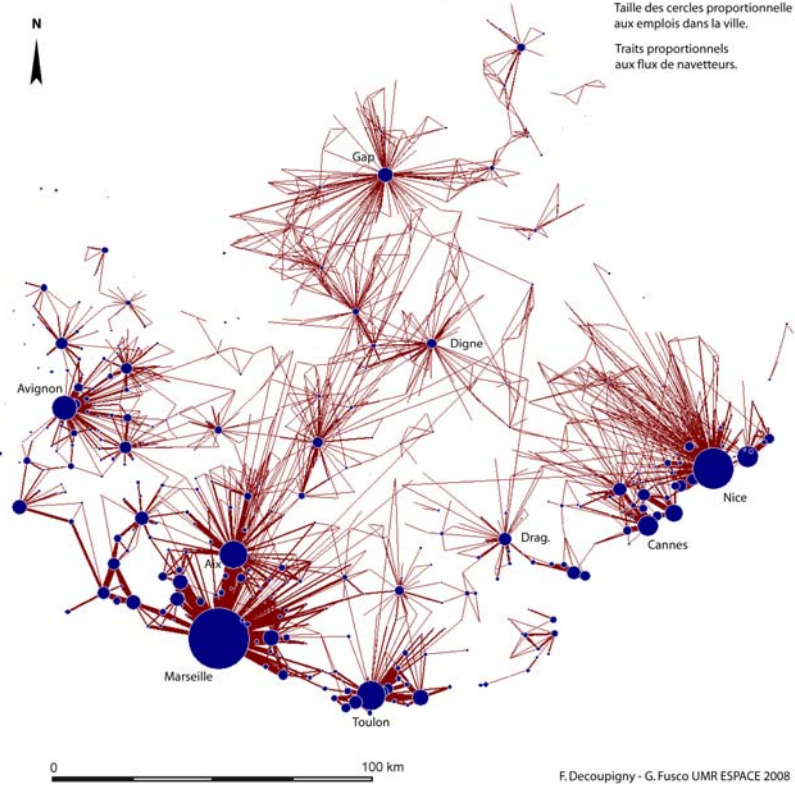
Au nord, le territoire vauclusien est bien structuré par le centre dominant d'Avignon et ses villes relais. Enfin, dans l'espace alpin, Gap, Briançon, Dignes, Sisteron et Manosque polarisent des nombreux flux vers eux. Les relations sont clairement moins partagées par rapport à celles des figures 3 et 4, car plusieurs villages à la périphérie des aires d'attraction de ces centres urbains envoient des flux significatifs vers différents centres.

La cartographie de l'ensemble des flux significatifs rajoute de nombreux flux « transversaux » entre villes et villages dominés par les centres urbains majeurs. Elle rajoute également quelques connexions essentielles de type anti-hiérarchique et inter-hiérarchiques entre pôles métropolitains. Les premières sont des relations allant vers des centres plus petits que le centre de départ (comme c'est le cas du flux allant de Cannes à Antibes) ; les secondes sont des relations qui vont d'un centre dominé vers le centre dominant d'un autre sous-réseau (comme c'est le cas du flux allant d'Antibes vers Cannes). Ces quelques connexions manquantes dans les flux dominants permettent par exemple d'appréhender le fonctionnement métropolitain intégré autour de l'étang de Berre.

Une façon d'épurer la carte des mobilités quotidiennes de 1999 est celle de relever le seuil de significativité des flux (figure 6, en bas). Cette carte est effectivement particulièrement proche à la carte des flux dominants de la figure 3, avec quelques différences significatives. Quelques connexions intra-métropolitaines sont ainsi perdues, comme celle entre Antibes et Nice et entre Monaco et Nice sur la Côte d'Azur, ainsi que celle entre Avignon et Cavaillon dans le Vaucluse. Pour le reste, cette carte permet de mettre en évidence les mêmes particularités des configurations réticulaires des aires métropolitaines marseillaise et niçoise, ainsi que le réseau urbain vauclusien et l'organisation autour de petites villes de l'espace alpin.

Globalement, la structure en étoile des échanges de navetteurs entre les communes, observables avec une portée spatiale différente sur les deux cartes de la figure 6, montrent que le territoire régional est structuré autour de quatre principaux noyaux métropolitains : Aix – Marseille, Toulon, Avignon et Nice-Cannes. L'espace métropolitain azuréen, autour de Nice et Cannes est particulièrement éloigné des autres trois. Des pôles urbains mineurs organisent l'espace alpin et préalpin, laissant peu d'espaces résiduels hors du pouvoir de polarisation d'un centre (c'est le cas du massif des Maures sur la côte varoise).

Flux supérieurs à 5% des actifs de chaque commune pour les navettes domicile-travail de 1999



Flux supérieurs à 10% des actifs de chaque commune pour les navettes domicile-travail de 1999

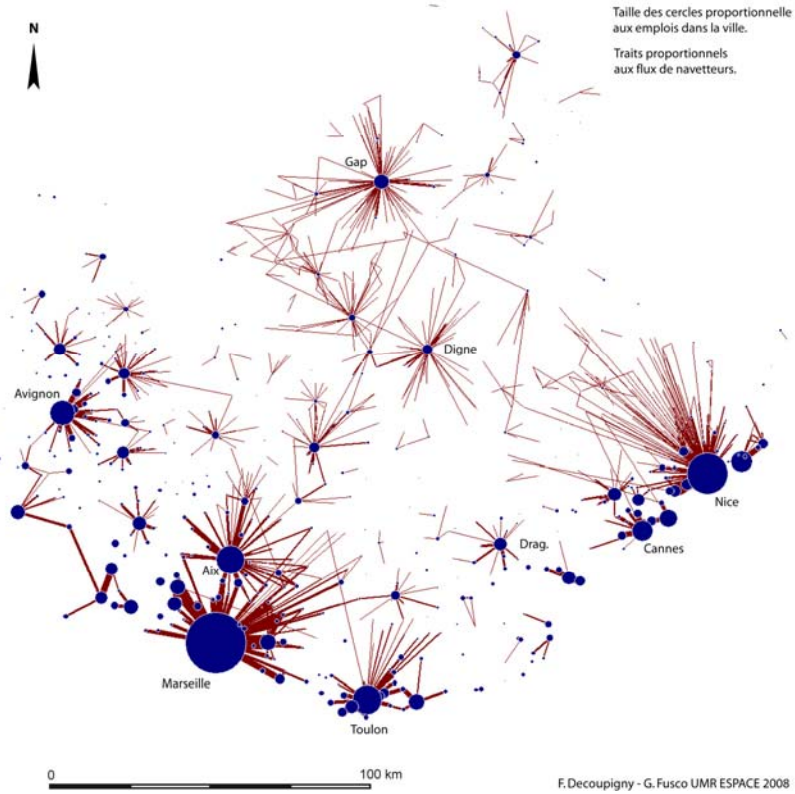


Figure 6 – Les flux significatifs domicile-travail en région PACA en 1999.

Les deux cartes de la figure 6, montrent aussi que les aires d'influences métropolitaines sont bien différenciées et qu'elles possèdent peu d'espaces communs. Ainsi, entre l'aire métropolitaine d'Aix-Marseille et les bassins polarisés par Toulon et Avignon, les échanges sont relativement faibles. De même, l'aire métropolitaine azurée (bassins niçois et cannois confondus) échange peu de flux avec les pôles urbains voisins.

Même à l'échelle intra-métropolitaine les différentes villes-centres semblent polariser de façon presque exclusive leurs sous-bassins. On peut constater que les flux de navetteurs sortant des communes périphériques sont attirés presque exclusivement par un seul centre (ville-centre dominante comme Nice, Toulon, Avignon ou Marseille ou ville-centre relais comme Aix, Monaco, Orange ...).

Ce résultat est intéressant car il laisserait supposer, que en région PACA en 1999, les espaces métropolitains possédait encore des aires d'influences bien distinctes. Dans l'espace alpin et dans le centre-Var, des pôles urbains plus ou moins isolés comme le montrait déjà la figure 3 (Sisteron, Gap, Digne, Draguignan) polarisent eux aussi de façon presque exclusive des bassins plus ou moins étendus.

3.3 L'attractivité nette des pôles

Lorsque l'on analyse l'attractivité nette des pôles urbains régionaux, appréhendée en tant que différentiel des flux de navetteurs entrants et sortants des communes (figure 7), nous observons que les deux principaux espaces métropolitains de la région PACA diffèrent considérablement. Le différentiel positif (en bleu dans la carte de la figure 7) signifie que la commune connaît des flux de navetteurs entrants plus importants que ceux qui sortent de la commune. Il s'agit des principaux pôles métropolitains ainsi que leurs pôles-relais et les pôles urbains isolés. Les communes ayant un solde migratoire négatif s'apparentent d'avantage à des « communes type dortoir ». En comparant la figure 7 avec les figures 3 et 4 des hiérarchies urbaines, ces communes correspondent presque toujours à des villes sous influence directes de leurs centres.

La carte de la figure 7 montre néanmoins un certain nombre de nouveautés. Ainsi, dans la métropole azurée, on observe un renversement de rôles entre Antibes (centre-relais de niveau 3 dans la carte 4) et Valbonne. Cette dernière, abritant l'essentiel de la technopole de Sophia-Antipolis, présente un solde de navetteurs bien plus important que celui de son supérieur hiérarchique (Antibes). De même, Monaco (niveau 3) montre un solde supérieur à Nice (niveau 2). En fin, la petite ville de Carros émerge comme centre secondaire attractif dans le proche arrière-pays. L'ensemble de l'espace métropolitain azuréen possède donc seulement 4-5 pôles au différentiel positif : Monaco, Nice, Cannes, Valbonne et, en mesure moindre, Carros.

La complexité de la structure multipolaire de l'aire métropolitaine d'Aix-Marseille est confirmée par la carte dans la figure 7. L'attractivité des deux centres principaux de Marseille et d'Aix est confortée par la présence d'une bonne dizaine de centres attractifs secondaires. Souvent il s'agit de pôles urbains de niveaux 3 ou 4 (par rapport aux hiérarchies définies dans la figure 4). Cependant, dans quelques cas (Aubagne et Gemenos à l'est de Marseille) des villes du dernier niveau hiérarchique (selon la logique du pouvoir de domination, cf. figure 4) peuvent constituer des pôles attractifs. La logique des niveaux hiérarchiques définis selon la dépendance (cf. figure 3) reprend son intérêt : Aubagne et Gemenos, directement dépendants de Marseille, constituent presque une extension de la centralité marseillaise.

En ce qui concerne les aires avignonnaise et toulonnaise, la configuration résultante des soldes de navetteurs confirme les résultats des cartes des hiérarchies urbaines et des polarisations des flux.

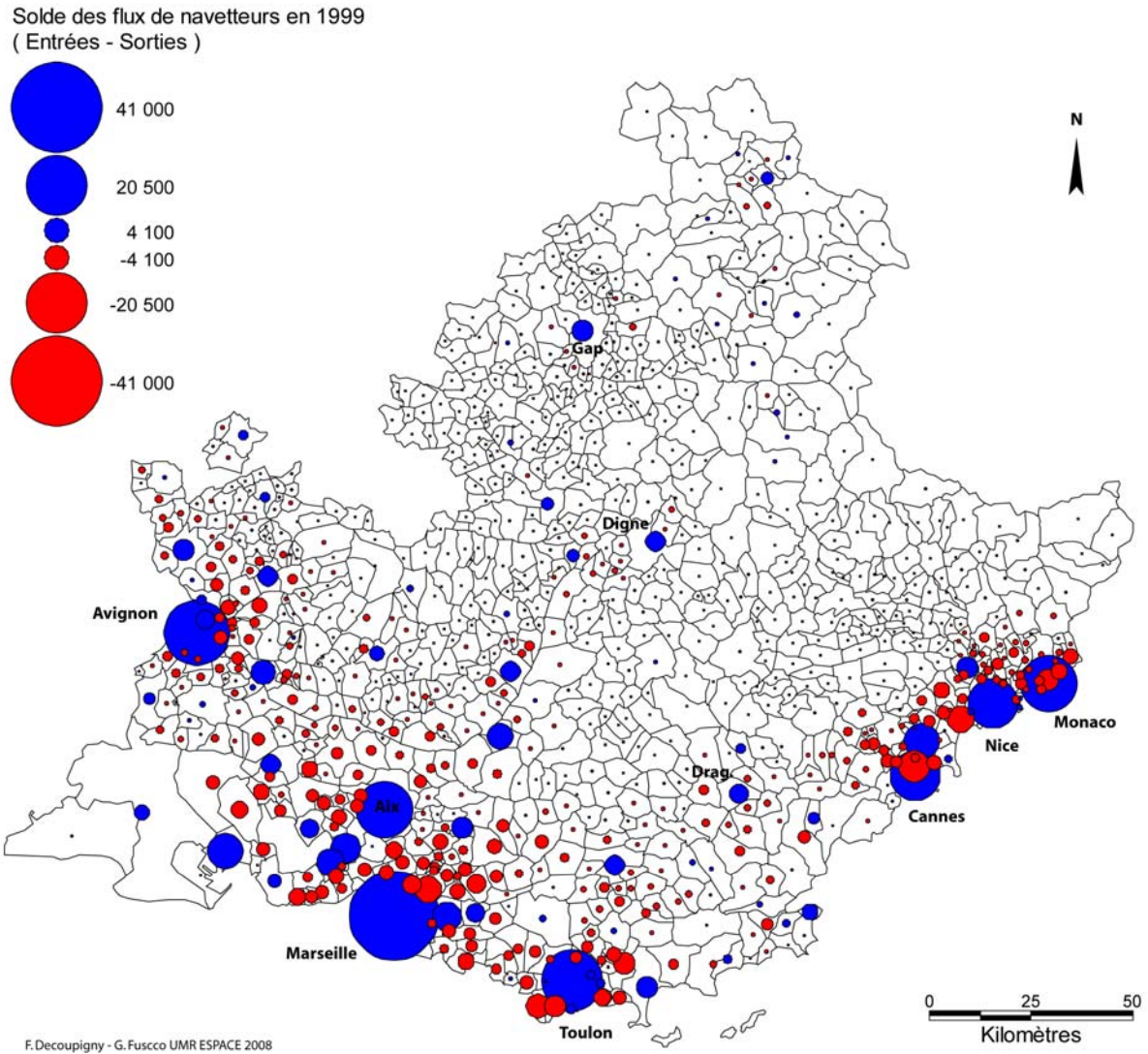


Figure 7 – Le solde des flux de navetteurs pour les communes de PACA en 1999

On remarquera cependant que si les cartes dans les figures 6 et 7 peuvent mettre en évidence la polarisation des flux par quelques centres dominants ou leur attractivité (en termes de solde entrées-sorties), elles ne fournissent pas un réseau hiérarchisé entre les centres de l'espace étudié. Seul l'algorithme d'extraction des flux dominants peut parvenir à ce résultat.

3.4 L'acheminement des flux

Les analyses des hiérarchies urbaines, de la polarisation des flux et de la capacité d'attraction permettent conjointement d'appréhender les réseaux urbains qui émergent des processus de métropolisation en région PACA. Elles font cependant abstraction des réseaux physiques constitués par les infrastructures de transport sur le territoire. Il devient dès lors intéressant de se pencher sur les configurations spatiales résultantes des cheminements pris par les flux de navetteurs sur le réseau infrastructurel régional.

La prépondérance des déplacements automobiles dans les échanges inter-communaux de navetteurs en région PACA¹ nous permet de nous focaliser sur le seul réseau routier. Pour cela, nous utiliserons un modèle de simulations de déplacements routiers (modèle FRED, Decoupigny 1998-2008, présenté in Mathis 2003) qui va nous donner le nombre de fois qu'un arc est utilisé pour tout chemin allant de toutes les communes vers toutes les autres. Ce calcul permet d'évaluer, sur l'ensemble des déplacements possibles des individus, la fréquence d'utilisation des chemins utilisés par les navetteurs.

Les simulations sont effectuées à partir de l'hypothèse que le chemin pour aller d'une commune à une autre est le chemin le plus court, et il est obtenu à partir d'une matrice des temps de parcours, calculée par l'algorithme de Floyd. La distance est exprimée en temps (minutes) et les conditions de circulation sont considérées fluides, les congestions de trafic ne sont donc pas pris en compte. Cette méthode d'analyse nous permet, en précisant les parcours domicile-travail, de voir les axes les plus fréquentés qui constituent l'épine dorsale des processus de mise en réseau des villes en ce qui concerne leur mobilité quotidienne.

Encore une fois, la carte dans la figure 8 apporte un regard complémentaire à l'analyse des réseaux urbains et métropolitains dans la région PACA. Confirmant la relative indépendance des réseaux métropolitains, l'axe autoroutier A7-A8 reliant Orange, Avignon, Aix-en-Provence, Draguignan, Cannes, Nice et Monaco n'est pas encore entièrement appropriée en tant que corridor métropolitain régional. Il l'est localement, comme d'autres infrastructures autoroutières.

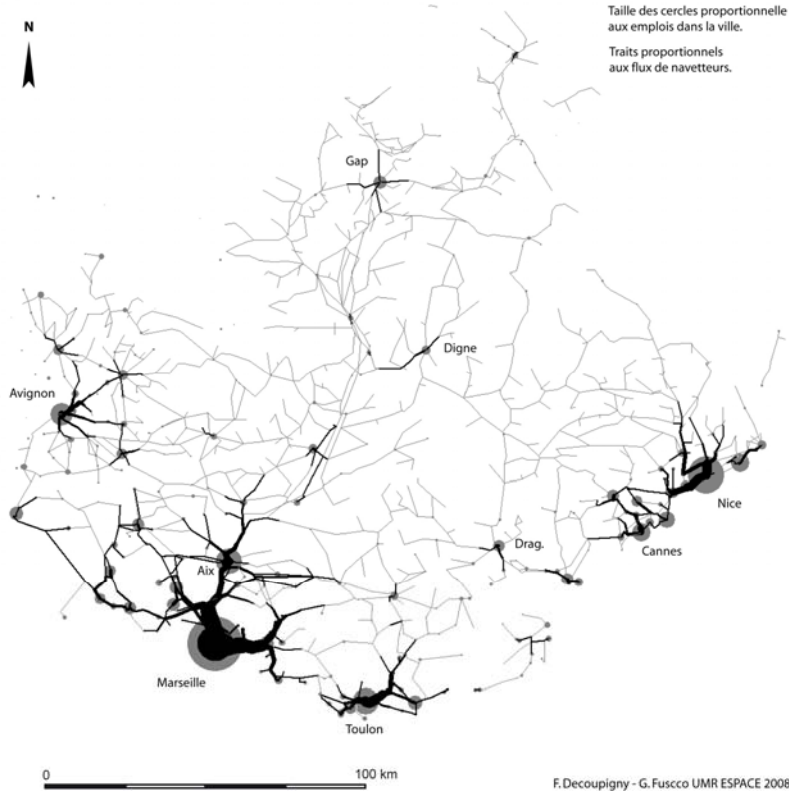
D'un point de vue morphologique, les axes routiers et autoroutiers structurant les flux métropolitains du bassin d'Aix-Marseille donnent lieu à une forme tentaculaire complexe. Un réseau relativement maillé entre les principaux centres urbains (Marseille, Aix, Aubagne, Salon, Marignane) produit une ramification plus ou moins accentuée en différentes directions vers l'espace périphérique sous influence métropolitaine.

Dans l'espace métropolitain azuréen, les flux se concentrent sur des axes donnant lieu à une morphologie beaucoup plus simple. On peut déceler un espèce de « T » renversé, avec une forte massification des flux sur l'axe Est-Ouest de l'autoroute littorale A8 et un seul véritable axe perpendiculaire de pénétration dans l'arrière pays, le long de la vallée du Var. En position stratégique sur cet axe, qui successivement donne lieu à une structure arborescente vers l'ensemble de l'arrière-pays des Alpes-Maritimes, se trouve le pôle de Carros. On peut ainsi mieux comprendre son attractivité (cf. figure 7).

L'espace avignonnais est quant à lui bien irrigué par une étoile de routes nationales et de tronçons autoroutiers, permettant la structuration presque cristalline du réseau urbain précédemment mis en évidence. On remarquera également la petite structure en « Y » couché de l'espace toulonnais, qui tend à se ramifier à l'est vers Hyères et au nord-est vers Cuers, mais qui ne se développe pas à l'ouest vers Marseille. Enfin, l'axe de la Durance structure les faibles flux de l'espace alpin. Débouchant sur l'espace polarisé par Aix-en-Provence, cet axe autoroutier se caractérise déjà comme canal préférentiel de l'extension de l'influence métropolitaine d'Aix-Marseille vers le nord.

¹ En 1999, 89% des flux inter-communaux en PACA se font en mode motorisé privés (automobile, véhicule utilitaire léger, deux-roues motorisés). A ce chiffre on rajoutera l'essentiel du 5% de déplacements qui se font en inter-modalité. De même, une partie du 4,5% des flux inter-communaux effectués en transports en commun emprunte le réseau routier.

Chemins empruntés par les flux supérieurs à 5% des actifs de chaque commune pour les navettes domicile-travail de 1999



Chemins empruntés par les flux supérieurs à 10% des actifs de chaque commune pour les navettes domicile-travail de 1999

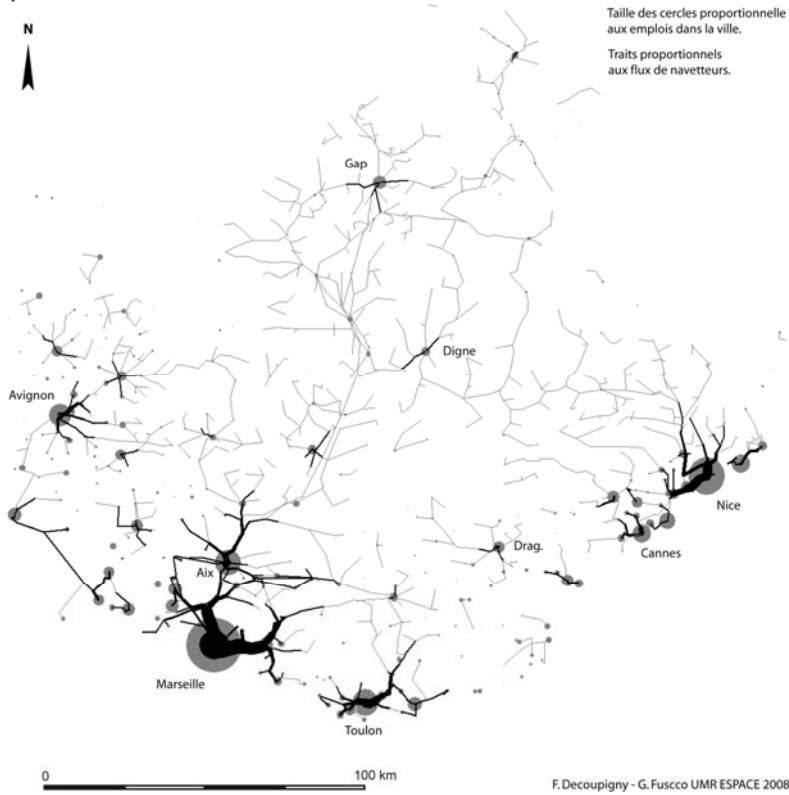


Figure 8 – Les chemins empruntés par les flux domicile-travail significatifs en région PACA en 1999.

5. Conclusions

Les processus de métropolisation sont en train de restructurer l'organisation territoriale régionale. Les hiérarchies urbaines hérités du passés, presque parfaitement appréhendées par la distribution de la loi rang-taille, s'affaiblissent et se transforment pour intégrer des nouvelles logiques réticulaires.

Pour relever les défis de l'analyse des nouvelles logiques spatiales, nous avons proposé une suite méthodologique précise fondée sur la matrice des mobilités domicile-travail entre les communes de la région PACA : analyse des hiérarchies dans les réseaux urbains (selon l'approche des flux dominants et deux logiques différentes dans la détermination des niveau hiérarchiques), analyse de la polarisation des flux et de l'attractivité nette des pôles urbains, analyse de l'acheminement des flux (par l'approche des chemins minimaux).

Globalement, par l'analyse des flux hiérarchiques dominants il est possible de mettre en évidence les composantes de base d'une aire métropolitaine (les bassins dépendants d'un centre dominant). Pour cerner avec précision l'étendue spatiale de l'aire métropolitaine il est nécessaire de savoir quelles composantes coalescent dans un fonctionnement métropolitain intégré. D'autres types de flux doivent ainsi être pris en considération pour la délimitation des aires métropolitaines (par exemple les flux inter-hiérarchiques échangés entre différents sous-réseaux, selon l'approche de Rabino et Occelli 1997). Une approche qualitative a ainsi été proposée par la cartographie de l'ensemble des flux significatifs échangés entre unités spatiales et par la mise en évidence de leur rôle d'attracteur ou d'émetteur net des flux. Enfin, l'analyse de l'acheminement des flux sur le réseau routier, permet de mettre en évidence les axes les plus fréquentés qui constituent l'épine dorsale des processus de mise en réseau des villes.

L'analyse des flux des mobilités domicile-travail de 1999 permet ainsi de mettre en évidence les caractéristiques principales des réseaux métropolitains de la région PACA.

Globalement, le territoire régional est structuré autour de quatre principaux noyaux métropolitains : Aix – Marseille, Toulon, Avignon et Nice-Cannes. À l'exception d'Aix-en-Provence, qui constitue un relais de la centralité marseillaise, les autres villes constituent des centres dominants dans la hiérarchie urbaine régionale. Des pôles urbains mineurs organisent l'espace alpin et préalpin, laissant peu d'espaces résiduels hors du pouvoir de polarisation d'un centre.

Les aires d'influences métropolitaines sont biens différenciées et possèdent peu d'espaces communs. Même à l'échelle intra-métropolitaine les différentes villes-centres semblent polariser de façon presque exclusive leurs sous-bassins. Dans l'espace alpin et dans le centre-Var, des pôles urbains plus ou moins isolés polarisent eux aussi de façon presque exclusive des bassins plus ou moins étendus.

Les deux principales hiérarchies métropolitaines, celles de Marseille et de Nice, montrent également des différences en termes de morphologie réticulaire. L'aire métropolitaine marseillaise est structurée de façon relativement complexe et permet l'émergence de plusieurs centralités, surtout vers l'intérieur des terres, à partir du centre-relais d'Aix-en-Provence. L'articulation de la hiérarchie métropolitaine est plus défailante sur le littoral. Il est nécessaire d'intégrer l'ensemble des flux significatifs aux seuls flux dominants pour apprécier l'intégration de l'espace urbain au sud de l'Etang de Berre dans l'aire métropolitaine marseillaise.

À l'opposé du cas marseillais, la hiérarchie métropolitaine niçoise vers son arrière-pays est très faiblement structurée et se limite à la gravitation directe de chaque petit village vers la

ville-centre. Le réseau métropolitain niçois est en revanche mieux relayé le long du trait de côte, à l'Est (Monaco, Menton) et à l'Ouest (Antibes). Seule l'analyse des attractivités nettes a pu faire émerger la petite centralité de Carros dans l'arrière-pays niçois.

La morphologie réticulaire des axes d'acheminement des flux de mobilité quotidienne reflètent les différentes organisations territoriales des deux aires métropolitaines et contribuent à renforcer le rôle hiérarchique de certaines polarités secondaires.

On peut également observer une hiérarchie urbaine très bien relayée autour d'Avignon, où les villes moyennes d'Orange, Carpentras et Cavaillon constituent des relais efficaces pour la centralité avignonnaise.

Les perspectives de développement de cette démarche d'analyse des réseaux urbains dans un contexte de métropolisation des territoires sont considérables.

En premier lieu, l'analyse proposée devrait être conduite de façon diachronique, pour pouvoir suivre l'évolution des structures réticulaires de la région PACA au cours des décennies. L'analyse devrait prendre en compte les matrices de mobilité quotidienne issues des recensements passés (1975, 1982, 1990) ainsi que les données du nouveau recensement tournant 2004-08 dès qu'elles seront disponibles. Il sera ainsi possible de suivre la genèse de l'intégration réticulaire des métropoles régionales et de vérifier les tendances plus récentes, qui n'étaient pas encore évidentes dans les données de 1999 (coalescence des structures réticulaires d'Aix-Marseille, de Toulon et d'Avignon, percée de l'attraction métropolitaine d'Aix-Marseille dans la vallée de la Durance, extension des réseaux métropolitains azuréens vers l'Est-Var). L'intégration des départements du Gard et de l'Hérault dans l'aire d'étude permettrait de mieux cerner les interactions avec les pôles métropolitains de Nîmes et de Montpellier à l'ouest de PACA. De même, les interactions transfrontalières avec la Ligurie et le Piémont en Italie devraient compléter l'appréhension de l'aire métropolitaine azurienne (Fusco et Scarella 2007).

En second lieu, d'autres matrices d'interaction spatiale pourraient être analysées conjointement aux matrices des navettes domicile-travail (matrice des migrations résidentielles, des flux téléphoniques, des flux touristiques, etc.). Cela permettrait d'appréhender les différentes facettes des transformations territoriales liées aux processus de métropolisation et de mettre en évidence la complémentarité des différentes formes de mobilité sur le territoire (Kaufmann 2000).

Enfin, l'analyse des mobilités dans un réseau hiérarchisé de villes pourrait être enrichi par la prise en compte des flux complémentaires aux relations hiérarchiques, selon l'approche déjà proposé par Rabino et Occelli (1997). Les flux « transversaux » par rapport aux relations hiérarchiques complexifient le fonctionnement réticulaire des réseaux urbains. Leur analyse est cependant un point de passage obligé pour l'appréhension du fonctionnement des aires métropolitaines multipolaires qui structurent le territoire régional de Provence-Alpes-Côte d'Azur.

Bibliographie

Agences d'Urbanisme de Lyon, de Grenoble et de Saint-Etienne, 2001, *Les processus de métropolisation - Synthèse bibliographique*, Lyon, CERTU

Baptiste H., 2003, « Modélisation de l'évolution d'un système de transport et impacts sur un système départemental de villes », in Ph. Mathis (dir.) *Graphes et réseaux : modélisation multiniveau*, Traité IGAT, Hermes, pp113 - 135.

Bottazzi A., Rabino G., 2006, « L'organizzazione territoriale del Piemonte. Stato ed evoluzione », XXVII Conferenza Italiana di Scienze Regionali, Pise 12-14 octobre 2006, 25 p.

- DATAR, 2000, *Aménager la France de 2020 : mettre les territoires en mouvement*, Paris, DATAR
- Decoupigny F., 2005, « Impacts potentiels de la métropolisation des espaces naturels sur un réseau de villes », XLI^e Colloque de l'ASRDLF, Dijon 3-5 septembre 2005, <http://asdrf.u-bordeaux4.fr>
- Decoupigny F., 2006, « Métropolisation des espaces naturels : application à la région Provence Alpes Côte d'Azur », in J.L. KLEIN, C. TARDIF (dir.) *Entre réseaux et systèmes : les nouveaux espaces régionaux*, Montréal, édition GRIDEQ, CRDT, CRISES
- Decoupigny F., Fusco G., 2007, « Interactions entre mobilités potentielles et processus de métropolisation en Région Provence Alpes Côte d'Azur », XLIII^e colloque de l'ASRDLF, Grenoble 11- 13 septembre 2007, 17 p.
- Dimou M., Schaffar A., 2007, « Évolution des hiérarchies urbaines et loi de Zipf : le cas des Balkans », *Région et Développement*, 25-2007, p. 65-86
- Fusco G., 2005, « Dynamiques territoriales et métropolisation sur le littoral de Provence-Alpes-Côte d'Azur – Une application des réseaux bayésiens », XLI^e Colloque de l'ASRDLF, Dijon 3-5 septembre 2005, <http://asdrf.u-bordeaux4.fr>
- Fusco G., Scarella F., 2007, « La nature multiscalaire des dynamiques territoriales : une application aux mobilités dans l'espace franco-italo-monégasque », XLIII^e Colloque de l'ASRDLF, Grenoble-Chambery, 11-13 juillet 2007
- Kaufmann V., 2000, *Mobilité quotidienne et dynamiques urbaines. La question du report modal*, Lausanne, Presses Polytechniques Universitaires Romandes
- Kipnis B.A., 1985, Graph Analysis of Metropolitan Residential Mobility: Methodology and Theoretical Implications, *Urban Studies*, 22, 179-187.
- Leroy S., 2000, « Sémantiques de la Métropolisation. », *Espace Géographique*, 1, 2000, p. 78-86
- Lokta A., 1941, « The Law of Urban Concentration », *Science*, 94, p. 164
- Mathis Ph. (dir.), 2003, *Graphes et réseaux : modélisation multiniveau*, Paris, Hermes Science
- Nystuen J.D., Dacey M.F., 1961, A Graph Theory Interpretation of Nodal Regions, *Papers and Proceedings of the Regional Science Association*, 7, 29-42.
- Pumain D., 1982, *La dynamique des villes*, Paris, Economica
- Pumain D., 1994, *La dynamique des systèmes*, Les Cahier du CNRS, n°81, pp 13 – 14
- Pumain D., Moriconi-Ebrard F., 1997, « City size distribution and metropolisation », *Geojournal*, 43, 4, p.307-314
- Pumain D., Saint-Julien Th. (dir.), 1996, *Urban Networks in Europe – Réseaux urbains en Europe*, John Libbey / INED, 252 p.
- Pumain D., Sanders L., Saint Julien T., 1989, *Villes et auto-organisation*, Paris, Economica,
- Rabino G., Occelli S., 1997, « Understanding spatial structure from network data: theoretical considerations and applications. », *Cybergeo*, n°29, URL : <http://www.cybergeo.eu/index2199.html>
- Saint-Julien T., 2000, « Le modèle centre-périphérie dans une lecture du polycentrisme à l'échelon des régions », in V.A. Kolossov, D. Eckert (dir.) *Les grandes villes régionales*, Centre franco-russe en sciences sociales et humaines, Institut de géographie RAN, Moscou, p. 7-11
- Wiel M., 1999, *La transition automobile*, Liège, Mardaga
- Zipf G.K., 1949, *Human Behaviour and the Law of Least Effort*, Addison Wesley, Cambridge