

## **MULTIPOLARISATION DES EMPLOIS ET DEPLACEMENTS DOMICILE-TRAVAIL : UNE COMPARAISON DE TROIS AIRES URBAINES FRANÇAISES**

**Anne Aguilera**

*Université Paris-Est, Ifsttar, LVMT  
Ecole des Ponts  
6-8 avenue Blaise Pascal  
Champs sur Marne  
F-77455 Marne la Vallée Cedex 2  
anne.aguilera@ifsttar.fr*

**Dominique Mignot**

*Ifsttar, Chercheur associé au LET, ENTPE  
25, avenue François Mitterrand  
F-69675 Bron Cedex  
dominique.mignot@ifsttar.fr*

### **Résumé.**

Ce papier présente les principaux résultats d'une recherche visant à comparer l'impact de formes urbaines multipolaires spécifiques sur la distance domicile-travail. Trois aires urbaines françaises ont été comparées : celle de Lyon, qui présente une configuration des localisations encore largement monocentrique, celle de Marseille, qui est principalement duocentrique, et enfin l'aire urbaine de Lille qui est formée de quatre centralités de taille relativement équivalente. Les relations entre la forme urbaine et les caractéristiques des migrations domicile-travail sont appréhendées à travers l'analyse de la géographie des navettes et la distance associée à ces navettes. La conclusion propose des pistes pour les politiques d'aménagement et de transport.

**Mots-clés :** multipolarisation, pôles d'emploi, déplacements domicile-travail, aires urbaines, France

**JEL Codes :** R14, R30, R40, R48

### **Abstract. Multipolarisation of Jobs and Home to Work Trips: A Comparison of Three French Urban Areas**

This paper presents the main results of a research project which aims at comparing the impact of different kind of multipolarisation on the distance between home-place and workplace. The first part of the paper presents a review of recent international literature. On the one hand, some research has underlined that the average commuting distance differs between sub-centres. Several explanations have been given: the location of the sub-centre, and especially its distance to the main roads, the size of the sub-centre and the nature of the jobs. On the other hand, some studies have shown that the opposition between monocentrism and polycentrism is not very useful and that the analysis should concentrate on the influence of the form taken by polycentrism. The second part of the paper presents the three French urban areas that have been compared in this work. First, we present the methodology that has been used for the identification of employment sub-centres. It has two steps: the first one identifies the municipalities with a great concentration of jobs, and the second step groups municipalities on the basis of home to work commutes. Second, we describe the three urban areas that have been compared: Lyon is largely monocentric, Marseille is duocentric and Lille is a quadricentric urban area. In the third part of the paper, the relationships between urban form and home-to-work trips are analysed in terms of geographical distribution and average distance of home to work trips both in 1999 and in 1990. Two distances have been calculated (minimal and maximal) in order to verify that the results did not depend on the calculation of the distance. Results show that in each of the three urban areas a part of the commutes is short and another part is long. The average distance depends on the relative importance of each type of flow, which is related to the

form taken by multipolarisation. The conclusion draws some policy recommendations that must be adapted to the form taken by multipolarisation.

**Key Words :** multipolarisation, employment subcenters, home to work trips, urban areas, France  
**JEL Codes:** R14, R30, R40, R48

## **Introduction**

La réorganisation plus multipolaire des emplois dans les espaces urbains est fréquemment associée à une réduction des distances au travail : l'hypothèse, dite de la co-localisation (Gordon et Wong, 1985), est que les actifs vont chercher à se localiser dans ou à proximité de leur pôle d'emploi (Aguiléra et Proulhac, 2006). Les travaux empiriques contredisent toutefois l'existence d'un lien naturellement vertueux entre la multipolarisation des emplois et la distance de navettage (Aguiléra, 2005 ; Barbonne et autres, 2008 ; Cervero et Wu, 1998 ; Jun et Ha, 2002). Un certain nombre d'entre eux fait néanmoins état de disparités en matière de distance à l'emploi d'une part entre les pôles et d'autre part entre les espaces urbains en fonction de la forme qu'y prend la multipolarisation (Charron, 2007 ; Schwanen et autres, 2004).

Les villes françaises sont largement absentes de ces réflexions. L'objet de cet article est de pallier ce manque et d'analyser les liens entre la distance domicile-travail et la forme prise par la multipolarisation des emplois à Lille, Lyon et Marseille, caractérisées par trois formes relativement contrastées de multipolarisation des activités économiques (Mignot et al., 2009). Précisons d'emblée que nous préférons ici employer le terme de métropolisation plutôt que celui de polycentrisme car en France les pôles d'emploi sont en général de taille limitée par rapport au centre et font rarement office de véritable centralité secondaire au sens des *edge cities* (Garreau, 1991). En particulier, les services supérieurs aux entreprises y sont peu présents (Aguiléra, 2002).

La première partie de l'article propose une revue de la littérature récente sur les relations entre la multipolarisation urbaine et la distance de navettage. La deuxième partie décrit les formes de la multipolarisation à Lille, Lyon et Marseille. La troisième partie présente les résultats de l'analyse des liens entre ces trois modèles et la distance domicile-travail à partir d'une décomposition des navettes entre le centre, les pôles et le reste des communes de chacune des trois aires urbaines. Les données utilisées sont celles des recensements généraux de la population (RGP) aux années 1990 et 1999. La conclusion propose plusieurs pistes pour les politiques d'aménagement.

## **Une littérature en émergence**

Les nombreux travaux traitant des évolutions de la structure des localisations intra-urbaines dans les villes nord-américaines, européennes et asiatiques montrent d'une part que les emplois à la fois se déconcentrent et s'agglomèrent dans un nombre limité de pôles (Anas et al, 1998), d'autre part qu'il existe une certaine variété dans la forme prise par la multipolarisation, en termes de nombre de pôles, de taille, de localisation ou encore de composition économique (Sarzynski et al, 2005).

Ce constat d'une certaine diversité des formes urbaines multipolaires amène à poser la question des relations avec la mobilité domicile-travail, et en particulier avec la distance à

l'emploi. Est-ce que certaines caractéristiques propres à la forme de la multipolarisation des emplois ont un lien avec la façon dont les actifs se localisent par rapport à leur emploi, et donc avec la distance domicile-travail ? Les réponses qui ont été apportées sont encore relativement peu nombreuses et peuvent être classées selon deux catégories. La première constate l'influence de certaines caractéristiques des pôles sur la distance moyenne aux emplois de ces pôles. La seconde, à laquelle se rattache cet article, fait le lien entre la forme de la multipolarisation (des emplois ou des résidents) et la distance domicile-travail.

### **Les caractéristiques des pôles**

La distance moyenne aux emplois des pôles n'est pas homogène au sein d'une même ville. Plusieurs raisons sont avancées dans la littérature pour expliquer ces écarts. Une première concerne la localisation du pôle par rapport aux grandes infrastructures de transport et le fait qu'il soit situé dans une partie congestionnée ou non de la ville (Barbonne et al, 2008 ; Jun et Ha, 2002 ; Naess et Sandberg, 1996 ; Sénécal et al, 2002). Le ratio entre le nombre des emplois et celui des logements constitue un deuxième argument. Les pôles dans lesquels le déficit de logements est très prononcé (par exemple autour des aéroports) ont tendance à avoir un bassin d'emploi plus étendu (Cervero et Wu, 1998 ; Giuliano et Small, 1991). La taille du pôle (en termes de nombre d'emploi) semble également contribuer à expliquer les différences observées : ainsi à Montréal la distance aux emplois est en moyenne plus élevée pour les emplois qui sont situés dans les pôles les plus importants par rapport aux pôles de taille inférieure (Barbonne et al, 2008). Dans une recherche récente portant sur Montréal, Shearmur (2006) suggère par ailleurs que certaines localisations intra-urbaines sont par nature génératrices de plus fortes distances que d'autres, parce qu'elles offrent des aménités auxquelles sont plus sensibles certaines catégories d'actifs. Ces derniers sont alors prêts à parcourir des distances plus élevées pour en bénéficier. Enfin, toujours pour Montréal, Barbonne et al (2008) expliquent que les écarts en termes de distance à l'emploi peuvent aussi être importants au sein même d'un pôle, entre sa partie centrale qui en général génère une distance plus élevée et sa périphérie dans laquelle la proximité habitat-emploi est plus forte en raison notamment d'un meilleur équilibre entre le nombre des emplois et celui des résidents.

### **La forme de la multipolarisation**

Les travaux portant sur les relations entre la forme urbaine, appréhendée à une échelle métropolitaine, et la distance à l'emploi, sont à notre connaissance tout aussi peu nombreux. L'une des principales références sur le sujet est l'article de Schwanen et al (2004), qui porte sur les principales villes des Pays-Bas. Ces dernières sont classées comme monocentriques ou multipolaires non pas à partir d'une identification précise des pôles d'emploi mais en fonction de l'organisation spatiale des relations domicile-travail entre leur centre et leur périphérie, selon une typologie proposée initialement par Van der Laan (1998). Les villes qualifiées de monocentriques sont celles où les navettes internes au centre et vers le centre sont majoritaires. Les autres sont dites multipolaires, et relèvent de trois catégories : dans la première les relations majoritaires sont celles qui sont internes à la périphérie et dirigée vers elle depuis le centre, dans la deuxième catégorie les déplacements domicile-travail dominants sont ceux qui sont internes au centre et internes à la périphérie.

Enfin dans une troisième catégorie de villes multipolaires les navettes les plus importantes sont celles qui connectent, dans les deux sens, le centre et la périphérie.

Les auteurs montrent que toutes choses égales par ailleurs la distance entre le domicile et le travail est plus élevée dans les villes multipolaires, mais seulement pour les actifs qui utilisent leur voiture pour aller travailler. Le résultat le plus intéressant est toutefois le fait qu'il existe des différences entre les trois catégories de villes multipolaires. Les plus « vertueuses », c'est-à-dire celles qui ont la distance au travail la plus mesurée (toujours pour les actifs utilisant leur voiture), sont ainsi celles dans lesquelles les marchés de l'emploi du centre et de la périphérie sont « autonomes », c'est-à-dire où la majorité des actifs qui habitent en périphérie y ont leur emploi, et la majorité de ceux qui résident au centre y travaillent. Dans les deux autres formes de villes multipolaires, à l'inverse, l'importance des flux domicile-travail entre le centre et la périphérie est à la source de plus longs déplacements : dans ces villes, la distance à l'emploi des actifs qui vont travailler en voiture est en moyenne plus élevée. Autrement dit, la forme multipolaire peut être plus ou moins économe en termes de distance domicile-travail. Il faut donc se pencher sur les différences entre les villes multipolaires plutôt que chercher à opposer la forme monocentrique à la forme multipolaire en considérant que celle-ci correspond à un modèle unique.

Cette conclusion est appuyée par un certain nombre d'autres travaux basés sur des méthodologies assez différentes, notamment en matière de qualification des formes urbaines. En particulier, Charron (2007) a souligné l'influence de deux éléments, qui sont la centralisation des localisations (définie comme la différence entre le gradient des résidences et celui des emplois mesurés par rapport au centre de gravité) et la mixité fonctionnelle locale (rapport entre le nombre des résidences et celui des emplois). Plus les localisations sont centralisées et plus la ville offre de possibilités d'agencements des relations domicile-travail associées à de faibles distances. La relation avec la mixité locale va dans le même sens. En revanche, la relation entre les possibilités de navettage et le degré de polycentralité (qui est mesuré par la relation entre la densité des localisations et la distance au centre de gravité de la ville), donc le fait que la ville soit plutôt monocentrique ou plutôt multipolaire, est nettement moins significatif.

Dans un registre différent, Traversi et al (2009) ont mis en évidence un lien entre la forme de l'organisation des localisations résidentielles dans une ville et le niveau de l'impact environnemental des communes qui composent cette ville. Cet impact est calculé à partir des flux domicile-travail internes et sortants de chaque commune, en fonction de leur distance mais aussi de leur durée et du mode de transport utilisé. Plus l'impact est élevé, plus la commune exerce un effet négatif en termes de déplacements domicile-travail à l'échelle de la ville. Les auteurs montrent alors que pour les sept plus grandes villes italiennes la valeur de l'impact de la mobilité domicile-travail au niveau communal est expliquée par des paramètres relevant d'une part de l'organisation des localisations au niveau intra-communal (dont la densité), d'autre part de la distance de la commune au centre de la ville et enfin de la forme de l'organisation spatiale des localisations résidentielles à l'échelle de la ville toute entière. En particulier, le niveau de multipolarisation, mesuré par le ratio entre la population résidant au centre de la ville et celle des dix plus grandes communes de cette même métropole, joue sur l'impact environnemental. Toutes choses égales par ailleurs, le fait pour une commune d'appartenir à une ville où l'organisation spatiale de la population est plutôt de type monocentrique fait augmenter son niveau d'impact. Par ailleurs, l'influence relative des différents paramètres

(densité, distance au centre notamment) qui expliquent l'impact communal varie entre les villes monocentriques et celles qui sont multipolaires. En particulier, la distance au centre, qui augmente l'impact, a un effet plus prononcé dans les villes monocentriques. En revanche, la densité intra-communale, qui fait diminuer l'impact environnemental de la mobilité domicile-travail, joue plus dans les métropoles multipolaires. Les auteurs fournissent peu d'explication à ces différences, qui cependant confirment un certain nombre des résultats exposés précédemment : plus que le fait d'être monocentrique ou multipolaire, ce sont d'autres caractéristiques plus fines ayant trait à la forme précise de l'organisation des localisations intra-urbaines qui expliquent les différences entre les villes sur le plan de la mobilité et donc de l'impact environnemental.

Malgré une assez grande diversité, ces recherches accréditent l'idée selon laquelle la forme de la multipolarisation des villes entretient un lien avec la distance au travail, mais également qu'il n'y a pas de forme urbaine « idéale » et stéréotypée. En particulier l'opposition entre ville monocentrique et ville multipolaire n'est pas véritablement opérante. Pour poursuivre dans cette voie, nous avons cherché à comparer trois villes françaises suffisamment contrastées pour représenter trois modèles-types de multipolarisation des emplois.

### **Lille, Lyon et Marseille, trois formes de multipolarisation**

Dans les villes françaises, la plupart des pôles d'emploi ne sont pas des centres, au sens des attributs classiques de la centralité que sont la diversité du tissu économique ou encore la présence de fonctions de commandement et de tertiaire supérieur. Les pôles sont en effet plutôt de taille modeste. En outre, les plus importants d'entre eux sont en général situés autour du centre, et leur profil économique en est largement complémentaire plutôt que concurrent (Gaschet, 2001). Ces pôles, qui seront ici qualifiés de pôles centraux (par opposition aux pôles périphériques), forment ainsi avec le centre une forme élargie de la centralité classique, plutôt qu'une forme véritablement renouvelée (Gaschet et Lacour, 2002).

Au-delà de ces traits communs qui globalement différencient les villes françaises de beaucoup de villes étrangères et notamment nord-américaines, il existe une certaine diversité dans les formes que prend la multipolarisation en France. Nous avons choisi de centrer notre analyse sur trois villes dont nous savions qu'elles présentaient trois formes contrastées d'organisation spatiale des emplois. Il s'agit de Lille, située dans le Nord de la France, de Lyon à l'Est et de Marseille dans le Sud-Est (tableau 1).

**TABLEAU 1 Les aires urbaines de Lille, Lyon et Marseille en 1999**

	Superficie en km <sup>2</sup>	Nombre de communes	Population 1999	Emploi 1999	Densité population 1999
Lyon	3306	296	1648216	716220	498
Marseille	2830	82	1516340	539058	536
Lille	975	131	1143125	453213	1172

Source : Calculs des auteurs d'après le RGP 99.

Le périmètre retenu pour délimiter ces villes est celui des aires urbaines tel que défini en 1999 par l'Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques (INSEE). Une aire urbaine agrège à tout pôle urbain (unité urbaine contenant au moins 5000 emplois) toutes les communes envoyant plus de 40% de leurs actifs dans ce pôle ou dans une commune attirée par celui-ci. Cette définition a l'avantage de ne pas être basée sur des contours administratifs mais sur un critère fonctionnel qui, à notre avis, rend plus pertinente la comparaison des villes.

### **Une méthode reproductible d'identification des pôles d'emploi**

Les méthodes d'identification des pôles d'emploi sont très nombreuses dans la littérature. En général, les auteurs repèrent d'abord les zones (communes, secteurs de recensement, etc.) où la concentration des emplois est remarquable. Ensuite ils s'attachent à regrouper certaines de ces zones pour former des pôles d'emploi. Les critères qui prévalent sont la contiguïté des zones et la connaissance qu'ont les auteurs de la ville, et, parfois, des critères quantitatifs comme la ressemblance des zones en matière de profil économique.

Dans la phase de repérage des zones riches en emploi, les critères retenus sont le plus souvent le nombre absolu d'emplois de la zone, sa densité d'emplois par rapport aux zones voisines, et parfois le rapport entre le nombre des emplois et celui des résidents (Bogart et Ferry, 1999 ; Cladera et al, 2010 ; Gaschet, 2001 ; Giuliano et Small, 1991 ; McDonald, 1987). Un pôle doit contenir suffisamment d'emplois, admettre une densité remarquable au regard de son environnement et contenir plus d'emplois que de résidents. La principale limite de cette méthode est qu'elle est fortement dépendante de la taille de la ville (en termes de nombre total d'emploi), et donc que les seuils retenus diffèrent selon les villes.

Des travaux ont cherché à surmonter cette difficulté (McDonald et McMillen, 1990 ; McMillen, 2001). Beaucoup se sont fondés sur l'analyse des résidus de régression de fonctions de densité d'emplois, afin de repérer des zones jouant un rôle important dans l'explication des résidus. Ces méthodes présentent toutefois deux limites. D'une part, l'agrégation des zones en pôles demeure en général basée sur des critères de nature qualitative (McMillen, 2001), ce qui nous semble peu satisfaisant. D'autre part, la mise en œuvre de telles méthodes suppose un découpage fin et relativement homogène des villes. Or les données sur les relations domicile-travail en France ne sont disponibles qu'au niveau communal. Et il y a de très fortes différences en matière de taille entre les communes françaises.

Nous avons donc été amenés à construire notre propre méthode de détection des pôles d'emploi. Elle consiste à repérer, dans chaque aire urbaine, l'ensemble des communes qui concentrent 85% des emplois localisés en dehors du centre. Précisons que le centre est défini comme la commune de Lille dans l'aire urbaine de Lille et celle de Marseille à Marseille-Aix. A Lyon, la commune de Villeurbanne a été agrégée à celle de Lyon pour former le centre pour diverses raisons tenant à la taille de Villeurbanne, à la nature de ses emplois, et bien sûr à la proximité des deux communes. Plusieurs seuils ont été testés : celui de 85% permet à la fois de retenir les communes les plus importantes, tout en étant suffisamment sélectif.

L'autre difficulté était de former des pôles à partir de ces communes particulièrement attractives, donc de constituer des regroupements cohérents. Il n'est en effet pas raisonnable de considérer chaque commune comme un pôle, étant donné qu'une grande partie de ces communes se touchent. Pour cela, nous avons considéré que les flux

domicile-travail constituaient une mesure des relations entre les communes, et que l'existence d'un pôle pouvait être attesté par l'intensité des relations entre les communes qui le constituent (Aguiléra, 2005 ; Berroir et al, 2002 ; Cladera et al, 2010).

### **Les trois modèles**

Cette méthode a été appliquée aux aires urbaines de Lille, Lyon et Marseille-Aix, et permet bien de faire apparaître les trois modèles attendus (tableau 2, figures 1 à 3). L'aire urbaine de Lyon présente à la fois un très grand nombre de pôles, caractérisés toutefois par des tailles très inégales et qui au total n'accueillent que 44% des actifs et 46% des emplois, et un centre qui accueille encore en 1999 à lui seul 35% des actifs et 43% des emplois. La structure urbaine est plutôt de type « monocentrique élargie », avec un centre important et élargi dans sa partie Est. Ce centre élargi domine une myriade de pôles plus petits, qui ont émergé au gré des opérations d'aménagement (ville nouvelle, aéroport, zones d'activité comme le Parc Industriel de la Plaine de l'Ain dans l'Est), ou qui sont des centres secondaires déjà anciens.

L'aire urbaine de Marseille offre une double particularité : d'une part elle est duocentrique, le pôle d'Aix étant certes nettement plus petit que la ville de Marseille mais néanmoins beaucoup plus important que les trois autres pôles d'emploi. L'explication tient à la récente absorption de l'aire urbaine d'Aix en Provence par celle de Marseille : autrement dit il y a quelques années Aix en Provence était le centre de sa propre aire urbaine. A lui seul le pôle d'Aix concentre ainsi près de la moitié des actifs et des emplois implantés dans l'ensemble des pôles de l'aire urbaine. D'autre part le poids de la commune de Marseille est très élevé, accueillant la moitié des actifs résidents et presque 60% des emplois (contre moins de 20% pour le pôle d'Aix). Les trois autres pôles (Aubagne, Vitrolles - Marignane et Martigues) sont nettement plus petits que celui d'Aix. L'aire urbaine de Marseille est ainsi de forme « duocentrique déséquilibrée ».

Enfin, l'aire urbaine de Lille est de forme « quadricentrique équilibrée ». Elle comprend en effet un centre et trois pôles importants (deux pôles historiques : Roubaix et Tourcoing et un pôle plus récent, Villeneuve d'Ascq, ancienne ville nouvelle) et qui sont en outre de taille assez semblable. S'y ajoutent trois pôles de taille nettement plus modeste et situés autour du centre, dans des territoires qui ont bénéficié d'aménagements spécifiques (zones industrielles et construction d'un aéroport).

Dans chacune des trois urbaines les pôles accueillent en moyenne à peu près autant d'actifs que d'emplois. Le centre présente en revanche un excédent d'emplois par rapport au nombre de ses résidents, ce qui est d'ailleurs commun à toutes les aires urbaines françaises (Massot et Roy, 2004). Le déséquilibre est particulièrement prononcé à Lille qui accueille 1,8 emploi par actif résident en 1999, contre 1,1 à Marseille et 1,2 à Lyon. La situation est exactement inverse dans le reste des communes périphériques (appelées pour cette raison par la suite communes résidentielles), pour lesquelles on compte souvent plus de deux résidents par emploi. Cette partie des aires urbaines reste peu attractive pour les emplois en raison de son éloignement au centre et aux principaux axes de transport. Elle est par contre assez attractive pour les ménages du fait de coûts fonciers moindres, de la disponibilité d'espace et d'un environnement plus vert que dans la partie centrale.

Entre 1990 et 1999, les évolutions de l'emploi ont été relativement comparables dans les trois aires urbaines : on constate en effet une baisse du nombre d'emplois au centre et une croissance dans les pôles mais également dans les communes résidentielles. Les pôles ont

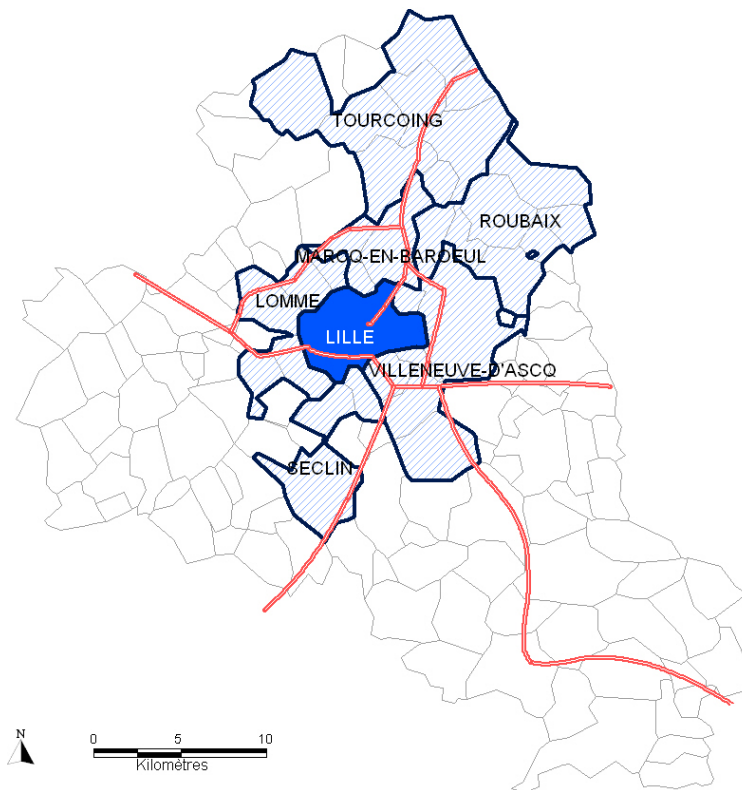
toutefois gagné en volume largement plus d'emplois que les communes résidentielles : sept fois plus à Lyon, cinq fois plus à Marseille et trois fois plus à Lille.

**TABLEAU 2 Les communes concentrant 85% des emplois localisés hors du centre en 1999**

	Lyon	Marseille	Lille
Nombre de communes	71	25	32
% des communes	24%	30%	24%
Nombre de pôles	13	4	6

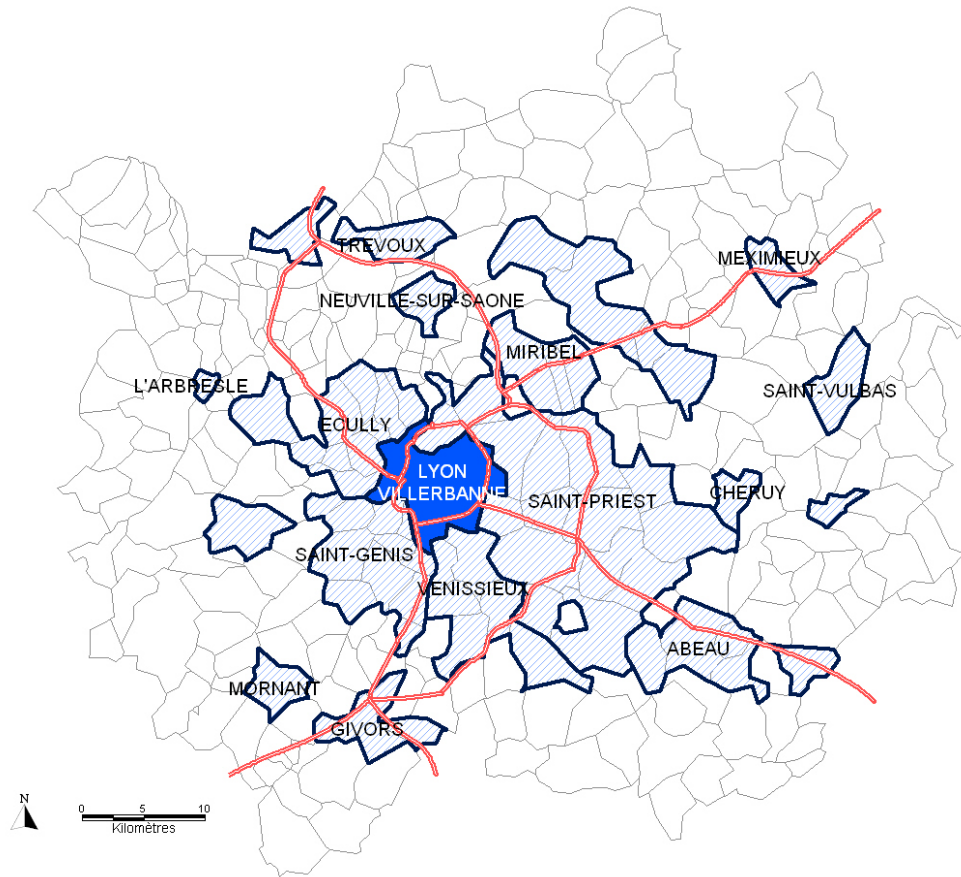
Source : Calculs des auteurs d'après le RGP 99.

**FIGURE 1 L'aire urbaine de Lille**

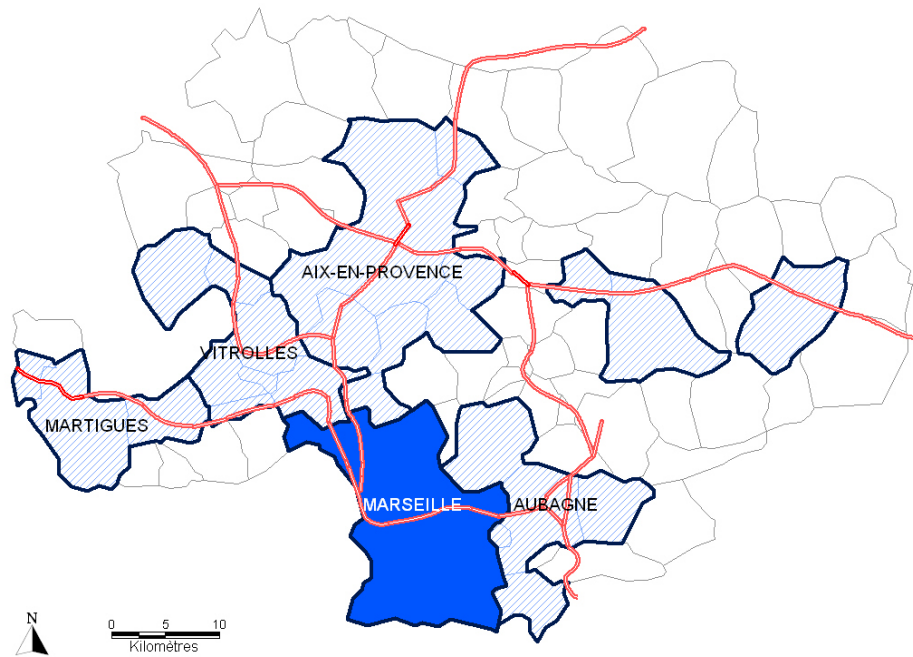




**FIGURE 2 L'aire urbaine de Lyon**



**FIGURE 3 L'aire urbaine de Marseilles**



## **Multipolarisation et mobilité domicile-travail**

Pour comparer la distance au travail dans ces trois villes et faire le lien avec les formes urbaines, nous avons décomposé les flux entre le centre, les pôles et les communes résidentielles. Nous voulions mettre en évidence des effets de structure des flux et des effets de distance entre les territoires composant chacune de nos aires urbaines. Avant de présenter les principaux résultats de cette analyse, nous revenons sur le mode de calcul de la distance de navettage.

### **Le calcul des distances domicile-travail**

Les Recensements de la population française permettent de reconstituer les déplacements domicile-travail à l'intérieur et entre toutes les communes de chacune des trois aires urbaines. Pour Lyon et pour Marseille, nous disposons en outre des déplacements internes et entre les arrondissements qui composent le centre, ce qui est précieux en particulier à Marseille où le centre est extrêmement étendu.

La distance domicile-travail ne figure en revanche pas dans le Recensement. Elle doit donc être reconstituée, ce qui pose évidemment un certain nombre de problèmes méthodologiques.

La méthode la plus courante, utilisée notamment par l'INSEE, consiste à attribuer aux trajets inter-communaux la distance à vol d'oiseau entre les centroïdes des deux communes concernées. Pour les déplacements intra-communaux, l'INSEE considère que leur valeur est nulle, tandis que d'autres travaux soient lui attribuent une valeur fixe (Massot et Roy, 2004), soit une valeur calculée à partir du rayon de la commune, ce dernier étant apprécié à partir de sa surface en considérant chaque commune comme un cercle (Aguiléra, 2005 ; Aguiléra et Mignot, 2004 ; Mercier, 2007). En particulier, Mercier (2007) a mis récemment en évidence à partir du cas de plusieurs aires urbaines françaises l'existence d'une relation linéaire entre la distance intra-communale et le rayon de la commune :

$$\text{Distance intra-communale} = 0,44 + 0,58 * \text{rayon de la commune}$$

Cette formule a été reprise dans nos travaux, et a été pondérée par un facteur de 1,3 pour tenir compte des réseaux de transport (Orfeuïl, 2000).

Pour ce qui est des distances inter-communales, nous avons mis en œuvre deux mesures qui encadrent la distance réelle, à laquelle nous n'avons pas accès. La première est la distance entre les centroïdes. Elle comporte toutefois un risque de sur-estimation des trajets, et en particulier de ceux entre les communes proches. On l'appellera donc dans la suite du texte distance maximale. La seconde mesure définit à l'inverse une distance minimale : il s'agit de la distance entre centroïdes à laquelle on retire le rayon de chacune des deux communes concernées. On estime ainsi la distance la plus courte entre les deux communes. Chacune de ces deux mesures a également été pondérée par un facteur de 1,3.

L'objectif de la mise en œuvre de cette double mesure est de vérifier que les écarts entre les trois aires urbaines ne sont pas un simple artefact du mode de calcul, ce que confirment bien les résultats (tableau 3). En effet, les distances obtenues par chacune des deux méthodes montrent d'une part que la distance est la plus faible à Lille, d'autre part qu'elle est très semblable à Lyon et à Marseille, bien que la distance minimale soit un peu

inférieure à Marseille par rapport à Lyon contrairement à la distance maximale. Autrement dit chacune des deux mesures respecte la hiérarchie entre les aires urbaines et montre en outre des différences semblables, proche de 3 kilomètres.

Une autre vertu de ce double calcul est d'ailleurs justement de montrer l'importance des écarts en matière de distance moyenne des actifs à leur emploi selon que l'on considère la distance entre centroïdes ou bien entre les frontières les plus proches des communes. En effet, cette différence de 3 kilomètres est importante pour des distances maximales comprises entre 7,5 km à Lille et un peu plus de 9 km à Lyon et à Marseille. La façon dont les localisations sont positionnées à l'intérieur des communes joue donc un rôle considérable sur le bilan de chaque aire urbaine en termes de production de kilomètres quotidiens pour les trajets domicile-travail. C'est un élément pourtant peu connu bien qu'il puisse avoir des implications non négligeables en termes d'aménagement.

**TABLEAU 3 La géographie des flux et les distances en km maximale et minimale (entre parenthèses) domicile-travail en 1999**

Résidence	Travail	Lille		Lyon		Marseille	
		Dist max (min)	% des actifs	Dist max (min)	% des actifs	Dist max (min)	% des actifs
Centre	Centre	2,7 (2,7)	9%	3,0 (1,9)	25%	3,2 (2,2)	45%
	Pôle	9,5 (3,8)	5%	11,2 (7,7)	9%	24,7 (16,3)	5%
	Communes résidentielles	13,0 (7,5)	1%	21,3 (18,2)	1%	24,3 (18,4)	-
Pôles	Centre	8,1 (3,1)	12%	11,7 (8,4)	14%	22,1 (14,6)	7%
	Même pôle	3,3 (1,9)	18%	4,3 (2,7)	20%	6,0 (4,0)	23%
	Autre pôle	9,9 (5,3)	31%	16,1 (12,1)	10%	25,3 (14,6)	3%
	Communes résidentielles	11,9 (8,1)	3%	13,3 (10,0)	2%	16,1 (7,7)	1%
Communes résidentielles	Centre	16,0 (10,4)	5%	23,0 (19,8)	5%	26,6 (20,6)	4%
	Pôle	14,8 (10,5)	9%	16,3 (12,7)	9%	18,5 (8,8)	6%
	Communes résidentielles	5,5 (3,7)	7%	6,0 (4,5)	6%	5,5 (3,9)	5%
Aire urbaine		7,5 (4,4)	100%	9,2 (6,7)	100%	9,3 (6,0)	100%

Source : Calculs des auteurs d'après le RGP 99

## **Géographie des relations domicile-travail et distance à l'emploi**

Comme annoncé précédemment, nous avons mis en œuvre une analyse des relations domicile-travail et de leurs distances associées entre le centre, les pôles et les communes résidentielles (considérées comme un territoire unique). Cette approche permet d'identifier les liaisons qui « produisent » le plus de distance, mais également le poids de ces liaisons à l'échelle de chaque aire urbaine. C'est en effet la combinaison de ces deux paramètres - le poids des relations impliquant de fortes (respectivement faibles) distances et la valeur de ces distances - qui explique au final la distance moyenne dans chaque aire urbaine (Charron, 2007).

### *La situation en 1999*

La décomposition des relations domicile-travail a l'avantage d'offrir une grille de lecture commune des trois aires urbaines. Elle permet ainsi de mettre en lumière un certain nombre des liens entre la forme prise par la multipolarisation et la distance au lieu d'emploi. En effet, tant la géographie des relations habitat-emploi que la distance moyenne associée à chaque type de flux admettent un certain nombre de différences, même si on note également des similitudes qui sont d'ailleurs tout aussi intéressantes (tableau 3).

Les différences principales en termes de géographie des flux concernent la part relative des liaisons internes au centre, ainsi que la part de celles qui connectent deux pôles d'emploi. C'est à Marseille que la part des trajets internes au centre est la plus élevée. Elle atteint 45%, contre 25% à Lyon et seulement 9% à Lille. La raison en est le poids contrasté du centre en termes d'emplois et de population dans les trois aires urbaines : c'est en effet à Marseille que la part des emplois et celle des actifs localisés au centre sont les plus fortes. Ce n'est toutefois pas la seule explication. C'est en effet aussi à Marseille que la part des actifs habitant au centre et qui sont employés au centre est la plus élevée : elle est de 90% contre 70% à Lyon et seulement 60% à Lille. La grande taille de la commune de Marseille explique au premier chef ce résultat, qui est aussi probablement lié à l'éloignement des principaux pôles d'emploi de l'aire urbaine, en particulier celui d'Aix en Provence, situé à une trentaine de kilomètres de Marseille. À l'inverse, à Lille et à Lyon, une part plus conséquente des actifs du centre travaille dans un pôle et principalement un pôle central du fait que les distances en jeu sont plus modérées.

La distance moyenne associée aux trajets qui sont internes au centre est partout faible et elle est par ailleurs assez comparable dans les trois aires urbaines, qu'on raisonne en termes de distance maximale ou bien minimale. Le fort poids des trajets internes à la commune de Marseille influence donc très sensiblement à la baisse la distance domicile-travail dans l'aire urbaine.

Les trajets inter-pôles constituent la deuxième catégorie de liaisons dont la part varie le plus entre les trois aires urbaines : 3% seulement à Marseille, 10% à Lyon mais 31% à Lille. Plus les pôles pèsent dans l'emploi et dans la population de l'aire urbaine, et plus les trajets inter-pôles ont un poids important. En revanche, les trajets intra-pôles ont un poids comparable à Lille, Lyon et Marseille (autour de 20%). Si on rapporte toutefois ces chiffres à la population des pôles, il apparaît qu'à Lille seulement 18% des actifs des pôles travaillent dans leur pôle de résidence, contre 43% à Lyon et 67% à Marseille. Autrement dit, la forme quadricentrique équilibré de Lille, avec des pôles de taille relativement comparable et également proches en distance et donc en temps de trajet, favorise l'établissement de relations entre les pôles et fait également qu'une part nettement plus

faible d'actifs travaille dans son pôle de résidence. A Lyon, la situation est intermédiaire, tandis qu'à Marseille, où les pôles sont globalement de moindre importance dans l'emploi métropolitain sont très éloignés les uns des autres, les trajets inter-pôles sont plus limités et les actifs des pôles travaillent dans leur majorité dans leur pôle de résidence.

Les distances associées aux trajets internes aux pôles sont partout faibles et assez comparables à celles des déplacements internes à chacun des centres. En revanche, les distances moyennes des liaisons inter-pôles sont fortement contrastées, et traduisent au premier chef les écarts en matière d'agencement relatif des pôles. C'est à Lille que la distance (maximale comme minimale) est la plus faible. D'une part les pôles sont assez proches les uns des autres, d'autre part les liaisons entre les pôles de Roubaix et de Tourcoing, qui sont voisins, sont nombreuses. À Lyon, la distance moyenne (maximale et minimale) associée aux trajets inter-pôles est élevée : bien que les relations majoritaires concernent des pôles proches, et notamment des pôles centraux adjacents, les trajets depuis les pôles périphériques, plus éloignés, ne sont pas négligeables. Ils sont par contre rares dans le sens inverse (des pôles centraux vers les pôles périphériques) dans la mesure où les pôles centraux offrent plus d'emplois et aussi des emplois plus diversifiés et plus qualifiés que les pôles périphériques. À Marseille, la distance moyenne maximale inter-pôles est particulièrement élevée. Cela traduit l'éloignement entre les pôles d'emplois de l'aire urbaine. La forte différence entre la distance maximale et minimale résulte du fait qu'en majorité les liaisons connectent des pôles voisins, et relativement peu les pôles qui sont les plus éloignés. Néanmoins, même si ces navettes inter-pôles sont en proportion peu nombreuses, elles pèsent fortement à la hausse dans le calcul de la distance moyenne.

Dans les trois aires urbaines, les trajets entre le centre et les pôles (dans les deux sens) sont importants. Ils sont toutefois volumineux depuis les pôles vers le centre car ce dernier demeure très riche en emplois. La distance moyenne associée à ces trajets est particulièrement élevée à Marseille eu égard à l'éloignement entre le centre et les pôles et notamment avec le pôle d'Aix en Provence qui tient une place importante dans ces trajets domicile-travail.

Enfin, les communes résidentielles, faiblement dotées en emplois, sont peu destinataires des flux. En revanche elles sont émettrices de navettes en direction des pôles. Les distances en jeu (minimale et maximale) sont importantes, mais elles reflètent le fait qu'un certain nombre d'actifs profitent du fait que la congestion est limitée pour habiter autour des pôles, dans des communes qui peuvent en être assez éloignées. Néanmoins à Marseille on observe une forte différence entre la distance maximale des trajets depuis les communes résidentielles vers les pôles (18,5 km) et la distance minimale (8,8 km) : cela traduit une forte propension des actifs à habiter les communes proches des pôles d'emploi (pour ceux qui travaillent au « centre » du pôle) mais aussi les communes proches des franges de ces pôles.

Les trajets depuis les communes résidentielles vers le centre sont également importants et mobilisent de plus fortes distances dans les trois aires urbaines, avec peu de différence entre la distance maximale et la distance minimale. Ces trajets concernent toutefois moins de 5% des actifs que ce soit à Lille, à Lyon comme à Marseille. Enfin, il faut noter que les habitants des communes résidentielles travaillent pour environ le tiers d'entre eux dans une commune résidentielle, à une distance faible. Il y a donc dans les communes résidentielles des logiques de proximité aux emplois, même si elles ne concernent pas la majorité des résidents. On a pourtant tendance à les passer sous silence.

Ces différents résultats amènent plusieurs enseignements concernant les relations entre les formes urbaines et la distance domicile-travail. Un premier est que la distance moyenne comparable des aires urbaines de Lyon et de Marseille cache en réalité une organisation des flux relativement contrastée. Réduire cette distance n'implique donc pas les mêmes politiques. A Marseille, la forte concentration des emplois et des populations au centre est un atout, par contre l'éclatement des pôles d'emploi et leur bonne connexion par le réseau de transport est défavorable à une modération des distances au travail. A Lyon, la diminution de la distance à l'emploi passe plutôt par de meilleurs appariements au sein du centre et surtout au sein de chacun des pôles et aussi par une réduction des trajets entre les pôles et notamment entre les pôles périphériques et centraux. A Lille, la facilité des trajets inter-pôles est également défavorable en termes de distance même si la petite taille de l'aire urbaine fait que ces distances restent contenues. Un second enseignement est que les actifs des communes résidentielles qui travaillent dans un pôle en sont relativement éloignés. Des gains substantiels en termes de distance sont à gagner sur ce type de trajets qui en outre mobilisent quasi-exclusivement la voiture (à plus de 90%) dans les trois aires urbaines. Le même raisonnement vaut pour les liaisons entre ces communes résidentielles et le centre qui sont fortement consommateurs de distance et aussi de voiture, en particulier à Marseille où les transports en commun sont peu adaptés à ces trajets mais également à Lyon et à Lille. La forte dispersion des origines et la présence du réseau autoroutier nuisent évidemment à l'utilisation des transports en commun.

Même si ce n'est pas le sujet central de cet article, il est intéressant de voir si ces écarts dans la géographie des flux et les distances associées à ces flux induisent des différences en termes de part des différents modes de transport. Cette analyse ne peut être conduite qu'en 1999 car le RGP de 1990 ne contient pas ce renseignement (tableau 4). Les différences sont minces même si la part de la voiture est un peu moins forte à Lyon au profit des transports en commun. La raison principale est qu'au sein du centre élargi les transports en commun ont une part relativement importante car le réseau est développé. A Marseille la part des transports en commun est élevée seulement dans l'hypercentre. La voiture est privilégiée sur tous les autres types de trajets, notamment entre le centre et les pôles, où la voiture est utilisée dans plus de 80% des déplacements. Les distances en jeu et le réseau autoroutier expliquent ce score. Entre Lille et Lyon la différence en matière de modes de transport se joue principalement sur les trajets internes au centre, où la part modale de la voiture est un peu plus forte à Lille, et sur les trajets entre pôles où là aussi la voiture est un peu plus utilisée à Lille qu'à Lyon. Les différences sont néanmoins faibles. Et au final le partage modal est très semblable dans les trois aires urbaines, même si là aussi les politiques à mettre en œuvre pour diminuer cette part ne sont pas identiques.

**TABLEAU 4 Le partage modal à Lille, Lyon et Marseille en 1999**

	Lille	Lyon	Marseille
Pas de transport (travail à domicile)	4%	4%	3%
Marche à pied	8%	8%	9%
Voiture	69%	66%	68%
Deux-roues	4%	2%	3%
Transport en commun	9%	13%	11%
Plusieurs modes	7%	8%	7%
Total modes de transport	100%	100%	100%

Source : Calculs des auteurs d'après le RGP 99.

*Les évolutions entre 1990 et 1999*

Entre 1990 et 1999, on constate une hausse généralisée des distances minimale et maximale de navettage. Elle avoisine 20% à Lille et à Marseille et 16% à Lyon, soit des taux de croissance remarquablement proches (tableau 5).

Trois dynamiques fondent ces évolutions. D'une part, les trajets qui ont le plus augmenté dans chacune des trois aires urbaines concernent les relations entre les pôles ainsi que celles qui connectent les communes résidentielles et les pôles. Or ces deux catégories de navettes sont parmi les plus longues. D'autre part, les distances associées à ces trajets ont elles aussi augmenté (tableau 5) : les actifs des communes résidentielles habitent donc de plus en plus loin de leur pôle de résidence, contrairement à l'hypothèse de co-localisation. Il semble par ailleurs que la dynamique de croissance des emplois en faveur des pôles alimente le peuplement des communes résidentielles et notamment de celles qui se trouvent bien situées par rapport à plusieurs pôles d'emploi : on constate en effet que les aires d'attraction des pôles s'interpénètrent de façon croissante, au lieu de former, comme le suppose en général l'économie urbaine, des périmètres bien individualisés, et favorables à une modération des distances de navettage (Bertaud et al, 2009). Les pôles qui sont connectés dans le cadre des trajets domicile-travail sont également en moyenne de plus en plus éloignés, non pas parce que de nouveaux pôles sont mis en relation mais plutôt parce que les trajets connectent de façon croissante des communes des pôles qui sont de plus en plus loin l'une de l'autre. Enfin, les trajets internes au centre et également internes aux pôles et aux communes résidentielles, qui sont les plus courts, ont fortement diminué au cours de la décennie. Par ailleurs on observe une très forte croissance des distances des navettes qui connectent les communes résidentielles. Au sein de ce territoire aussi la tendance est donc à une dissociation croissante entre la commune de résidence et la commune d'emploi.

**TABLEAU 5 L'évolution des distances domicile-travail maximale et minimale  
(entre parenthèse) des actifs entre 1990 et 1999 en km**

Résidence	Travail	Lille	Lyon	Marseille
		Dist max (min)	Dist max min	Dist max (min)
Centre	Centre	- (-)	-6% (-)	- (-)
	Pôles	+5% (+8%)	-6% (-9%)	+16% (+25%)
	Communes résidentielles	+6% (+11%)	+7% (+7%)	+20% (+29%)
Pôles	Centre	+5% (+10%)	-3% (-5%)	+8% (+16%)
	Même pôle	+9% (+3%)	+15% (+10%)	+8% (+2%)
	Autre pôle	+7% (+13%)	+10% (+13%)	+5% (+9%)
	Communes résidentielles	+22% (+34%)	+42% (+60%)	+16% (+38%)
Communes résidentielles	Centre	+2% (+4%)	-3% (-4%)	-1% (-)
	Pôles	+15% (+21%)	+17% (+21%)	+8% (+15%)
	Communes résidentielles	+70% (+65%)	+92% (+84%)	+48% (+31%)
Aire urbaine		+20% (+23%)	+16% (+16%)	+22% (+22%)

Source : Calculs des auteurs d'après les RGP 99 et 90

## Conclusion

Cet article s'est employé à alimenter les débats sur les relations entre la forme urbaine et la distance à l'emploi. Rejetant l'opposition simpliste entre ville monocentrique et multipolaire, nous avons privilégié une approche fondée sur une caractérisation fine des formes de la multipolarisation dans trois aires urbaines françaises présentant en la matière trois modèles contrastés.

Ces trois modèles devront évidemment être mis à l'épreuve sur d'autres espaces urbains et d'autres catégories de déplacements (achats et loisirs). Néanmoins, les résultats décrits dans cet article portent d'ores et déjà plusieurs enseignements pour les politiques d'aménagement urbain et de transport. Le premier est que la construction d'une forme urbaine « économe » en énergie, repose, en premier lieu, sur la cohérence de l'agencement réciproque des espaces de vie et de travail. Toutefois les solutions apportées doivent être élaborées en tenant compte des spécificités de chaque ville, que traduit notamment la structure de la géographie des flux domicile-travail. Le deuxième enseignement est que la maîtrise des distances de déplacements, en particulier des distances entre les lieux d'habitat



et d'emploi, implique de rapprocher les localisations résidentielles à proximité des grands pôles d'emploi, alors que la tendance au cours des années précédentes a été leur éloignement. Les urbanistes devront maîtriser l'étalement résidentiel en même temps que construire et revaloriser les logements dans certains des pôles d'emploi. Enfin, la diminution de l'usage de la voiture passe notamment par un développement des transports en commun entre les pôles d'emploi et entre ces pôles et le centre, en particulier lorsque ces différents espaces sont très éloignés comme c'est le cas par exemple dans l'aire urbaine de Marseille.

## Références

- Aguilera, A. 2002. « Services aux entreprises, centralité et multipolarisation. Le cas de Lyon. » *Revue d'Economie Régionale et Urbaine*, 3 : 397-422.
- Aguilera, A. 2005. « Growth in Commuting Distances in French Polycentric Metropolitan Areas : Paris, Lyon and Marseille ». *Urban Studies*, 42 (9): 1537-1547.
- Aguilera, A. et D. Mignot. 2004. « Urban Sprawl, Polycentrism and Commuting. A Comparison of Seven French Urban Areas ». *Urban Public Economics Review*, 1: 93-114.
- Aguilera, A. et L. Proulhac. 2006. « Le polycentrisme en Île de France : quels impacts sur la mobilité ? » *Territoires en Mouvement*, 2 : 15-25.
- Anas, A., R. Arnott et K.A. Small. 1998. « Urban Spatial Structure. » *Journal of Economic Literature*, 36: 1426-1464.
- Barbonne, R., R. Shearmur et W.J. Coffey. 2008. « Les nouvelles dynamiques intra-métropolitaines de l'emploi favorisent-elles des migrations pendulaires plus « durables » ? Le cas de la région métropolitaine de Montréal, 1998-2003. » *Géographie, économie, société*, 10 (1): 103-120.
- Berroy, S., H. Mathian et T. Saint-Julien. 2002. « Déplacements domicile-travail : vers le polycentrisme. » *INSEE Ile-de-France Regards*, 54 : 5-8.
- Bertaud, A., B. Lefevre et B. Yuen. 2009. *GHG Emissions, Urban Mobility and Efficiency of Urban Morphology: A Hypothesis*. Urban Research Symposium, Marseille, 28-30 juin.
- Bogart, W.T. et W.C. Ferry. 1999. « Employment Centres in Greater Cleveland : Evidence of a Formerly Monocentric City ». *Urban Studies*, 36 (12): 2099-2110.
- Cervero, R. et K.L. Wu. 1998. « Sub-centring and Commuting: Evidence from the San Francisco Bay Area. » *Urban studies* 35 (7): 1059-1076.
- Charron, M. 2007. *La relation entre la forme urbaine et la distance de navettage : les apports du concept de « possibilité de navettage »*. Thèse de Doctorat en études urbaines, INRS, Université du Québec à Montréal, Mars, 242 p.
- Cladera, J.R., C.R. Marmolejo Duarte et M. Moix M. 2010. « Urban Structure and Polycentrism : Towards a Redefinition of the Sub-Centre Concept. » *Urban Studies*, à paraître.
- Garreau, J. 1991. *Edge Cities*. Doubleday, New York.
- Gaschet, F. 2001. *La polycentralité urbaine*. Thèse en Sciences Economiques, Université Montesquieu Bordeaux IV, décembre, 345 p.
- Gaschet, F. et C. Lacour. 2002. « Métropolisation, centre et centralité. » *Revue d'Economie Régionale et Urbaine*, 1 : 49-72.

- Giuliano, G. et K.A. Small. 1991. « Subcenters in the Los Angeles Region. » *Regional Science and Urban Economics*, 21, 2: 163-182.
- Gordon, P. et H.L. Wong. 1985. « The Costs of Urban Sprawl : Some New Evidence. » *Environment and Planning A*, 17: 661-666.
- Jun, M.J. et S.K. Ha. 2002. « Evolution of Employment Centers in Seoul. » *Review of urban and regional development studies*, 15 (2): 170-186.
- Massot, M.H. et E. Roy. 2004. *Lieu de vie-Lieu de travail. 25 ans d'évolution de la distance au travail*. Rapport INRETS, mars, 144 p.
- McDonald, J.F. 1987. « The Identification of Urban Employment Subcenters ». *Journal of Urban Economics*, 21: 242-258.
- McDonald, J.F. et D.P.McMillen. 1990. « Employment Subcenters and Land Values in a Polycentric Urban Area: The Case of Chicago. » *Environment and Planning A*, 22: 1561-1574.
- McMillen, D.P. 2001. « Non Parametric Employment Subcenter Identification. » *Journal of Urban Economics*, 50 (3): 448-473.
- Mercier, S. 2007. « Se rendre à son travail: accessibilité de l'emploi francilien selon les activités, » dans Pumain, D et Mattei, M.F., *Données urbaines*, tome 5, Economica, 97-111.
- Mignot D., A.Aguilera, D. Bloy, D. Caubel et J.L. Madre. « Formes urbaines, mobilité et ségrégation. Une comparaison Lille, Lyon et Marseille (France). » *Recherche Transports Sécurité (RTS)*, 25 (102) : 47-59.
- Naess, P. et Sandberg, S.L. 1996. « Workplace Location, Modal Split and Energy Use for Commuting Trips. » *Urban Studies*, 33 (3): 357-380.
- Orfeuill, J.P., 2000. *L'évolution de la mobilité quotidienne*. Synthèse INRETS n°37, 146 p.
- Sarzynski, A., R. Hanson et H. Wolman. 2005. « All Centers Are Not Equal: An Exploration of the Polycentric Metropolis ». *GWIPP Working Paper Series n°015*, avril.
- Senecal, G., R. Haf, P.J. Hamel, C. Poitras et N. Vachon. 2002. « La forme de l'agglomération montréalaise et la réduction des gaz à effet de serre : la polycentralité est-elle durable ? » *Canadian Journal of Regional Science/Revue canadienne des sciences régionales*, 25 (2): 135-152.
- Schwanen, T., F.M. Dieleman et M. Dijst. 2004. « The Impact of Metropolitan Structure on Commute Behavior in the Netherlands. A Multilevel Approach ». *Growth and Change*, 35 (3): 304-333.
- Shearmur, R. 2006. « Travel from Home: An Economic Geography of Commuting Distances in Montreal. » *Urban Geography*, 27 (4): 330-359.
- Travisi, C.M., R. Camagni et P. Nijkamp. 2009. « Impacts of Urban Sprawl and Commuting: A Modelling Study for Italy. » *Journal of Transport Geography*, 18 (3): 382-392.