



HAL
open science

Accessibilité aux infrastructures de transport et ”franchissement d’échelles”. Une approche multiscalaire de la mobilité quotidienne en Ile-de-France et dans la région Rhin-Ruhr

Florent Le Néchet

► **To cite this version:**

Florent Le Néchet. Accessibilité aux infrastructures de transport et ”franchissement d’échelles”. Une approche multiscalaire de la mobilité quotidienne en Ile-de-France et dans la région Rhin-Ruhr. 11ème colloque du groupe de travail ” Mobilités Spatiales et Fluidité Sociale ” (MSFS) de l’Association Internationale des Sociologues de Langue Française (AISLF) : Mobilités spatiales et ressources métropolitaines : l’accessibilité en questions, Mar 2011, Grenoble, France. halshs-00626882

HAL Id: halshs-00626882

<https://shs.hal.science/halshs-00626882>

Submitted on 27 Sep 2011

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L’archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d’enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

COMMUNICATION AU COLLOQUE MOBILITES SPATIALES ET FLUIDITES SOCIALES 2011 :
Mobilités spatiales et ressources métropolitaines : l'accessibilité en questions

Grenoble, 24 et 25 mars 2011

11ème colloque du groupe de travail « Mobilités Spatiales et Fluidité Sociale »
de l'Association Internationale des Sociologues de Langue Française (AISLF)

**Accessibilité aux infrastructures de transport et
« franchissement d'échelles »
Une approche multiscale de la mobilité quotidienne
en Ile-de-France et dans la région Rhin-Ruhr.**

*Florent Le Nechet
Laboratoire Ville Mobilité Transport.
ENPC – LVMT, Marne-la-Vallée*

Coordonnées de l'auteur

LE NECHET Florent. Laboratoire Ville Mobilité Transport.
ENPC – LVMT, 6, 8 avenue Blaise Pascal. Champs sur Marne. F-77455 Marne-la-Vallée Cedex 2.

Accessibilité aux infrastructures de transport et « franchissement d'échelles » : une approche multiscale de la mobilité quotidienne en Ile-de-France et dans la région Rhin-Ruhr.

Résumé de la communication :

L'étude des liens entre forme urbaine, accessibilité et pratiques effectives de mobilité quotidienne est abordée au prisme d'une échelle de fonctionnement intermédiaire, entre les échelons locaux traditionnellement étudiés (la commune, en Ile-de-France) et l'échelon de l'aire fonctionnelle entière. Une méthodologie générique de construction de bassins d'emplois est détaillée, puis appliquée aux espaces métropolitains d'Ile-de-France et de la région Rhin-Ruhr. La mobilité quotidienne (part modales, distances parcourues, fraction de trajets locaux) est alors analysée à cette échelle, en insistant sur la pertinence de mesures d'accessibilités à chacun des niveaux distingués.

1. Contexte et problématique

L'émergence d'une ville automobile (Wiel, 1999) au cours de la seconde moitié du vingtième siècle correspond à la forte croissance de zones urbanisées de densités moyennes et faibles, avec des conséquences à plusieurs échelles spatiales : étalement urbain et urbanisation diffuse à l'échelle locale : polycentrisme et émergence de polarités secondaires, surtout à la lisière des villes américaines.

Dans des espaces métropolitains articulés à plusieurs échelles spatiales (Lacour, 1999), les infrastructures de transports jouent un rôle clé dans l'appropriation de l'espace-temps par les individus (Bavoux, 2005). La disjonction entre bassins de vie, au sein desquels la plupart des déplacements sont réalisés, et déplacements pendulaires qui dépassent les limites de ces bassins (Aguilera, 2006) souligne une organisation de plus en plus polycentrique des plus grandes métropoles européennes (Berroir & al. 2007). Les choix de localisation des individus au sein des espaces métropolitains sont peut-être de moins en moins astreints à la proximité physique au lieu d'emploi. Une enquête récente souligne que les qualités propres du lieu d'habitation sont regardées en priorité par les ménages, par rapport au lieu d'emploi, lors de l'acquisition d'un bien immobilier (Kestens, 2007, pour le cas de Québec).

1.1 Métropolisation, étalement urbain et mobilité quotidienne.

Sur le temps long, la réduction des coûts de transport s'accompagne d'une transformation de la structure des systèmes de villes : Bretagnolle & al. (2007) mettent en évidence, aux Etats-Unis, en Europe et en Inde, un renforcement des inégalités entre les tailles des villes entre 1900 et 2000 ; dans le même temps, les progrès des techniques de transport permettent aux individus d'être localisés de plus en plus loin des activités effectuées. Dynamiques intra-urbaine et inter-urbaine s'entremêlent : d'après Pumain & al. (2006), une ville ayant une fonction de centre dans son système urbain avait avant le XIX^e siècle une portée de 20 kilomètres (une portée d'un jour), tandis que cette portée est de l'ordre de 200 kilomètres aujourd'hui, distance bien plus importante que la maille élémentaire de la trame urbaine en Europe (15 kilomètres) ou aux Etats-Unis (36 kilomètres)¹.

¹ Distance moyenne entre agglomérations de plus de 10 000 habitants (Bretagnolle & al, 2007).

La typologie de Champion (2001) rend compte de l'emboîtement d'échelles fonctionnelles évoluant au fil de l'histoire urbaine jusqu'à l'émergence de régions polycentriques :

- Evolution centrifuge : il s'agit typiquement des métropoles américaines se développant à partir d'un centre avec l'émergence de concentrations secondaires, type *Edge Cities*.
- Incorporation depuis un centre : des villes secondaires historiquement présentes sont progressivement intégrées à la croissance de la métropole (ex : Paris).
- Fusion : des villes historiquement disjointes sont réunies au sein d'un ensemble fonctionnel plus large (ex : Randstad Holland).

Dans ces espaces métropolitains organisés de façon complexe, les déplacements des individus sont orientés par l'offre d'activités, inégalement répartie sur le territoire ; l'accessibilité aux infrastructures de transport conditionne pour partie la possibilité de franchir des échelles spatiales, c'est-à-dire dans ce contexte d'habiter et de travailler dans deux bassins d'emploi différents. L'exemple des villes nouvelles franciliennes (Berroir & al., 2005) illustre l'émergence de pôles d'emploi régionaux (Cergy-Pontoise, Marne-la-Vallée, Saint-Quentin-en-Yvelines) et de pôles à l'attractivité plus faible (Evry, Melun-Sénart).

Les liens entre forme urbaine et mobilité quotidienne font l'objet d'une littérature abondante, n'offrant pas de consensus sur ces questions, sous l'angle des conditions de choix des individus (accessibilité aux infrastructures de transport, Bonnel, 2001, environnement urbain local, Cervero, 1997) ou selon une approche agrégée, dans laquelle les choix de localisation et de déplacements individuels sont synthétisés par un petit nombre d'attributs urbains : densité de population, part des trajets réalisés en transports (Newman & Kenworthy, 1989). Parmi les questions fréquemment abordées à ce niveau d'analyse : les déplacements sont-ils plus longs dans une ville monocentrique que dans une ville polycentrique (Kutter, 1998) ? Le recours au véhicule particulier est-il plus important dans un contexte d'urbanisation diffuse (Cirilli & Veneri, 2009) ?

Dans un contexte d'interrogations sur le développement urbain soutenable (Hattem, 1990 ; Sougareva & Holec, 2002), l'émergence d'organismes de gouvernance métropolitains (Londres, Stuttgart) (Lefèvre, 2009) révèle la pertinence de cette échelle d'aménagement : faut-il privilégier une mobilité à l'empreinte énergétique douce (Newman & Kenworthy, 1999) ou à la maximisation des trajets locaux (« ville cohérente », Korsu & Massot, 2006) ?

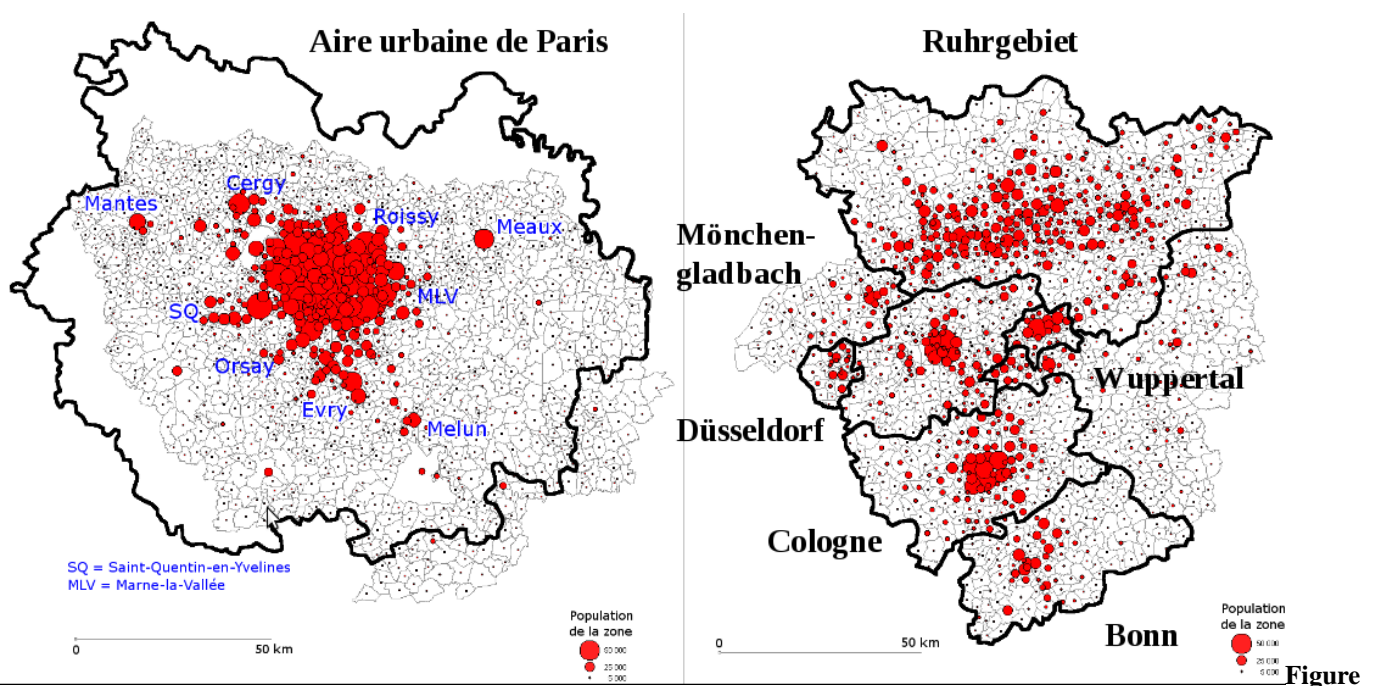
L'approche locale constitue le corpus d'étude le plus abondant et l'accessibilité aux ressources métropolitaines est le plus souvent mesurée par la distance au centre de l'agglomération (Nicolas & al., 2002). L'enquête de Pan & al. (2009) sur quatre quartiers de Shanghai est plus originale, prenant en compte simultanément des attributs métropolitains (distance au centre, distance au pôle secondaire le plus proche) et des attributs locaux (nombre d'arrêts de bus et de train) pour conclure à la possibilité de réduire la dépendance à l'automobile par des actions urbanistiques volontaristes.

La localisation des habitants dans la ville et les pratiques de mobilité des individus sont influencées par la proximité aux infrastructures de transport, collectif ou non, qui seront ici considérées comme les « ressources métropolitaines » étudiées. Ainsi, dans les plus grandes métropoles où coexistent plusieurs niveaux de service, plusieurs échelles d'infrastructures sont imbriquées (par exemple : métro et R.E.R. en Ile-de-France ; U-Bahn et S-Bahn en Allemagne), l'hypothèse selon laquelle l'accessibilité à des ressources de différents niveaux est liée à des pratiques de mobilité franchissant plus ou moins facilement les échelles intermédiaires, sera testée : l'accessibilité aux ressources de transport « locales » favorise-t-elle une mobilité locale ? L'accessibilité aux ressources de transport « métropolitaines » favorise-t-elle une mobilité sortant des principaux bassins existant ?

1.2 Etudes de cas : Ile-de-France et région Rhin-Ruhr

Dans cet article, une méthodologie harmonisée permet la comparaison entre deux régions métropolitaines en Europe, l'Ile-de-France et la région Rhin-Ruhr (en Allemagne). Ces deux régions sont peuplées d'environ 10 millions d'habitants sur 10 000 km² ; elles correspondent respectivement à des structures monocentriques, et polycentriques (voir figure 1). Elles sont identifiées par les littératures économiques (OCDE, 2006) et du « regional planning » (Knapp & Schmidt, 2003) comme des entités géographiques comparables. Toutefois, ce ne sont ni des agglomérations ni des aires fonctionnelles de même ampleur : à titre d'exemple, les aires fonctionnelles de l'Audit Urbain (Eurostat) font apparaître six aires adjacentes dans la région Rhin-Ruhr, tandis que l'Ile-de-France se superpose peu ou prou avec l'aire urbaine de Paris (INSEE, données de 1999).

L'organisation spatiale et l'histoire de ces deux régions est très différente : la région Ile-de-France constitue le cœur économique de la France, et est fortement polarisée sur Paris, sur le temps long. Les villes nouvelles, quoique polarisant effectivement une partie de l'emploi francilien, ne constituent pas des villes véritablement indépendantes fonctionnellement. L'histoire de la région Rhin-Ruhr est, à l'inverse, marquée par plusieurs fractures : territoriales, étant située à la limite d'aires culturelles (Blotevogel, 2001) ; économiques (entre le nord, au lourd passé industriel, et le sud, davantage orienté vers le tertiaire ; Knapp & al. 2005) ; politiques, puisqu'elle n'existe pas en tant qu'autorité métropolitaine mais est au contraire insérée entre le pouvoir de communes « arrondissement urbain » et le pouvoir régional (la région Rhin-Ruhr est entièrement incluse dans le land de Rhénanie-du-Nord Westphalie). Les aires fonctionnelles de Cologne, de Düsseldorf et des plus grandes villes de la Ruhr (Dortmund, Essen, Duisbourg) sont imbriquées, mais l'intégration fonctionnelle de la région Rhin-Ruhr est moins forte qu'en Ile-de-France. La carte de la figure 1 représente à la fois l'organisation spatiale de la population, et les contours des aires fonctionnelles de l'Audit Urbain. Notons que pour produire une telle carte, et pour l'ensemble des analyses qui suivent, les zonages des deux régions ont été harmonisés afin de travailler avec des entités géographiques comparables : les communes, en Ile-de-France, et des agrégats de zones de transport, dans la région Rhin-Ruhr.



1 : Répartition de la population en Ile-de-France et dans la région Rhin-Ruhr.

Les infrastructures de transport sont également organisées à plusieurs échelles géographiques. En Ile-de-France, deux réseaux radioconcentriques permettent la desserte de la zone dense (le métropolitain est ouvert à partir de 1900) et de la région francilienne (organisé autour des lignes ferroviaires historiques – la ligne Paris-Le Pecq est inaugurée en 1837 – et plus récemment du Réseau Express Régional). Dans la région Rhin-Ruhr, la situation est différente, avec une succession de réseaux locaux en étoile (métro à Dortmund ; pré-métro à Cologne-Bonn ; tramways à Düsseldorf ; monorail à Wuppertal) et un réseau métropolitain reliant ces différentes centralités (S-Bahn), constitué à partir de 1968 en complément d'un réseau ferroviaire régional plus ancien. La carte de la figure 2, donnant les principales lignes de ces réseaux à la même échelle, illustre les deux structures évoquées ; le tableau 1 conclue cette description par quelques statistiques basiques sur la population et l'accessibilité aux transports collectifs dans ces deux régions : la centralité et la densité parisienne permet d'offrir une accessibilité aux transports collectifs plus importante que dans la région Rhin-Ruhr.

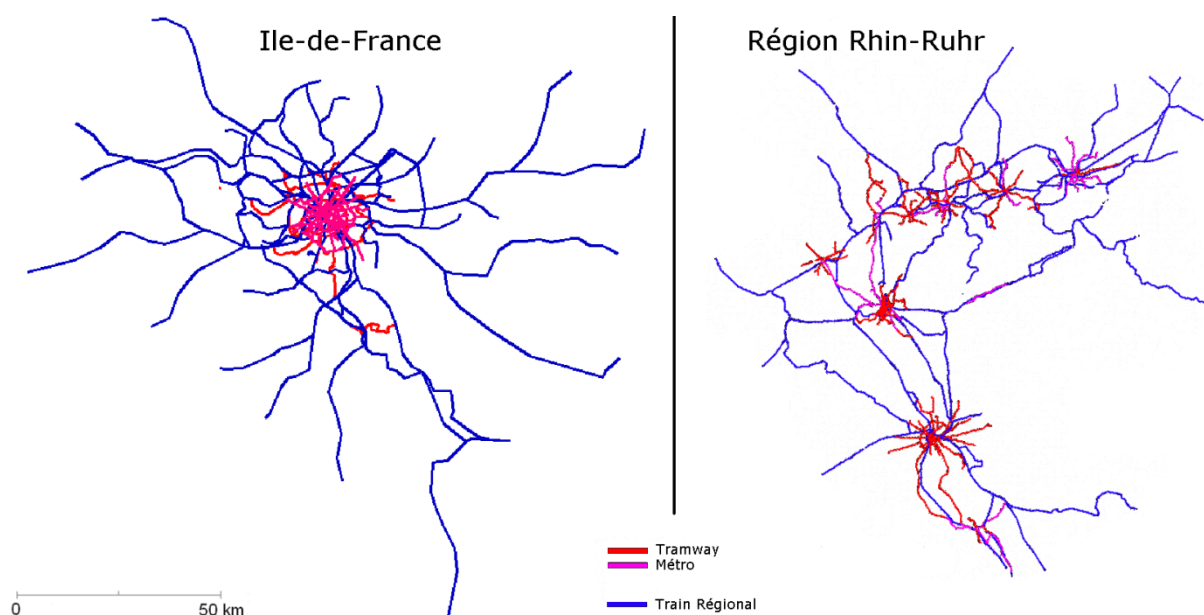


Figure 2 : Exemple de deux réseaux de transport organisés à différentes échelles spatiales : Ile-de-France (gauche) et région Rhin-Ruhr (droite).

	Ile-de-France	Région Rhin-Ruhr
Population totale	10,9 M	11,9 M
Nombre d'emplois	4,8 M	6,1 M
Nombre de communes	1300	1265*
Population située à moins de 500 m d'une station de métro / U-Bahn	2,6 M	1,6 M
Population située à moins de 1 km d'une station de RER / S-Bahn	3,6 M	2,2 M

Tableau 1 : description des territoires comparés. * : les zones de la région Rhin-Ruhr sont constituées de façon à rendre la comparaison possible avec l'Ile-de-France.

Les pratiques de mobilité au sein des deux régions sont assez différenciées, faisant écho aux caractéristiques d'accessibilité déjà évoquée. On observe notamment sur le tableau 2 une utilisation plus importante des transports collectifs en Ile-de-France (44% des trajets au lieu de 18%) et une utilisation des modes doux (marche et vélo) supérieure dans la région allemande (18% au lieu de 12 %). Par contre, la distance moyenne domicile-travail (à vol d'oiseau) est assez similaire dans les deux espaces (autour de 10 kilomètres). Ce constat nuance l'image d'une intégration moindre de la région Rhin-Ruhr, ainsi que suggérée par la figure 1 : les déplacements entre aires fonctionnelles, qui induisent de longues distances

sont assez nombreux pour contrebalancer la différence de taille des principales agglomérations. Notons également ce résultat attendu : la portée moyenne des déplacements en transports collectifs (TC) ferrés est supérieure dans les deux régions à celle des déplacements en voiture. Afin d'explorer de façon reproductible la question de l'articulation entre échelles spatiales, et en particulier les liens entre accessibilité aux infrastructures de transport et « franchissement » d'échelles spatiales, une méthodologie est mise en place pour détecter les principales polarités d'emploi ainsi que les bassins d'emploi correspondant.

	Ile-de-France		Rhin-Ruhr	
	Part modale (%)	Distance (km)	Part modale (%)	Distance (km)
Voiture	44,1	10,6	64,0	13,8
Modes doux	11,8	1,5	18,4	2,1
TC – ferrés	35,1	12,2	6,0	17,6
TC – autres	9,0	6,9	11,6	6,3
Moyenne	-	9,8	-	11,0

Tableau 2 : Statistiques descriptives de la mobilité domicile-travail au sein des deux régions.

2. Structure métropolitaine à deux niveaux des déplacements domicile-travail

Pour étudier la mobilité à plusieurs échelles dans ces deux régions, plusieurs bases de données sont mobilisées : les infrastructures de transport et des matrices de mobilité domicile-travail, par mode de transport, issues de comptages ou de recensements nationaux et régionaux (le recensement de population et l'Enquête Globale de Transport, en Ile-de-France ; des comptages régionaux et une enquête nationale de mobilité pour la région Allemande). Une méthode d'harmonisation développée spécifiquement permet de disposer d'une matrice de navettes, avec pour chaque couple de zones élémentaires, le nombre de trajets réalisés en voiture, en transports collectifs (train et bus), et en modes doux.

Dans cette section, une méthodologie de détection des pôles d'emploi est détaillée, suivant les travaux de Berroir & al. (2007). Il s'agit notamment de disposer d'un cadre d'analyse non-monocentrique, permettant une comparaison des deux espaces métropolitains fortement différenciés. A titre d'exemple, l'étude des distances domicile-travail et des parts modales par rapport à l'éloignement au centre de Paris, en Ile-de-France (la voiture est d'autant plus utilisée que la commune se trouve éloignée de Paris) n'a pas d'équivalent immédiat dans la région Rhin-Ruhr. Par ailleurs, des travaux récents (Courel & al., 2005) ont souligné l'intérêt, même dans le cas parisien, d'enrichir la description centre-périphérie afin de mieux catégoriser les 70% de trajets franciliens entre banlieue et banlieue.

2.1 Méthode de détection de bassins d'emploi

La littérature de détection systématique des polarités dans le contexte urbain est assez récente, suivant les travaux de Giuliano & Small (1991), identifiant à Los Angeles des zones alliant forte concentration et forte densité d'emplois. La méthodologie de Berroir & al. (2007) s'appuie en plus sur les attractions entre zones, permettant de distinguer, au sein d'un territoire dense, les zones attirant les flux les plus importants. De façon détaillée, une méthode multicritère est mise en place afin de conserver dans chacune

des deux régions les communes (ou les zones élémentaires) jouant un rôle polarisant et constituant une concentration locale ou régionale d'emplois. Ces zones sont ensuite regroupées au sein de pôles multicommunaux ; par exemple, la ville nouvelle de Saint-Quentin-en-Yvelines est identifiée comme polarité disjointe, quoique contiguë de l'ensemble Versailles – Le Chenay – Vélizy. Cette méthode est mise en place conjointement dans les deux régions, faisant apparaître des polarités sémantiquement comparables. Au total, le tableau 3 répertorie le nombre de pôles obtenus en Ile-de-France et dans la région Rhin-Ruhr : la concentration de l'emploi apparaît plus importante dans la région Ile-de-France que dans la région Rhin-Ruhr (66 % des emplois localisés dans 7 % des communes, contre 42% localisés dans 14% des zones de la région Rhin-Ruhr). La figure 3 cartographie les pôles d'emploi obtenus.

	Ile-de-France	Rhin-Ruhr
Nombre de communes pôles	91 (7 %)	179 (14 %)
Nombre de pôles	40	65
Nombre d'actifs des pôles	2,15 M (45 %)	2,38 M (39 %)
Nombre d'emplois des pôles	3,14 M (66 %)	2,53 M (42 %)
Emploi total	4,78 M	6,07 M

Tableau 3 : description des pôles multicommunaux obtenus, après application de la méthode.

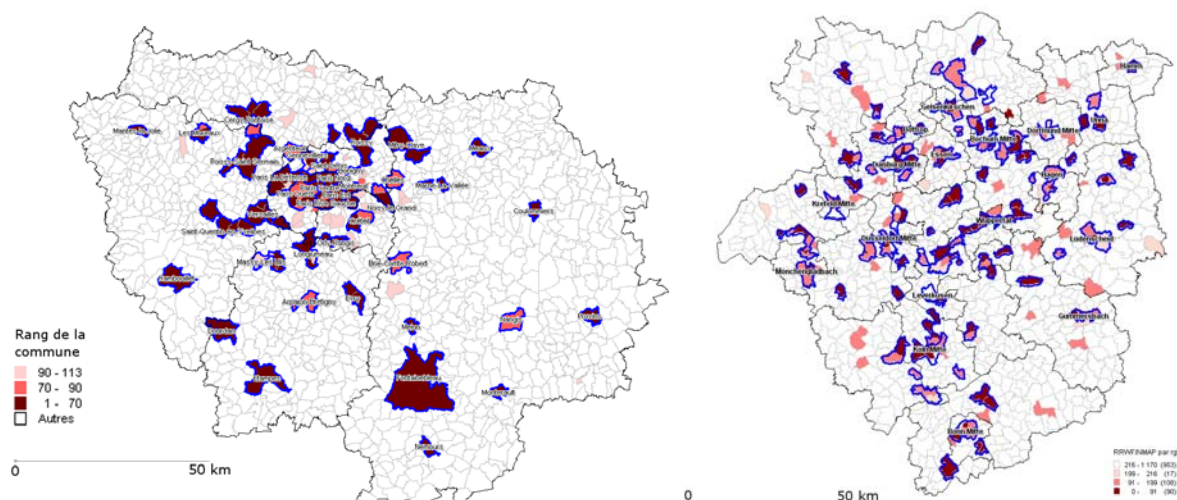


Figure 3 : Pôles d'emploi en Ile-de-France et dans la région Rhin-Ruhr.

Dans nouveau cadre de référence (tableau 4), la mobilité domicile-travail peut-être comparée entre les deux métropoles. En particulier, les pôles de la région Rhin-Ruhr, bien que couvrant une superficie plus importante, apparaissent moins polarisants (40 % de trajets hors pôles contre moins de 30 % en Ile-de-France) et moins connectés entre eux (7% des trajets entre pôles disjoints contre près de 20 % dans la région Rhin-Ruhr).

Part des trajets :	Ile-de-France, 1999	Rhin-Ruhr, 2002
Hors pôles	26 %	40 %
Vers pôles	29 %	21 %
Interne pôles	19 %	14 %
Entre pôles	18 %	7 %
Sortant pôles	8 %	18 %

Tableau 4 : typologie des flux dans les deux espaces métropolitains.

2.2 Méthode de détection des bassins

Une fois ces polarités identifiées au sein de la métropole, des bassins peuvent être constitués sur la base des relations fonctionnelles entre lieux. Plusieurs méthodes peuvent être retenues pour établir des bassins d'emploi : minimisation des flux sortants, polygones de Thiessen, à titre d'exemple. Ici, à l'inverse des

bassins d'emploi distingués par l'INSEE (1993), nous visons ici à prendre en compte l'existence de territoires multipolarisés, et de zones moins connectées à la métropole. Nous détaillons dans cette section la méthodologie développée. Pour rattacher une commune à un pôle, deux attributs sont observés en priorité :

- la distance à vol d'oiseau entre la commune et les pôles constitués,
- la polarisation de la commune par les pôles constitués.

De façon détaillée, soit Z la commune considérée. Les P pôles sont numérotés $1 \leq k \leq P$: soit $(d_k)_{1 \leq k \leq P}$ et $(n_k)_{1 \leq k \leq P}$ respectivement la distance entre Z et le pôle k et le nombre d'actifs de Z travaillant dans le pôle k . La détermination des bassins est effectuée entre trois étapes :

1. Une partition provisoire du territoire est réalisée, par compromis entre les deux visions alternatives suivantes :
 - a. La commune doit être rattachée au pôle le plus proche géographiquement (vision des polygones de Thiessen).
 - b. La commune doit être rattachée au pôle auquel elle est la plus connectée (vision purement fonctionnelle).

Pour réaliser ce compromis, un score est attaché à chaque pôle. Si A est le pôle le plus proche, et B le pôle attirant le plus d'actifs de la part de la commune, $\frac{d_A}{d_k}$ et $\frac{n_k}{n_B}$ sont respectivement le score de distance et le score de polarisation du pôle k (chaque score vaut entre 0 et 1). Le produit des scores, valeur adimensionnelle, permet de comparer les contributions relatives de ces deux scores.

Temporairement, la commune Z est rattachée au pôle maximisant le score $\frac{d_A}{d_k} \times \frac{n_k}{n_B}$.

Cependant, dans des espaces organisés de façon complexe, la partition du territoire réalisée par cette approche ne constitue pas des zones contiguës ; à titre d'exemple, le pôle de Paris Ouest, très fortement polarisant, est retenu par de nombreuses communes dans toute la région à l'issue de cette première étape. De plus, l'existence de zones multipolarisées, ou au contraire peu intégrées à la métropole, n'est pas prise en compte par cette approche.

2. Les communes sont réunies au sein de bassins unipolarisés, multipolarisés ou considérés comme à la frange de la métropole. Pour compléter la première étape, deux critères sont observés, afin d'affecter une commune à l'une ou l'autre de ces catégories :

- Le taux d'intégration métropolitaine

Soit A le nombre d'actifs de la commune Z . Soit $N_p = \sum n_k$ le nombre total d'actifs de la commune Z travaillant dans un des pôles métropolitain. Le taux d'actifs métropolitains est défini par :

$$I = \frac{N_p}{A}$$

- La distribution des flux vers les différents pôles. De façon spécifique, le calcul d'entropie suivant permet de différencier des communes unipolarisées (entropie faible) et multipolarisée (entropie forte).

$$E = -\frac{1}{\ln P} \sum_{k=1}^P \frac{n_k}{N_p} \ln \frac{n_k}{N_p}$$

- La partition est finalisée sur des critères de contiguïté. Cette étape est effectuée manuellement, sur un logiciel de Système d'Information Géographique. Il s'agit de regrouper, sur un critère de contiguïté spatiale, des zones ayant un taux d'intégration métropolitaine et une entropie de la distribution des flux similaires.

A l'issue de cette méthodologie, 56 bassins d'emploi sont distingués dans la région Ile-de-France et 84 bassins dans la région Rhin-Ruhr (voir annexe). Les populations sont inégalement réparties au sein de ces bassins ; en Ile-de-France, six bassins ont une population supérieure à 500 000 habitants, dont le bassin de Roissy-en-France, qui s'étend sur environ 500 km², des chiffres similaires à ceux de l'aire urbaine de Douai-Lens, à titre d'exemple. Les cartes ci-dessous répertorient les bassins obtenus en Ile-de-France et dans la région Rhin-Ruhr.

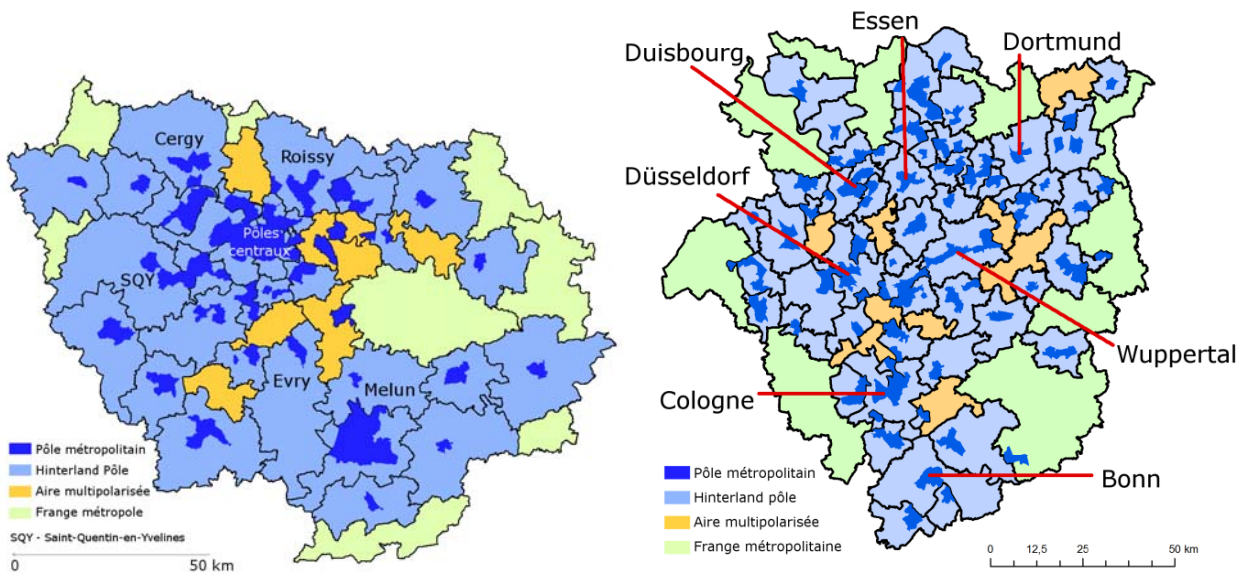


Figure 4 : Bassins d'emploi en Ile-de-France et dans la région Rhin-Ruhr.

2.3 Description qualitative des bassins

Parmi ces bassins d'emploi, seuls onze en Ile-de-France sont dotés d'infrastructures de transports en site propre à desserte locale (métro, tramway, TCSP²) : les six parisiens, plus Créteil, Saint-Denis, Bobigny, Gennevilliers et Montreuil. Notons que Roissy, Cergy-Pontoise, Saint-Quentin-en-Yvelines, Massy-les-Ulises, chacun peuplé de plus de 300 000 habitants, ne possèdent pas de tel réseau. Dans la région Rhin-Ruhr, plus du tiers des bassins (trente, et en particulier tous ceux de plus de 300 000 habitants) sont dotés d'infrastructures « lourdes » de transport local (Cologne, Essen, Dortmund, Düsseldorf, Wuppertal, Bonn, Krefeld et Duibourg pour les huit premiers).

La mobilité entre ces bassins occupe une fraction importante des flux domicile-travail : 58% en Ile-de-France et 49 % dans la région Rhin-Ruhr ; quels sont les déterminants de telles mobilités « métropolitaines » ? Si les études empiriques présentées dans la troisième partie sont évidemment dépendantes des bassins retenus, et en particulier liés à leur superficie inhomogène, des différences structurelles peuvent être observées entre les deux régions.

² Transport en Commun en Site Propre.

3. Mobilité interne et mobilité entre bassins

Après avoir présenté brièvement les pratiques de mobilité au niveau des bassins d'emploi obtenus, nous évaluons les liens entre pratiques de mobilité (parts modales, distances parcourues) et accessibilité offerte par les systèmes de transport : accès local aux stations de transport collectifs, vitesses permises par le réseau.

3.1 Mobilité domicile-travail au sein des bassins

Dans un premier temps, des statistiques descriptives permettent d'illustrer la variabilité de comportement de mobilité entre les différents bassins. Nous nous limitons ici aux résultats des bassins de plus de 230 000 habitants, dans chacune des deux régions. Le tableau 5 répertorie quelques attributs géographiques de ces bassins, dans chacune des deux régions ; on peut observer une densité nette et une accessibilité aux ressources de transport métropolitaines (R.E.R., S-Bahn) plus importante en Ile-de-France ; la densité nette de population est maximale à Düsseldorf, équivalente à celle de Créteil. L'accessibilité locale (métro, U-Bahn) est par contre bien plus inégalement répartie dans les principaux bassins franciliens, avec la persistance d'un modèle centre-périphérie (seuls les pôles de première couronne sont desservis). De même, le pourcentage de surface « dense » (la superficie pour laquelle la densité de population est supérieure à 10 habitants par hectare) est bien plus homogène dans l'échantillon de bassins de la région Rhin-Ruhr (autour de 40%). On a affaire dans la région francilienne à des bassins au tissu urbain varié, ce qui doit être pris en compte dans l'analyse des liens entre accessibilité et mobilité domicile-travail.

La part de trajets locaux est suivie dans la région Ile-de-France une courbe en « U », en fonction de la distance au centre : les principaux bassins parisiens possèdent une part de trajets locaux importante (environ 50%), de même que les bassins de seconde couronne (Evry, Cergy-Pontoise). A l'inverse, les bassins de la première couronne (Bobigny, Saint-Denis, Créteil, Versailles) semblent dépendre plus fortement de l'attractivité parisienne. La situation est différente dans la région Rhin-Ruhr, où un tel modèle centre-périphérie n'est pas observé.

Nom bassin	Population totale	Accessibilité locale	Accessibilité métropolitaine	Pourcentage dense	Densité nette	Part des trajets locaux
Paris Ouest	1 166 200	56,1	44,3	73,4	134	59,2
Paris La Défense	1 012 300	20,7	33,4	67,8	84,8	51,4
Paris Rive Gauche	705 700	57,3	54,1	91,9	150,2	46,9
Paris Est	624 000	81,1	29,9	69	244,2	40,1
Roissy	576 900	0	31,1	21,1	49,5	43,9
Paris Nord	503 000	91,1	23,2	91,8	270,5	42,4
Créteil	420 700	8,9	37,1	64,7	59	40,2
Cergy-Pontoise	330 800	0	25,9	16,7	35	47,8
Saint-Quentin-en-Yvelines	327 200	0	3,9	12,5	33,6	48,8
Massy-Les Ulis	304 600	0	49,3	22,4	36,1	42,5
Saint-Denis	261 000	20,6	51,4	67,4	99	33,7
Bobigny	258 800	17,2	36,8	91	84,6	30,4
Evry	240 800	0	33,3	10,4	31,2	49,8
Versailles	231 400	0	42,6	33,5	56,9	41,8

Nom bassin	Population totale	Accessibilité locale	Accessibilité métropolitaine	Pourcentage dense	Densité nette	Part des trajets locaux
Köln Mitte	754 913	61,3	28,4	45,6	58,9	60
Essen	519 257	23,5	49,3	65,2	52	60,7
Dortmund Mitte	499 735	42,9	35,8	49,9	44,7	63,2
Düsseldorf Mitte	488 156	30,2	51,6	40,3	60,5	52,6
Wuppertal	432 866	17,3	34,4	33,6	42,6	69,9
Bonn Mitte	396 011	32,3	0	24,5	36,3	63,9
Duisburg Mitte	247 327	31,3	24,7	45,5	59,1	44
Dortmund Nord	241 820	2	7,5	22,5	35,5	46,8
Siegburg-Troisdorf	241 391	5,9	14,7	20,4	33,1	53,8
Neuss	230 065	4,8	40,3	26,3	39,2	45,7

Tableau 5 : Description de l'accessibilité au sein des principaux bassins des deux régions.

3.3 Liens entre accessibilité aux ressources métropolitaines et « franchissement d'échelle »

Les attributs de mobilité domicile-travail sont ensuite différenciés selon que les flux soient locaux ou sortant des bassins ; on observera en particulier la distance moyenne des trajets ayant pour origine le bassin, et la part de ces trajets effectuée en voiture, et en modes doux. Le modèle centre-périphérie reste très structurant en Ile-de-France, où les bassins de seconde couronne (Cergy-Pontoise, Saint-Quentin-en-Yvelines, Massy-les-Ulis et Evry) restent fortement dépendants de l'automobile pour les trajets locaux. Le lien avec l'accessibilité locale apparaît fort dans ce cadre monocentrique. La situation est moins tranchée dans la région Rhin-Ruhr, où des bassins non centraux ont la part modale la plus forte (Siegburg-Troisdorf, à proximité de Cologne), et une des plus faibles (Dortmund Nord, à proximité de Dortmund) de l'échantillon. Il est notable que la part modale des trajets réalisés en voiture est pour certains bassins (Roissy, Créteil, Cergy-Pontoise, Saint-Quentin-en-Yvelines, Massy-les-Ulis et Evry) plus faible pour les

trajets sortants que pour les trajets locaux, témoignant d'une organisation à plusieurs niveaux de la région francilienne, où les trajets de plus longue portée sont réalisés en transports collectifs (TC) ; ce constat n'est pas rencontré dans la région Rhin-Ruhr, ce qui témoigne d'une structure spatiale différente. Les vitesses relatives³ sont un assez bon indicateur de l'utilisation des différents modes de transport : la vitesse des transports collectifs (TC) est importante pour les trajets locaux à Paris Nord et Düsseldorf (Mitte), et correspond à une utilisation de la voiture minimale ; à Roissy comme à Siegburg-Troisdorf, la voiture apparaît relativement performante et correspond à une utilisation accrue de la voiture. Cette coproduction observée entre accessibilité et pratiques de mobilité doit être interprétée avec précaution ; par exemple, à Saint-Denis, l'accessibilité routière est bonne mais ne correspond pas à une utilisation importante de la voiture. De façon plus générale, les corrélations entre forme urbaine et mobilité ne doivent pas être perçues comme illustrant des liens de causalités ; il s'agissait principalement ici de mettre en évidence la pertinence d'une échelle d'analyse intermédiaire, au niveau des bassins, pour une analyse multiscalaire des mobilités domicile-travail de grandes métropoles.

Nom bassin	Trajets locaux					Trajets sortants				
	Distance moyenne trajets (km)	Part modale voiture	Part modes doux	Vitesse voiture (relatif)	Vitesse TC (relatif)	Distance moyenne trajets (km)	Part modale voiture	Part modes doux	Vitesse voiture (relatif)	Vitesse TC (relatif)
Paris Ouest	3,4	28,4	24,7	82	89	13,5	44,9	2,7	77	87
Paris La Défense	3,8	37,2	24,3	99	106	14,5	40,6	2,5	84	89
Paris Rive Gauche	2	20,8	29,1	73	90	12,7	31,8	2,7	76	85
Paris Est	1,7	14,1	27,4	93	130	13	24,9	2,5	77	85
Roissy	5,8	60,1	18,4	156	112	22,2	42,5	1	113	105
Paris Nord	1,1	11,9	27,8	114	131	11,3	21,4	3,3	76	84
Créteil	3	51,1	24	80	107	17,2	44,5	1,2	81	98
Cergy-Pontoise	5,3	64,3	17,7	85	94	28,2	48	1	111	110
Saint-Quentin-en-Yvelines	5,9	66,6	17,2	98	97	27,3	59,6	0,9	108	115
Massy-Les Ulis	5	62	19,6	129	102	20,7	60,4	0,9	104	100
Saint-Denis	1,9	29	33,7	143	119	13,3	30,3	1,6	94	90
Bobigny	1,8	36,2	31,7	114	109	13,2	37,8	1,8	87	95
Evry	6,1	67,1	17,2	113	108	30,1	66,1	0,8	116	110
Versailles	2,8	47,7	29,7	33	125	18,2	56,5	0,8	48	105
Nom bassin	Distance moyenne trajets (km)	Part modale voiture	Part modes doux	Vitesse voiture	Vitesse TC	Distance moyenne trajets (km)	Part modale voiture	Part modes doux	Vitesse voiture	Vitesse TC
Köln Mitte	4,9	50,1	18,9	103	206	27,7	67,3	2,8	106	122
Essen	4,2	45,7	36,6	102	178	27,6	79,5	1,7	105	145
Dortmund	4,6	49,9	31,1	93	199	29,9	80,1	2,6	107	159
Düsseldorf Mitte	4,5	35,1	18,1	94	212	28,6	64,5	1,8	107	151
Wuppertal	4,3	55,7	25,8	98	93	28,3	81	1,3	99	87
Bonn	5,5	53,8	23,4	101	113	29	69,8	7,3	107	99

³ Ces valeurs correspondent aux vitesses pratiquées par les navetteurs issus du bassin concerné, rapportées à la moyenne calculée sur l'ensemble de la région, par mode de transport et catégorie de trajet (local ou sortant). Il s'agit de disposer de données comparables entre les deux régions.

Mitte										
Duisburg										
Mitte	3,4	50,3	31,2	105	157	24,1	66,7	5,5	109	132
Dortmund										
Nord	4,1	45,2	48,3	122	66	26,8	85,1	2,9	92	68
Siegburg-										
Troisdorf	5,8	67	22,1	108	102	27,4	77,5	6	102	113
Neuss	5,6	43,6	36,2	114	109	24,9	74,6	1,5	103	117

Tableau 6 : Description de la mobilité quotidienne au sein des principaux bassins des deux régions.

A titre d'illustration, une régression linéaire multiple explique une partie de la variabilité de la part de trajets internes aux bassins ; seuls des critères de forme urbaine (densité nette, proportion de la surface considérée comme dense) et d'accessibilité (vitesses pratiques par mode et type de trajet, accessibilité aux réseaux locaux et métropolitain) sont pris en compte ; l'analyse statistique proposée, simpliste, ne vise pas à expliquer le phénomène : les variables de régression sont corrélées ; elle vise toutefois à illustrer la complémentarité entre attributs de forme urbaine et d'accessibilité pour étudier la mobilité, à plusieurs niveaux.

Régression linéaire multiple : vitesse, accessibilité et densité

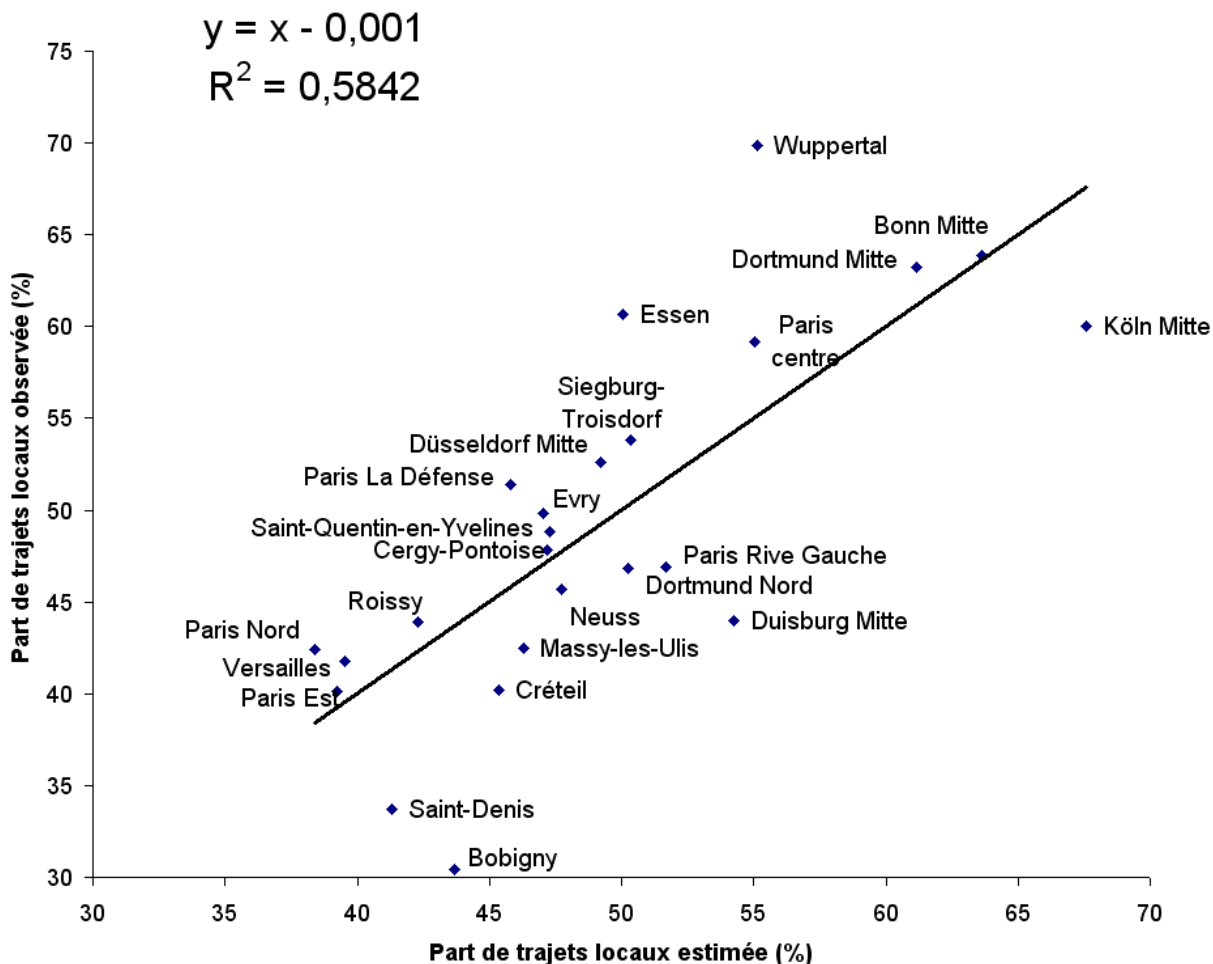


Figure 5 : Part de trajets locaux en fonction de la densité, de l'accessibilité et de la vitesse sur le réseau de transports collectifs. Le modèle est le suivant : $Y = 66,7 - 0,07 \text{ vitesseTClocal} + 0,56 \text{ accessLocal} - 0,24 * \text{densite}$.

Discussion

Cette approche à deux échelles de la mobilité domicile-travail repose sur une méthodologie harmonisée de construction des bassins d'emploi. Elle met en évidence, à ce niveau d'analyse, la persistance d'un modèle centre-périphérie en Ile-de-France, et la complexité de l'organisation polycentrique de la région Rhin-Ruhr, qui parvient moins à canaliser les flux sur des infrastructures performantes, surtout pour les trajets de longue portée, « métropolitains ».

En lien avec les problématiques actuelles d'aménagement métropolitains, on peut s'interroger sur la pertinence de politiques « locales » visant à renforcer la part de trajets locaux : les résultats proposés suggèrent une possibilité de réduire les trajets sortants en augmentant l'offre de transports collectifs locaux. Appliqué à Roissy, Saint-Quentin-en-Yvelines ou Cergy-Pontoise, bassins aussi peuplés qu'Orléans, par exemple, qui s'est doté d'un tramway en 2000, on peut envisager, si le contexte institutionnel le permettait, de tels investissements en infrastructure de transport. Dans le même temps, la métropole francilienne est articulée à deux échelles, principalement centrée sur Paris à l'échelle métropolitaine : une telle démarche ne pénaliserait-elle pas la performance des transports collectifs de niveau métropolitain ?

Pour étendre ces travaux, la prise en compte des catégories socio-professionnelles des navetteurs pourrait révéler des aptitudes différenciées à « franchir » les échelles métropolitaines, et à exploiter les infrastructures de transport de différents niveaux (voir travaux de Baccaïni, 1996, et Wenglenski, 2007).

Bibliographie

Aguilera, A. (2006), 'La proximité à l'emploi dans la ville polycentrique: le cas de l'aire urbaine de Paris, 1975-1999', *Les Cahiers Scientifiques du Transport* **49**, 29-49.

Bavoux, J.; Beaucire, F.; Chapelon, L. & Zembri, P. (2005), *Géographie des transports*, Armand Colin.

Berroy, S.; Cattani, N. & Saint-Julien, T. (2005), 'La contribution des villes nouvelles au polycentrisme francilien', Rapport de recherche pour le ministère de l'équipement, programme interministeriel "histoire et évaluation des villes nouvelles".

Berroy, S.; Mathian, H.; Saint-Julien, T. & Sanders, L. (2007), *La mobilité dans la construction du polycentrisme métropolitain*, Thériault, M. et Des Rosiers, F. (2007) "Information géographique et dynamiques urbaines", Lavoisier, 292p.

Blotvogel, H. (2001), 'Regionalbewusstsein und Landesidentität am Beispiel von Nordrhein-Westfalen', Institut für Geographie Gerhard-Mercator-Universität Duisburg. Diskussionspapier 2/2001.

Bonnell, P. (2001), 'Prévision de la demande de transport', Rapport HDR, Décembre 2001, 409.

Bretagnolle, A.; Pumain, D. & Vacchiani-Marcuzzo, C. (2007), *Les formes des systèmes de villes dans le monde*, Economica, Anthropos, pp. 301-314.

Cervero, R. & Kockelman, K. (1997), 'Travel demand and the 3Ds: Density, Diversity, and Design', *Transportation Research Part D* **2**(3), 199-219.

- Champion, A. (2001), 'A Changing Demographic Regime and Evolving Poly centric Urban Regions: Consequences for the Size, Composition and Distribution of City Populations', *Urban Studies* **38**(4), 657-677.
- Cirilli, A. & Veneri, P. (2009), 'Spatial structure and mobility patterns: towards a taxonomy of the Italian urban systems', *RIVISTA DI ECONOMIA E STATISTICA DEL TERRITORIO* **1**, 41.
- Courel, J.; Meyer, A. & D., N.-L. (2005), 'Répartition géographique des déplacements: une nouvelle approche', *Les Cahiers de l'Enquête Globale de Transport* **3**, 20.
- Giuliano, G. & Small, K. (1991), 'Subcenters in the Los Angeles region', *Regional Science and Urban Economics* **21**(2), 163-182.
- Hatem, F. (1990), 'Le concept de développement soutenable', *Economie prospective internationale* **44**, 101-117.
- Kestens, Y.; Thériault, M. & Des Rosiers, F. (2007), 'Choix résidentiels des ménages lors de l'acquisition d'une maison unifamiliale', in Thériault et Des Rosiers (2007) "*Information géographique et dynamiques urbaines*", *Lavoisier*, 292p.
- Knapp, W. & Schmitt, P. (2003), 'Re-structuring Competitive Metropolitan Regions in North-West Europe : on Territory and Governance', *European Journal of spatial development*.
- Knapp, W.; Scherhag, D. & Schmitt, P. (2005), 'Rhine-Ruhr: Qualitative Analysis of Service Business Connections', *Polynet Action 2.1* , 26.
- Korsu, E. & Massot, M.-H. (2006), 'Rapprocher les ménages de leurs lieux de travail : les enjeux pour la régulation de l'usage de la voiture en Ile-de-France', *les Cahiers Scientifiques du Transport* **50**, 61-90.
- Kutter, E. & Stein, A. (1998), 'Minderung des Regionalverkehrs. Chancen von Städtebau und Raumordnung in Ostdeutschland'.
- Lacour, P. & Puissant, S. (1999), *La métropolisation. Croissance, diversité, fractures*, Anthropos Collection Villes.
- Lefèvre, C.LGDJ, ed. (2009), *Gouverner les métropoles*.
- Newman, P. & Kenworthy, J. (1999), *Sustainability and Cities*, Island Press.
- Newman, P. & Kenworthy, J. (1989), *Cities and Automobile Dependence: An International Sourcebook*, Gower, Aldershot.
- Nicolas, J.-P.; Pochet, P. & Poimbeuf, H. (2002), 'Mobilité urbaine et développement durable : quels outils de mesure pour quels enjeux ?', *Les Cahiers Scientifiques du Transport* **41**, 53--76.
- OCDE (2006), 'Milan, Italy', Technical report, OCDE.
- Pan, H.; Shen, Q. & Zhang, M. (2009), 'Influence of Urban Form on Travel Behaviour in Four Neighbourhoods of Shanghai', *Urban Studies* **46** (2), 275-294.
- Pumain, D.; Bretagnolle, A. & Glisse, B. (2006), Modelling the future of cities, in 'European Conference of Complex Systems, Oxford University'.

Sougareva, N. & Holec, N. (2002), 'L'histoire des villes durables européennes', Technical report, Ministère de l'Ecologie et du développement durable, Paris.

Wiel, M. (1999), *La transition urbaine, ou le passage de la ville pédestre à la ville motorisée*, Mardaga.

Annexe : liste des bassins d'emploi obtenus

	NOM	POP		NOM	POP		NOM	POP
1	Paris Ouest	1 166 200	19	Orly-Rungis	197 000	39	Chelles	45 400
2	Paris La Défense	1 012 300	20	Argenteuil	175 300	40	A.M. Chelles-Mitry	43 900
3	Paris Rive Gauche	705 700	21	Poissy-Saint Germain	164 600	41	Marne-La-Vallée	42 600
4	Paris Est	624 000	22	A.M. Roissy-en-Brie	162 300	42	Oise	41 700
5	Roissy	576 900	23	Gennevilliers	140 600	43	A.M.-Etampes-	36 900
6	Paris Nord	503 000	24	Melun	139 900		-Dourdan-Bretigny	
7	A.M. Paris Est	470 000	25	Mantes-la-Jolie	132 800	44	Coulommiers	33 000
			26	Les Mureaux	115 300	45	Provins	32 900
8	Créteil	420 700	27	Montreuil	114 500	46	A.M. Meaux-	31 900
9	A.M. Arpajon	344 300	28	Meaux	102 200		-Coulommiers	
10	A.M. Paris Nord	332 000	29	Paris Centre	101 400	47	Nemours	31 300
11	Cergy-Pontoise	330 800	30	F. Brie	95 500	48	F. Meaux	30 300
12	Saint-Quentin-en-Yvelines	327 200	31	Noisy-le-Grand	91 000	49	Dourdan	26 700
			32	Fontainebleau	79 900	50	F. Coulommiers	20 700
13	Massy-Les Ulis	304 600	33	Arpajon-Bretigny	73 600	51	F. Nemours	17 600
14	Saint-Denis	261 000	34	Mitry-Claye	58 900	52	F. Vexin	16 100
15	Bobigny	258 800	35	Longjumeau	58 500	53	Nangis	14 800
16	Évry	240 800	36	Monterault	51 800	54	Brie-Comte-Robert	13 400
17	Versailles	231 400	37	Etampes	48 800	55	F. Mantois	11 700
18	A.M. Brie-Comte-Robert	198 200	38	Rambouillet	47 800	56	F. Provins-Monterault	5 800

Tableau 7 : Bassins d'emploi en Ile-de-France.

	NOM	pop		NOM	pop		NOM	pop
1	Köln Mitte	754913	29	Hagen	158929	57	A.M. Wuppertal-Hagen	75602
2	Essen	519257	30	Velbert	151180	58	Witten	73020
3	Dortmund Mitte	499735	31	Moers	145382	59	Kamen	69792
4	Düsseldorf Mitte	488156	32	Gelsenkirchen	142069	60	Gummersbach	69611
5	Wuppertal	432866	33	Bochum Ehrenfeld	139739	61	Dormagen	64031
6	Bonn Mitte	396011	34	Mülheim an der Ruhr	139147	62	Meckenheim	58557
7	Krefeld Mitte	295044	35	Bergisch Gladbach	135253	63	Schwerte	57419
8	Duisburg Mitte	247327	36	Mönchengladbach	132319	64	A.M. Rattigen-Mulheim	53310
9	Dortmund Nord	241820	37	Haan-Hilden	127508	65	F. Märk-Ober	52596
10	Siegburg-Troisdorf	241391	38	Dinslaken	123320	66	Düss-Oberkassel	50512
11	Neuss	230065	39	F. Märkischer	117978	67	Grevenbroich	47964
12	F. Köln	226991	40	Hamm	113746	68	Rheinhausen	47919
13	F. Oberbergischer	225858	41	Bochum Mitte	111391	69	Köln-Porz	44956
14	Sterkrade-Marxloh	219245	42	Brühl-Wesseling	109395	70	Krefeld A.M.	44917
15	Ge-Buer Gladbeck	205136	43	Hattingen	108506	71	Menden (Sauerland)	43922
16	Herne	199085	44	F. Marl	103941	72	Kempen	41545
17	Bochum Langendreer	192075	45	A.M. Köln Porz	100446	73	Wipperfürth	38950
18	Leverkusen	188843	46	Frechen-Kö-Weiden	99875	74	Mettmann	38301
19	Viersen	188230	47	Lüdenscheid	96683	75	Chempark Krefeld	36590
20	Marl	178001	48	Iserlohn	96246	76	Wetter (Ruhr)	34931
21	Recklinghausen	171006	49	Rattigen	94147	77	F. Hamm	31233
22	A.M. Leverkusen-Hilder	169686	50	Bottrop	93658	78	Haltern	31042
23	Remscheid	168595	51	Wesel	93520	79	Hürth	22150
24	F. Mönchengladbach	168382	52	F. Ruhr Nord	86891	80	F. Unna	21108
25	Unna	164838	53	Bonn Bad Honnef	81622	81	Werdohl	19291
26	F. Wesel Ouest	164351	54	A.M. Köln-Dormagen	81217	82	Halver	17533
27	Solingen	159901	55	Köln-Nord	78648	83	Düss-Benrath	15105
28	Oberhausen	159283	56	Wuppertal Sud	75716	84	F. Wesel Nord	13982

Tableau 8 : Bassins d'emploi dans la région Rhin-Ruhr.