CEPS
INSTEAD

WORKING PAPERS

Mobilité locale et périurbanisation transfrontalière

Philippe GERBER
Olivier KLEIN
Samuel CARPENTIER

Working Paper No 2010-22
July 2010

CEPS/INSTEAD Working Papers are intended to make research findings available and stimulate comments and discussion. They have been approved for circulation but are to be considered preliminary. They have not been edited and have not been subject to any peer review.

The views expressed in this paper are those of the author(s) and do not necessarily reflect views of CEPS/INSTEAD. Errors and omissions are the sole responsibility of the author(s).

Mobilité locale et périurbanisation transfrontalière

Philippe Gerber, Olivier Klein, Samuel Carpentier

CEPS/INSTEAD
44, rue Émile Mark, L-4501 Differdange

Résumé : Appliquée à l'aire métropolitaine transfrontalière luxembourgeoise, l'analyse du système de mobilité locale, réunissant les interactions entre les déplacements quotidiens et la mobilité résidentielle, permet de mieux appréhender les rouages et les conséquences spatiales d'une spécialisation fonctionnelle mettant concomitamment en œuvre une polarisation centre-périphérie classique et des différentiels frontaliers. Plus particulièrement, c'est en abordant les pratiques des déplacements domicile-travail ainsi que les choix résidentiels d'actifs frontaliers et résidents que cet article illustre les interdépendances fonctionnelles qui existent de part et d'autre des frontières grand-ducales, notamment par rapport au développement de la périurbanisation (transfrontalière). Ainsi, à partir de l'analyse conceptuelle des liens entre métropolisation et périurbanisation et une approche cartographique originale, il a été possible, grâce à l'exploitation des fichiers de la Sécurité Sociale luxembourgeoise et à l'aide de données d'enquête effectuées lors des dernières années, de remarquer trois processus majeurs. Premièrement, le bassin de main-d'œuvre du Grand-Duché s'est fortement étendu ces dernières années. Par ailleurs, si la capitale présente un bilan déficitaire en termes de mobilité résidentielle locale, elle s'avère être la porte d'entrée principale des migrants. Enfin, la frontière joue deux rôles distincts. Le premier est attractif en ce qui concerne la mobilité domicile-travail. Le deuxième rôle est celui d'une frontière barrière/aimant dans la mesure où la tendance dominante consiste à s'en rapprocher, tout en s'accompagnant d'une faiblesse relative des déménagements transfrontaliers.

Mots-clés : Mobilités quotidienne et résidentielle, champs vectoriels, Luxembourg, régions frontalières, périurbanisation.
Classification JEL : R23, R41, C19.

De par ses caractéristiques transfrontalières, les spécificités de l'aire métropolitaine luxembourgeoise font émerger une spécialisation fonctionnelle singulière. En effet, à la polarisation centre-périphérie classique s'ajoute des différentiels frontaliers concernant notamment les pratiques salariales (Berger, 2005) ou encore les prix fonciers. L'analyse du système de mobilité locale, réunissant les déplacements quotidiens et la mobilité résidentielle au sein de cette aire métropolitaine transfrontalière, permet de mieux comprendre les rouages et les conséquences spatiales de cette spécialisation fonctionnelle, et plus particulièrement la périurbanisation. En abordant les pratiques de mobilité domicile-travail ainsi que les choix résidentiels d'actifs frontaliers et résidents, ce chapitre illustre les interdépendances fonctionnelles qui existent de part et d'autre des frontières grand-ducales. Dans une première partie, nous reviendrons sur le concept de périurbanisation et ses liens avec le processus de métropolisation. Ensuite, une première analyse des flux de mobilité domicile/travail et des parcours résidentiels des actifs du Luxembourg permettra de mettre en évidence les formes actuelles de cette périurbanisation. Enfin, à travers la mise en œuvre d'une cartographie de champs vectoriels, inspirée des travaux de Tobler (1976), le rôle de la frontière au sein du système de mobilité locale sera mis en évidence.

SYSTEME DE MOBILITE LOCALE ET PERIURBANISATION

Si la métropolisation prend sa source dans les échanges mondialisés, cristallisés par les réseaux de villes (Castells, 1989), elle a néanmoins de nombreuses implications locales parmi lesquelles la périurbanisation.

A) METROPOLISATION ET PERIURBANISATION

L'étalement résidentiel, qui façonne depuis maintenant plus d'un siècle les paysages contemporains, peut se résumer à travers la succession de deux grandes étapes chronologiques. La première correspond à un étalement morphologique, lié notamment aux croissances économique (la révolution industrielle) et démographique (l'exode rural et l'augmentation de la population). Ces essors concomitants, accompagnés par le développement des transports en commun, alimentent d'abord le développement des

faubourgs accolés aux villes-centres au XIXe et au début du XXe siècle (Pinol, 1992), puis des banlieues, qu'elles prennent la forme de pavillons ou d'immeubles collectifs (Howard, 1985). La deuxième étape est plus récente ; il s'agit essentiellement d'un étalement résidentiel fonctionnel, qui n'est plus contigu avec la ville-centre (Dezert et al., 1991), mais qui reste facilement accessible grâce aux moyens de transport individuels rapides comme l'automobile. Lié d'un côté à la période des Trente Glorieuses, caractérisée par une large augmentation du niveau de vie, le baby-boom, de fortes potentialités d'ascension sociale (Fourastié, 1989), ainsi que des progrès indéniables au niveau de l'accessibilité (Wiel, 1999), cet étalement fonctionnel se renforce d'un autre côté par le processus de métropolisation. Cette seconde étape correspond finalement à des phases successives de périurbanisation, mises en lumière dès la fin des années 1960 aux États-Unis par Webber (1964) et en France par Bauer et Roux (1976).

Que ce soit sous la terminologie de zones périurbaines, de ville éparpillée, de suburbanisation, d'exurbanisation, de rurbanisation ou encore de territoires du village global (Viard, 1994), force est de constater que ces aires périphériques des grandes agglomérations accueillent depuis lors la majorité de l'essor démographique métropolitain occidental, bien que la revitalisation intra-urbaine comme la gentrification (Gerber, 2000) soit une réalité dans les pays développés (Collectif, 2004).

Dans tous les cas, le développement périurbain dépasse dorénavant la *suburbia* de la période industrielle pour englober une grande partie du monde rural. Indépendamment des limites territoriales administratives, les métropoles articulent d'une part les échanges à l'échelle mondiale, constituant ainsi une véritable économie en archipels (Veltz, 2005) sous forme de hubs, et d'autre part la mobilité des biens et des personnes à l'échelle locale (Orfeuil, 2000). C'est sur ce dernier aspect que se focalise ce chapitre.

B) LE SYSTEME DE MOBILITE LOCALE

Le développement de l'étalement résidentiel fonctionnel, du moins jusqu'à la fin du XX^{e} siècle, est issu des facilités et capacités grandissantes de la mobilité quotidienne, notamment du fait de la démocratisation de l'usage de l'automobile (Dupuy, 1999). Cette dernière a en

effet permis à une très grande majorité d'actifs de continuer à atteindre une offre de travail tout en élargissant leurs possibilités de mobilité résidentielle (Brun, Bonvalet, 2002). En outre, le marché foncier s'est considérablement durci avec des coûts de plus en plus élevés de location et d'accession, notamment dans les centres urbains, renforçant davantage les rentes foncières ; si bien que les lieux où se déroulent les activités routinières, et notamment le domicile et le lieu de travail, sont de plus en plus éloignés les uns des autres (Tabourin *et al.*, 1995) et les temps de la vie quotidienne de plus en plus fragmentés (Le Breton, 2005).

Même s'il est évident qu'un entrelacement indissoluble existe entre mobilité quotidienne et mobilité résidentielle dès lors que « les déplacements journaliers sont conditionnés par des choix résidentiels qui sous-entendent des options migratoires et vice versa » (Bottai, Barsotti, 2003), il n'y a, à notre connaissance, que très peu d'études qui s'y rapportent. Toutefois, Brulhardt et Bassand indiquaient déjà en 1981 la nécessité d'appréhender la mobilité spatiale en tant que système, articulant notamment mobilité résidentielle et mobilité quotidienne, en suivant les travaux pionniers de Yapa *et al.* (1971). Cette grille d'interprétation, séduisante par ses interactions, n'en demeure pas moins complexe et difficile à appréhender pour deux raisons principales : non seulement les données de ce type sont lacunaires en raison de la difficulté méthodologique à les recueillir sous la forme d'une enquête longitudinale analysant les comportements de mobilité quotidienne en fonction d'un changement de résidence, mais également du fait qu'en l'état, les paradigmes actuels de la mobilité ne fournissent pas les outils conceptuels nécessaires à l'étude de ces mêmes interactions. Cependant, certaines clés conceptuelles permettent ici de préciser ce que l'on entend par mobilité locale. Pour cela, trois étapes sont nécessaires.

La première veut que nous réservions le terme de mobilité spatiale aux personnes se déplaçant au sein d'un espace géographique défini. On rejoint ici la distinction tenue par Kaufmann (2005) entre, d'un côté, un déplacement dans l'espace et, de l'autre, un déplacement au sein d'une certaine échelle sociale. Dans une deuxième étape, ce principe de mobilité spatiale suppose que ce dernier soit doué d'une certaine « qualité sociale » : l'individu est ou peut être mû, en considérant ce mouvement comme une potentialité et/ou une compétence. Ainsi, selon ses caractéristiques sociales, la personne pourra, saura et voudra (ou non) se déplacer. La mobilité spatiale devient par conséquent mobilité socio-

spatiale ou, plus simplement, mobilité géographique. Enfin, et cela forme la dernière étape conceptuelle, la typologie de Kaufmann (2000) permet d'apporter une distinction pertinente en séparant différentes mobilités géographiques selon des critères spatio-temporels (tableau 1).

Tableau 1 – Les différentes mobilités géographiques

	Mouvement interne à un bassin de vie	**Mouvement vers l'extérieur d'un bassin de vie**
Mouvement cyclique	Mobilité quotidienne	Voyage
Mouvement linéaire	Mobilité résidentielle	Migration

Source : V. KAUFMANN, 2000

L'échelle temporelle oppose d'un côté les déplacements cycliques qui supposent, explicitement, une répétition régulière et, implicitement, un retour au point de départ, et, de l'autre, les déplacements linéaires, qui eux ne nécessitent pas de retour. La première temporalité renvoie ainsi au quotidien et la seconde au cycle de vie, lequel est à l'origine de nombreuses mobilités et migrations résidentielles (cf. article Lord & Gerber plus loin). L'échelle spatiale distingue, quant à elle, les mouvements internes à un bassin de vie et les déplacements externes à ce bassin de vie. L'INSEE (2003) propose de définir le bassin de vie comme « le plus petit territoire sur lequel les habitants ont accès à la fois aux équipements et à l'emploi ». Ce bassin est alors un espace offrant un potentiel d'activités (y compris l'emploi) et de logements aux individus, qu'ils fréquentent ou non ces lieux dans leur vie quotidienne. Il est clair que cette définition, servant plus loin de socle à l'analyse concrète de notre système de mobilité locale, exclut volontairement les migrations résidentielles[1].

À partir de cette typologie reposant sur la portée spatiale et temporelle des déplacements, la mobilité quotidienne est considérée ici comme l'ensemble des déplacements visant à réaliser les activités de la vie courante (travail, loisirs, achats, visites…) dont la portée est limitée (dans le temps et dans l'espace) selon deux critères :

- la distance entre le lieu d'activité et le domicile doit être inférieure à environ 100 km (si l'on s'intéresse aux modes rapides) ;

[1] Sur lesquelles nous fournirons néanmoins certains éléments de cadrage.

- l'activité doit donner lieu à une répétition régulière et à la mise en place de routines comportementales.

La mobilité résidentielle, quant à elle, se distingue de la migration résidentielle dans la mesure où cette dernière est davantage liée à un déplacement suite à une opportunité de travail dans une autre région, à un éventuel héliotropisme (nous pensons par exemple aux retraités), ou encore à des conditions de vie difficiles dans le pays d'origine (réfugié politique…). La mobilité résidentielle tient par contre davantage du cycle de vie (naissance d'un enfant, mariage…), d'opportunités du marché local du logement au sein d'espaces plus ou moins urbanisés, ou encore à des raisons de voisinage ou de cadre de vie, donc selon des stratégies résidentielles (Bonvalet, Fribourg, 1990) circonscrites. Certains auteurs parlent également de l'importance du capital spatial ou territorial, acquis au cours du temps en un lieu et non transférable physiquement en un autre plus ou moins éloigné (Lévy, 2003 ; pour le Luxembourg, Carpentier, Gerber, 2009). Cette limitation stratégique suppose dans tous les cas que la mobilité résidentielle s'inscrive dans une certaine continuité sociale, économique et culturelle.

Ainsi définie, la mobilité locale est un facteur puissant d'organisation de l'espace, porteuse d'enjeux sociétaux de grande importance, qui rejoignent souvent les questions environnementales (Newman et Kenworthy, 1999) ou encore les éventuelles discussions liées à l'entre-soi résidentiel (Maurin, 2004). Pour autant, mobilité quotidienne et mobilité résidentielle restent le plus souvent étudiées séparément plutôt que de façon imbriquée. Or les zones périurbaines, et notamment celles du Luxembourg et de ses régions limitrophes, se prêtent idéalement à l'analyse de ce type d'interactions. Au sein d'un bassin de vie transfrontalier donné, nous nous focalisons d'un côté sur les mouvements domicile travail, éléments constitutifs essentiels du bassin de vie du fait de leur grande récursivité et de leur faible flexibilité, et, de l'autre, sur les mouvements résidentiels de ces actifs ayant un emploi.

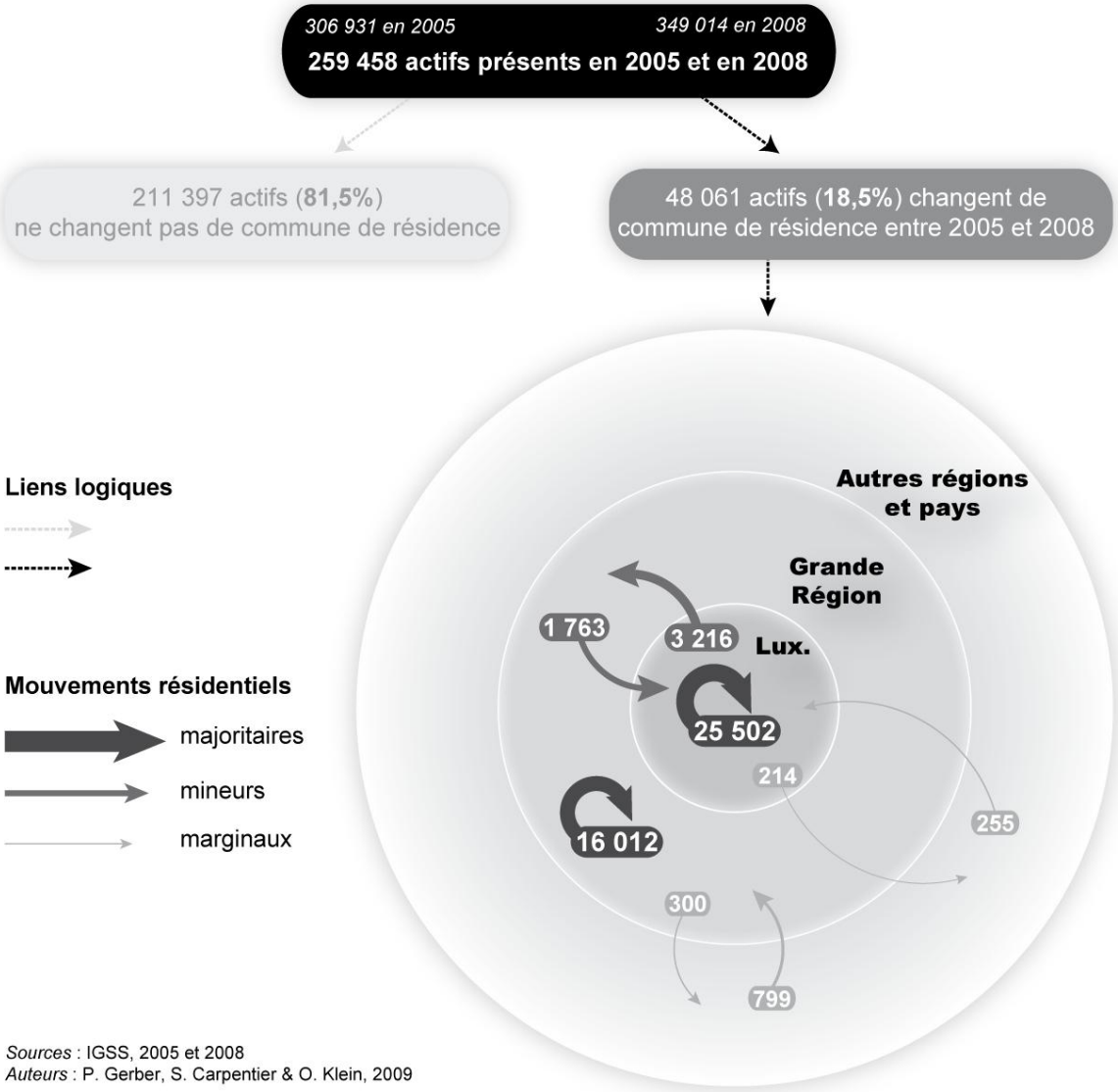
VERS UNE PERIURBANISATION TRANSFRONTALIERE ?

Considérer un bassin de vie transfrontalier devient délicat, voire impossible, selon les critères de l'INSEE (2003) dès lors que le contexte géographique particulier de la Grande Région rend difficile la comparaison et l'homogénéisation des informations nécessaires à la délimitation d'un tel territoire. Dans une vision centrée sur les actifs travaillant au Luxembourg, il est toutefois possible de surmonter cet écueil grâce, entre autres, à l'exploitation des fichiers de l'Inspection Générale de la Sécurité Sociale (IGSS), mais également à l'aide de données d'enquête effectuées lors des dernières années.

A) DES PRATIQUES DE MOBILITE DIFFERENCIEES

Malgré les biais engendrés par une comptabilité des emplois au siège administratif, surestimant d'environ 16% le nombre d'emplois de la ville de Luxembourg (Sohn, Walther, 2008) aux dépens des autres communes, les fichiers administratifs de l'IGSS offrent néanmoins la possibilité de saisir l'évolution temporelle du système de mobilité locale en y incluant à la fois frontaliers et résidents. Ainsi, entre 2005 et 2008, sur les quelque 260 000 actifs occupés à ces deux dates, près d'un cinquième d'entre eux ont changé de commune de résidence (fig. 1).

Figure 1 – Mobilité résidentielle des actifs occupés en 2005 et en 2008



Cette mobilité, qui peut se dérouler indépendamment des frontières, marque tout de même des préférences nettes en fonction de la région d'origine. Par exemple, sur les 11 000 actifs lorrains ayant changé de résidence de 2005 à 2008, 90% d'entre eux restent en Lorraine. Les pourcentages sont sensiblement les mêmes pour les autres régions frontalières de la Grande Région (Rhénanie et Sarre : 83% ; Wallonie : 79%), si bien que, globalement, près de 90% des actifs de la Grande Région restent dans leur région de résidence durant cette période. Cette situation témoigne d'un attachement territorial relativement élevé pour la population frontalière, que ce soit en faveur du pays ou de la région d'origine (Enaux, Gerber, 2008). Il en va de même pour les travailleurs vivant au Luxembourg puisqu'ils déménagent dans leur immense majorité dans leur propre pays de résidence, avec un taux de 88%.

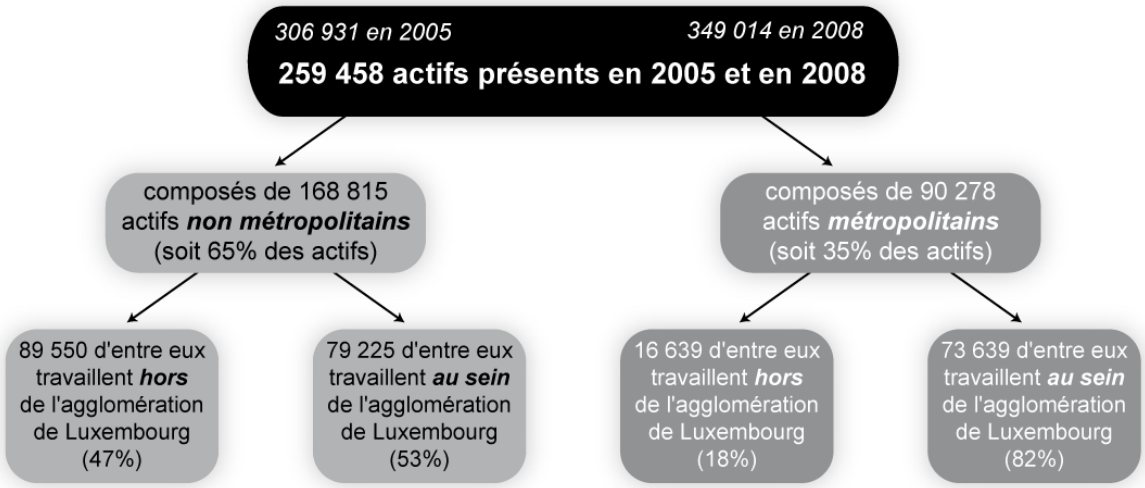
Ces résultats sont conformes à ce que l'on peut observer quant aux migrations résidentielles des actifs vivant hors de la Grande Région en 2005 et rejoignant la Lorraine, la Sarre/Rhénanie ou la Wallonie en 2008. En prenant le cas des résidents français par exemple, 82% des actifs travaillant au Luxembourg et vivant en France hors Lorraine en 2005 vont résider dans cette région en 2008. Ces derniers chiffres rendent uniquement compte de certaines migrations résidentielles liées essentiellement aux potentiels d'attractivité du Luxembourg, et plus particulièrement de sa capitale. De ce fait, ces migrations, mineures dans le cadre de notre sélection « cylindrique » des actifs occupés en 2005 et en 2008, seraient plus conséquentes en considérant les nouveaux arrivants sur le marché de l'emploi luxembourgeois. Nombre d'actifs privilégient ainsi l'installation directe sur le territoire grand-ducal, notamment pour les personnes hautement qualifiées et originaires de pays situés hors des pays limitrophes. En guise d'illustration, parmi les actifs européens[2] ayant trouvé un travail depuis moins de 6 mois en 2008, plus de la moitié d'entre eux s'installent au Luxembourg. En revanche, pour les actifs belges qui connaissent la même périodicité de travail, ils sont moins de 10% à s'installer au Luxembourg.

Ces chiffres sont finalement confirmés par l'enquête menée par le CEPS/INSTEAD en 2003 concernant les frontaliers du Luxembourg. En effet, plus de 80% de ces derniers ont passé la plus grande partie de leur vie à moins de 80 kilomètres des frontières grand-ducales avant de venir travailler dans ce petit pays. Ces frontaliers « natifs », selon la typologie fournie par Berger (2005), sont pour les trois-quarts issus d'une formation secondaire. Bien moins nombreux (moins de 20%), les frontaliers « d'adoption », caractérisés quant à eux par une origine résidentielle localisée à plus de 80 kilomètres des frontières (mais dont ils se sont rapprochées entre-temps), sont majoritairement de formation post-secondaire, ce qui correspond davantage à des profils d'emplois métropolitains. Ces chiffres relativisent ainsi le poids des migrations résidentielles, certes relativement importantes au sein du Luxembourg selon certaines nationalités ciblées[3], mais dont le poids reste marginal aux abords des frontières luxembourgeoises.

[2] Pour des raisons de pertinence statistique et juridique, ce sont les actifs de l'Union Européenne hors nationalités française, belge, allemande, luxembourgeoise et portugaise, qui sont ici pris en considération.
[3] Il s'agit essentiellement de personnes de l'Union européenne, les nationalités hors UE ne représentant qu'environ 10% de la masse salariale étrangère du Luxembourg.

Pour autant, les actifs métropolitains (Sohn, Walther, 2008) franchissant les frontières pour s'installer au Luxembourg ne sont pas forcément plus proches en moyenne de leur lieu de travail que les autres actifs résidant au Grand-Duché, malgré une forte concentration des lieux de travail pour les premiers (cf. figure 2). Que ce soit la distance ou le temps de déplacement, les différences entre les ouvriers et les cadres / professions intellectuelles sont inexistantes, avec, concernant ces deux groupes, environ 19 minutes et 14 kilomètres pour un trajet aller. Ces caractéristiques liées à la mobilité quotidienne varient davantage par rapport aux frontaliers. Ainsi, les dirigeants résident plus loin de leur lieu de travail que les ouvriers, avec une médiane respective de 45 et 40 kilomètres pour un aller domicile – travail, représentant un temps de déplacement de 45 et 40 minutes.

Figure 2 – Actifs occupés en 2005 et en 2008 et lieu de travail



Sources : IGSS, 2005 et 2008
Auteurs : P. Gerber, S. Carpentier & O. Klein, 2009

Cette situation suppose un éloignement conséquent pour bon nombre de frontaliers, où la moitié d'entre eux doivent parcourir plus de 40 kilomètres pour se rendre à leur lieu de travail, la plupart du temps en voiture. Cela entraîne des tensions quotidiennes qui suggèrent, du moins pour certains frontaliers, un rapprochement du domicile par rapport au lieu de travail. En effet, on peut supposer que ces actifs présentent une mobilité résidentielle où les frontières jouent un double rôle :

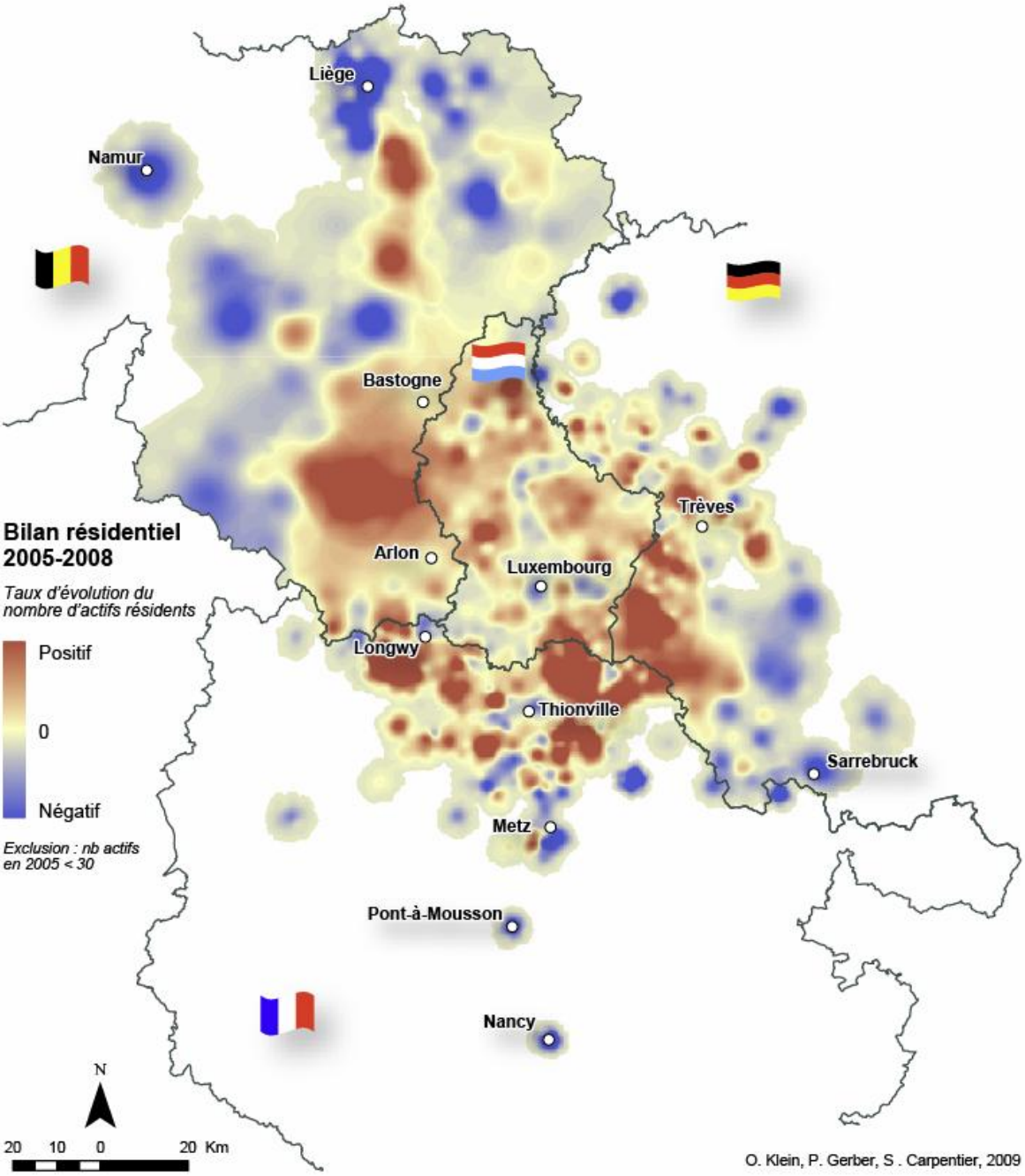
- celui de « barrière », en raison de différentiels de prix immobiliers,
- celui d'« attracteur », car le déménagement aux abords des frontières permet de réduire le trajet domicile-travail.

Seule l'augmentation des actifs métropolitains, pendant ces dernières années, favoriserait l'effacement progressif de cette barrière en privilégiant une mobilité résidentielle transfrontalière afin de se rapprocher davantage du lieu de travail, situé principalement dans la capitale et son agglomération. Cette hypothèse, confortée partiellement au niveau statistique (Pigeron-Piroth, 2008), va à présent être analysée à partir de l'ensemble des flux de mobilité locale des actifs.

B) UNE PERIURBANISATION MARQUEE

En première approche, la dynamique résidentielle du bassin d'emploi transfrontalier du Luxembourg peut être abordée à travers le bilan relatif des entrées et sorties par commune. Le solde résidentiel qui en découle (fig. 3) montre une structuration assez claire de l'espace distinguant les zones attractives (en rouge) des zones au bilan négatif (en bleu).

Figure 3 – Bilan résidentiel



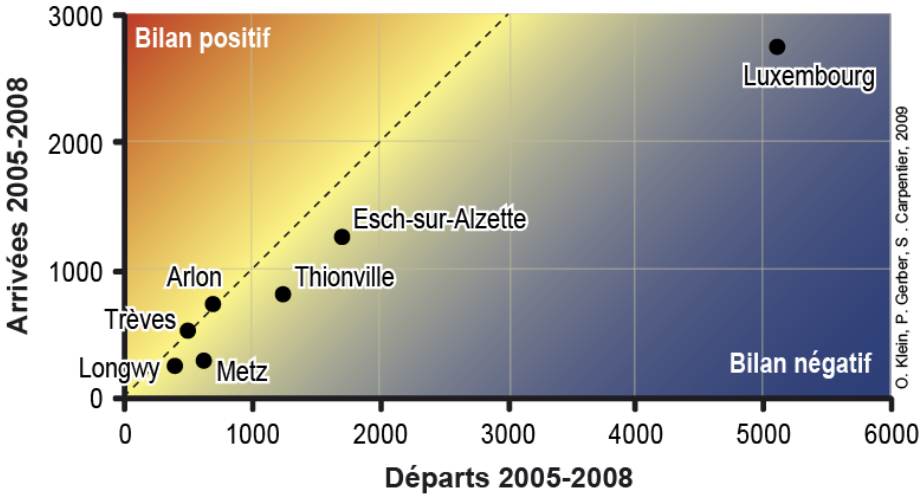
À la lecture de cette carte, le premier constat qui s'impose est celui d'une dichotomie entre les zones urbaines denses et les zones périurbaines. Les premières connaissent des bilans résidentiels négatifs, les secondes se révélant au contraire attractives, quel que soit le pays considéré. Ce premier résultat illustre clairement le processus de périurbanisation dans le bassin de main-d'œuvre du Luxembourg. Cela correspond bien à la dynamique de

métropolisation entendue ici comme une extension spatiale de l'urbain vers des zones périphériques sous forte influence de la ville-centre.

Dans notre zone d'étude, cette dynamique (péri)urbaine est clairement polarisée par les frontières. En effet, la carte illustre la forte attraction résidentielle des zones peu denses de part et d'autre des frontières grand-ducales. C'est notamment le cas dans la vallée de la Moselle, autour de Schengen, de l'ouest de l'Oesling entre Arlon, Bastogne et Mertzig, ainsi que, dans une moindre mesure, dans le Pays-Haut lorrain. Les zones plus éloignées de la frontière sont, quant à elles, plutôt émissives, témoignant ainsi de l'importance des budgets-temps de déplacement dans les choix résidentiels[4].

Si les zones urbaines denses sont, à l'exception de Trèves et dans une moindre mesure Arlon, déficitaires au niveau des flux résidentiels locaux, ce bilan négatif masque néanmoins des différences considérables en termes de volumes d'entrées et de sorties (fig. 4).

Figure 4 – Bilan résidentiel des principales villes



La ville de Luxembourg présente à cet égard un profil singulier tant l'ampleur des flux résidentiels d'actifs y est supérieure à ceux que connaissent les autres villes. La capitale luxembourgeoise se révèle être ainsi un lieu de très forte mobilité résidentielle. Ce profil atypique illustre à la fois les facteurs répulsifs, à savoir les prix du logement qui sont sans comparaison avec ceux des autres villes de la zone d'étude, ainsi que les facteurs attractifs en

[4] Ces analyses sont conformes à celles réalisées par l'INSEE pour la Lorraine (CES Lorraine, 2009).

raison notamment de la forte disponibilité d'emploi et des aménités urbaines qu'elle seule propose. Ce ne sont alors sans doute pas les même profils d'individus qui alimentent les entrées et les sorties. Ainsi, si l'on associe les départs au marché immobilier, on peut supposer que le cycle de vie et en particulier l'envie de devenir propriétaire d'un logement « pousse » certains jeunes ménages vers les zones périphériques, voire frontalières (Brosius, Carpentier, 2008). À l'inverse, les individus entrant dans la capitale peuvent correspondre à la fois à des classes aisées, notamment issues de la communauté internationale (voir article Lord & Gerber), dont les moyens financiers sont compatibles avec les prix immobiliers, soit à de jeunes actifs s'inscrivant dans le marché locatif.

Les autres villes du bassin de vie luxembourgeois présentent finalement des profils assez similaires, avec des bilans légèrement déficitaires voire, pour Trèves et Arlon, équilibrés Les différences s'expliquent autant par l'hétérogénéité des découpages administratifs que par des dynamiques différenciées[5].

Si en première analyse les bilans résidentiels dressent le constat d'une périurbanisation transfrontalière, il est à présent utile d'analyser les flux qui alimentent ce processus. En effet, l'orientation et l'intensité des flux eux-mêmes vont permettre de mieux décrire les interactions spatiales de mobilité locale qui sont à l'origine de ces bilans.

EFFETS FRONTIERES ET MOBILITE LOCALE

Face à la complexité des interactions entre mobilités quotidienne et résidentielle dans l'aire métropolitaine transfrontalière luxembourgeoise et, à l'instar des conceptions de Tobler (1976) et Taylor (1983), l'approche retenue ici repose sur un raisonnement et une communication centrés sur l'image.

[5] À ce titre, le bilan résidentiel d'Arlon, qui apparaît comme légèrement bénéficiaire, reflète essentiellement la dynamique périurbaine au sein même d'une commune comportant plusieurs localités périphériques caractéristiques d'une ruralité indéniable. Dans une moindre mesure, cela se vérifie également à Trèves.

A) UNE APPROCHE CARTOGRAPHIQUE DES EFFETS FRONTIERES

En cherchant à appréhender spatialement des mouvements, indépendamment de leur nature, il est indispensable de disposer, d'une part, de l'ensemble des localisations des n lieux origines et destinations et, d'autre part, d'une matrice d'échanges, généralement carrée contenant les données attributaires de chaque paire de mouvements entre les lieux considérés. De prime abord, le problème à résoudre semble relativement élémentaire : « *Connaissant les localisations de n lieux et les mouvements s'effectuant entre eux, comment représenter spatialement ces déplacements ?* »

DES SOLUTIONS CARTOGRAPHIQUES LIMITEES

La réponse cartographique la plus commune consiste à représenter les déplacements entre chaque paire de lieux sous la forme de flux. Selon les règles établies en sémiologie graphique (Bertin, 1967), l'emploi de la variable visuelle « taille » est la solution la plus adaptée, exprimant ainsi graphiquement des liens orientés avec une épaisseur proportionnelle à la quantité en mouvement. Cette approche relativement ancienne, dérivée des premiers essais proposés par Harness en 1837 ou Minard en 1845 (cités par Palsky, 1998), demeure, aujourd'hui encore, la solution cartographique la plus communément employée. Bien qu'incontournables, ces cartes sont relativement limitées dans un grand nombre de cas. En effet, dès lors que le nombre de lieux devient trop important, les résultats s'avèrent illisibles du fait principalement d'une trop forte densité graphique, dans la mesure où le nombre de mouvements potentiels croît selon une fonction quadratique du nombre de lieux en relation (Klein, 2007). Ainsi, pour n lieux, il existe n(n-1) liaisons orientées, soit, pour l'exemple des 116 communes du Luxembourg, 13 340 liaisons potentielles à représenter.

Au regard de cette masse considérable d'information à cartographier, il est indispensable de recourir à des procédés permettant une réduction de l'information à représenter. En se plaçant dans une approche descriptive, la procédure la plus courante consiste à réduire le nombre de flux soit spatialement (avec une réduction de la zone d'étude ou une agrégation de lieux) soit thématiquement (avec la suppression du mouvement ou de l'orientation, ou encore l'introduction de seuils significatifs). Ces possibilités, bien qu'efficaces, ne permettent pas de lever systématiquement toutes les difficultés de lecture comme les problèmes de

superposition qui peuvent perdurer. De plus, la sélection des flux se fait la plupart du temps au détriment des petits effectifs. Or, les flux liés au phénomène de périurbanisation, qui se retrouvent souvent dilués dans un grand nombre d'unités spatiales, peuvent être éliminés de la représentation cartographique. Pour contourner cet écueil, l'approche modélisatrice de Tobler propose de synthétiser l'ensemble des flux, y compris les plus faibles, à l'aide de calculs vectoriels (Tobler, 1975, 1976 et 1978). Trois catégories de cartes peuvent être ainsi être élaborées (Tobler, 1982 ; Cauvin et Reymond, 1991). *La première catégorie* (Tobler, 1981) correspond à une forme de cartographie où l'on représente pour chaque lieu la résultante des mouvements de ce lieu vers tous les autres, pondérée par l'ensemble des mouvements sortants. Cette résultante étant un vecteur, les cartes obtenues peuvent être considérées comme des champs vectoriels irréguliers, les points origines des vecteurs étant répartis irrégulièrement. *La seconde restitution* correspond à une représentation des mêmes données que précédemment, mais sous la forme d'un champ vectoriel régulier. Dans ce cas, les données sont réparties sur l'ensemble de la zone étudiée par l'intermédiaire d'une interpolation. Enfin, pour *la troisième catégorie*, les données obtenues précédemment peuvent également être représentées par des lignes continues orientées privilégiant la représentation de directions générales au détriment de particularités locales.

CHOIX DE LA METHODE ET APPLICATION A L'AIRE METROPOLITAINE TRANSFRONTALIERE DU LUXEMBOURG

Appliqué au système de mobilité locale de l'aire métropolitaine transfrontalière, la démarche retenue prend place en deux étapes successives avec, d'abord, une agrégation d'unités spatiales et, ensuite, un traitement mathématique devant permettre d'identifier aussi bien localement que globalement, les directions privilégiées de chaque catégorie de mouvement.

La première étape consiste à homogénéiser les unités spatiales. En effet, les entités communales étant de tailles disparates sur l'ensemble de la Grande Région, il est nécessaire, dans cette première étape, d'avoir recours à une homogénéisation de ces unités spatiales. Sur la base de la méthodologie du MAUP (Modifiable Areal Unit Problem) proposé par Grasland *et al.* (2006), un découpage plus adapté, basé sur des agrégations d'unités élémentaires, peut être proposé sur l'ensemble de la Grande Région (Kamieniczna, 2009). Le résultat obtenu est établi sur la base de deux critères fondamentaux du MAUP – « equal

population » et « functional areas » – pour garantir une meilleure homogénéité des nouvelles unités spatiales constituées.

Compte tenu de cette première étape d'homogénéisation, une représentation cohérente des mouvements est dorénavant envisageable sur la zone d'étude, sans nécessairement avoir recours à une interpolation. De ce fait, dans une seconde étape, une cartographie faisant appel à des vecteurs résultants[6] semble tout à fait adaptée pour permettre, *in fine*, de comparer visuellement des mouvements de natures différentes (ici, les mouvements quotidiens et résidentiels) ou se déroulant à des temps différents. Cette approche permet plus particulièrement de mettre en évidence à la fois, les directions privilégiées et les volumes des flux, considérés à leur lieu d'origine (voir encart méthodologique). Dans ces conditions, comme le conçoivent Cauvin *et al*. (2007), la carte joue un rôle de révélateur permettant de faire émerger, au travers de la visualisation, des caractéristiques spatiales non visibles ou mal connues.

[6] Correspondant donc à la première catégorie de représentation vectorielle proposée par Tobler.

Encart méthodologique

La méthode des vecteurs résultants requiert :

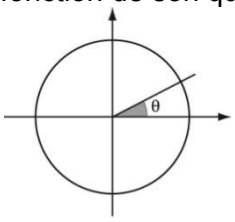
(i) la transformation des flux en vecteurs unitaires dont la direction est donnée par la ligne qui relie le point-origine et le point-destination, et la norme est égale à la somme des flux considérés.

(ii) le calcul d'un angle moyen selon la formule ci-dessous.

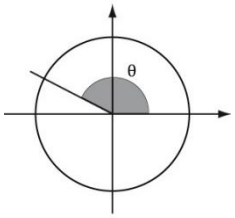
$$\mathrm{AngleM} = \arctan\frac{\sum_{i=1}^{n}(\sin\theta_i)}{\sum_{i=1}^{n}(\cos\theta_i)}$$

où θ_i correspond à l'angle formé par le vecteur i

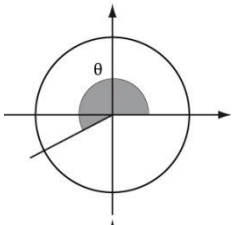
La valeur finale de cet angle du vecteur résultant nécessite un ajustement supplémentaire fonction de son quadrant d'appartenance déterminé selon les conditions ci-dessous :



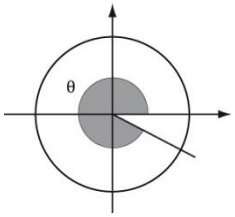
$$\sum_{i=1}^{n}\sin\theta_i > 0 \;\; et \sum_{i=1}^{n}\cos\;\theta_i > 0, alors\; AngleMoyen = AngleM$$



$$\sum_{i=1}^{n}\sin\theta_i > 0 \;\; et \sum_{i=1}^{n}\cos\;\theta_i < 0, alors\; AngleMoyen = 180° - \;AngleM$$



$$\sum_{i=1}^{n}\sin\theta_i > 0 \;\; et \sum_{i=1}^{n}\cos\;\theta_i < 0, alors\; AngleMoyen = 180° - \;AngleM$$



$$\sum_{i=1}^{n}\sin\theta_i < 0 \;\; et \sum_{i=1}^{n}\cos\;\theta_i > 0, alors\; AngleMoyen = 360° - \;AngleM$$

(iii) le calcul de la quantité en mouvement, notée Fi, calculée depuis chaque point-origine est égale à la somme de l'ensemble des mouvements sortants de l'unité spatiale considérée :

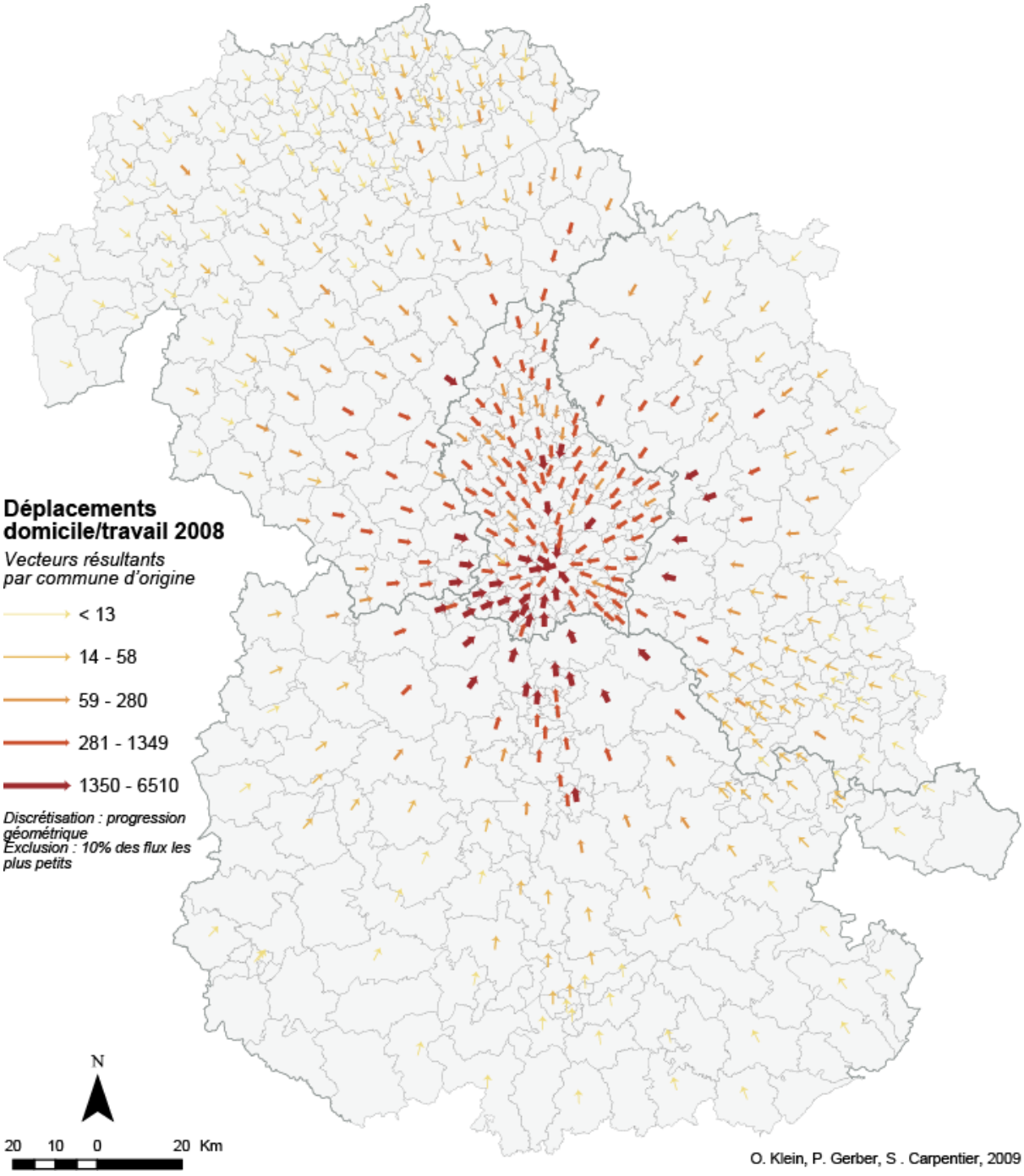
$$\mathrm{F_i} = \sum_{\mathrm{j=1\,;j\neq i}}^{\mathrm{n}} \mathrm{F_{ij}}$$

À présent, l'interprétation thématique des cartes obtenues doit permettre de mieux comprendre le système de mobilité locale abordé à travers les déplacements domicile/travail et les mobilités résidentielles.

B) UNE MOBILITE QUOTIDIENNE FORTEMENT POLARISEE

L'analyse de la mobilité domicile/travail des actifs du Luxembourg (fig. 5) reflète deux éléments majeurs. Tout d'abord, la présence d'un gradient d'intensité du centre vers les périphéries transfrontalières, résultat d'autant plus attendu qu'il est pris en compte dans la délimitation de la zone d'étude. À ce gradient, seule la vallée de la Moselle fait exception en raison, d'une part, de sa bonne accessibilité en autoroute et en train et, d'autre part, de sa forte densité de population. Ensuite, la carte illustre une très forte convergence des flux moyens vers la ville de Luxembourg, tant au niveau des flux en provenance du Luxembourg que de la Grande Région, témoignant ainsi du rôle majeur que joue la capitale luxembourgeoise dans la structuration du bassin d'emploi et ainsi des espaces de vie.

Figure 5 – Orientations principales des flux domicile/travail



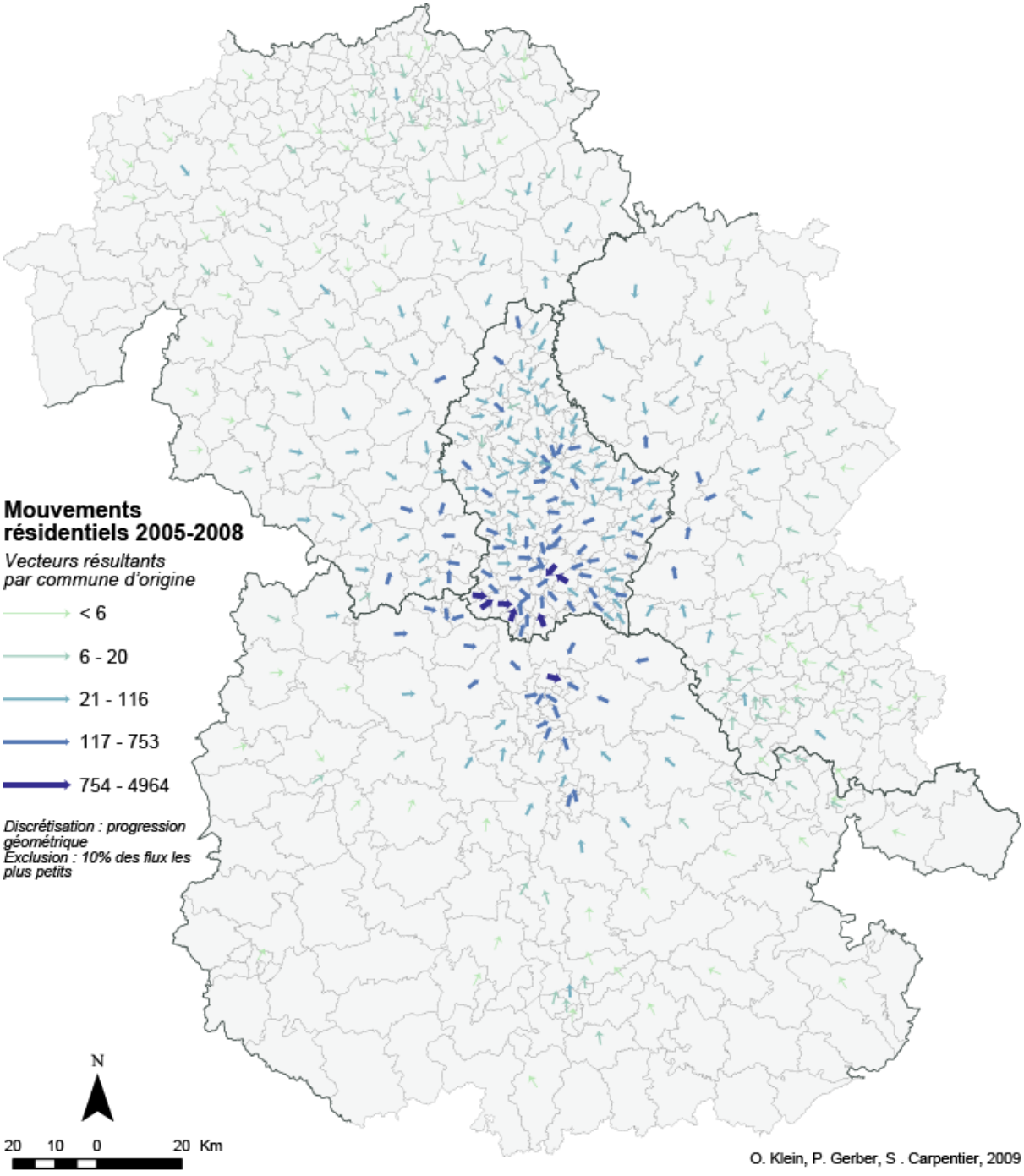
Face à cette forte polarisation de l'emploi, il est à présent nécessaire d'analyser la dynamique résidentielle des actifs du Luxembourg.

C) LA FRONTIERE, UN ATTRACTEUR RESIDENTIEL ?

L'appréhension des mouvements résidentiels locaux en termes de flux moyens (fig. 6) complète avantageusement la première analyse menée en termes de bilans (fig. 3).

En première approche, deux dynamiques complémentaires sont mises en évidence. Premièrement, il existe un effet frontière sous la forme d'un « effet de barrière » au niveau des flux résidentiels. On constate que, quels que soient les pays considérés, les flux à l'origine des communes frontalières ne s'orientent pas de l'autre côté de la frontière. Ainsi, malgré l'existence de flux résidentiels transfrontaliers (Pigeron-piroth, 2008), ces derniers sont quantitativement peu structurants au regard de l'ensemble des mouvements des actifs. Les forts différentiels de prix immobiliers de part et d'autre des frontières ainsi que l'effet de nationalité, à travers notamment l'attachement au lieu mis en évidence par Enaux et Gerber (2008), ne semblent donc pas démentis par ces analyses agrégées.

Figure 6 – Orientations principales des flux résidentiels



Le deuxième élément structurant de la dynamique résidentielle correspond à la forte attraction des communes périphériques proches des centres urbains. Ainsi, la majorité des vecteurs moyens, représentant la direction des flux résidentiels, s'oriente vers les zones urbaines, tout en sachant que la carte des bilans mettait en évidence le bilan déficitaire des

villes denses. Cette tendance à un rapprochement illustre à la fois la recherche d'une meilleure accessibilité et l'attrait des aménités urbaines.

Enfin, les travailleurs frontaliers résidant dans des communes particulièrement éloignées du Grand-Duché ont une tendance unanime au rapprochement ; cela peut illustrer le fait que subsiste une limite en termes de budget temps de déplacement. Autrement dit, un individu résidant à plus de 100 km du Luxembourg aura une forte propension à déménager plus près de son lieu de travail. L'extension du bassin de main-d'œuvre luxembourgeois (Schneider, Pigeron-Piroth, 2009) trouve donc peut-être sa limite en termes de portée spatiale et son futur développement se fera probablement plus par l'accroissement démographique des communes actuellement concernées.

En définitive, l'analyse conjointe des bilans et des flux moyens permet de mettre en évidence une dynamique périurbaine non pas transfrontalière, mais de part et d'autre des frontières. Ce phénomène est alimenté à la fois par des flux centripètes, à partir des périphéries frontalières éloignées, et par des flux centrifuges, illustrant une dynamique d'étalement urbain. L'ensemble de ces processus définit un bassin d'emploi animé par une forte mobilité locale mais dont l'extension spatiale semble atteindre ses limites, le coût du transport, tant en termes de coût financier que de budget-temps de déplacement (Zahavi, 1974), étant un paramètre de plus en plus fondamental dans les arbitrages résidentiels.

CONCLUSION

Le processus de métropolisation à l'œuvre au Luxembourg et dans ses régions frontalières s'accompagne d'une périurbanisation forte de part et d'autre des frontières du Grand-Duché. La concentration d'activités à forte valeur ajoutée dans la capitale induit plusieurs processus spatiaux majeurs. Tout d'abord, au niveau local, le bassin de main-d'œuvre s'est fortement étendu même si, aujourd'hui, les actifs les plus éloignés tendent à se rapprocher. Ensuite, si la capitale présente un bilan déficitaire en terme de mobilité résidentielle locale, elle s'avère être la porte d'entrée principale des migrants (et ce quel que soit leur profil socioéconomique).

L'articulation de ces deux échelles, locale et globale, est au cœur même du processus de métropolisation. Elle induit à la fois une localisation sélective des actifs selon leur profil socioéconomique, leur pays d'origine et vraisemblablement leur date d'arrivée sur le territoire, ainsi qu'un certain nivellement des comportements résidentiels tant la tendance à la périurbanisation semble dominer dans les quatre pays de notre zone d'étude. Au-delà des externalités négatives de la périurbanisation sur l'environnement, déjà largement discutées dans la littérature (Newman, Kenworthy, 1996), cet article interroge donc la dimension sociale des flux de mobilité locale et ainsi la cohésion territoriale d'une métropole transfrontalière émergente.

Les articulations entre mobilités quotidienne et résidentielle sont ici fortement surdéterminées par la présence de frontières nationales. Concernant la mobilité domicile travail, la frontière joue un rôle attractif. Les forts différentiels de salaires et la disponibilité de l'emploi encourage les actifs frontaliers à venir travailler dans la métropole grand-ducale. Cette attraction s'illustre d'ailleurs par des distances-temps de déplacements exagérément fortes par rapport à la taille de l'agglomération de Luxembourg (et comparables à celles constatées sur la région parisienne). En revanche, au niveau des déplacements résidentiels, la frontière joue à la fois un rôle d'aimant, dans la mesure où la tendance dominante consiste à s'en rapprocher (du moins pour les frontaliers), et un rôle de barrière, illustré par la faiblesse relative des déménagements transfrontaliers. Si, à nouveau, les différentiels frontaliers peuvent être invoqués (il est plus cher de se loger au Luxembourg que dans les pays voisins), les différences culturelles ne peuvent être ignorées, notamment pour les ressortissants des pays limitrophes.

BIBLIOGRAPHIE

Bauer G., Roux J.-M. 1976. *La rurbanisation ou la ville éparpillée*. Ed. Seuil, Paris, 189 p.

Berger F. 2005. Développement de l'emploi transfrontalier et portrait sociodémographique des frontaliers. *Population & Emploi*, n° 8, juillet.

Bertin J. 1967. *Sémiologie graphique*. Gauthier Villars et Mouton, 431 p.

Bonvalet C., Fribourg A.-M. 1990. *Stratégies résidentielles. Actes du séminaire* (Paris 1988). Ed. INED, Plan Construction et Architecture, MELTM, 459 p.

Bopda A., Grasland C., Poulain M. 1998. Évaluation comparative de l'influence des limites linguistiques sur les comportements migratoires. Application aux cas de la Belgique, du Cameroun et de la Tchécoslovaquie, in AIDELF (eds.) : *Régimes démographiques et territoires : les frontières en question*. INED, p. 107-124.

Bottai M., Barsotti O. 2003. Les déplacements quotidiens : approches et modèles. *In* Caselli G., Vallin J., Wunsch G. (dir.) : *Démographie : analyse et synthèse. Tome IV : les déterminants de la migration*. Ed. INED, Coll. Etudes, Paris, p. 173-197.

Brulhardt M.-C., Bassand M. 1981. La mobilité spatiale en tant que système. *Revue Suisse d'Économie Politique et Statistique* 3 : 505-519.

Brun J., Bonvalet C. 2002. Approches quantitatives ou qualitatives de la mobilité résidentielle : éléments de bilan et perspectives. *Espace, Populations, Sociétés*, n° 2002-1-2, p. 63-72.

Carpentier S., Gerber P. 2009. De la mobilité résidentielle à la construction des espaces de la vie quotidienne. Une première approche. *Recherche Transports Sécurité (RTS)*, 26/102.

Castells M. 1989. *The informational city: information technology, economic restructuring, and urban-regional process*. Ed. Blackwell, 402 p.

Cauvin C., Reymond H. 1991. Interaction spatiale et cartographie: les solutions de W. Tobler. *Espace, Populations, Sociétés*, 3: 467-485.

Cauvin C., Escobar F., Serradj A. 2007. *Cartographie thématique 2 : des transformations incontournables*, Coll. Information Géographique et Aménagement du territoire, Hermès, 272 p.

Cauvin C., Reymond H. 1991. Interaction spatiale et cartographie : les solutions de W. Tobler. Espace, Populations, Sociétés, 1991-3, pp. 467-485.

Cattan N., Grasland C. 1996. Air Traffic Fields of Western European Cities, In Pumain D., Saint-Julien T. (eds.) *Urban Networks in Europe*, John Libbey/INED, p. 115-128.

CES Lorraine, 2009. *Situation économique, sociale et environnementale de la Lorraine 2008-2009*. Séance plénière du 24 novembre 2009. http://ces.lorraine.eu.

Collectif, 2004. La ville à trois vitesses : gentrification, relégation, périurbanisation. *Esprit*, n°3-4, mars-avril, 345 p.

Dupuy G. 1999. *La dépendance automobile : symptômes, analyses, diagnostic, traitements*. Ed. Anthropos, Coll. Villes, 160 p.

Dezert B., Metton A., Steinberg J. 1991. *La périurbanisation en France*. Ed. Sedes, Paris, 226 p.

Enaux C. 1997. *Essai de modélisation spatio-temporelle des flux de déplacements de travail. Exemples de la région urbaine strasbourgeoise de 1975 à 1990*. Thèse de doctorat, Université Louis Pasteur, Strasbourg, 265 p. (+ 1 volume d'annexes 107 p. + 3 disquettes).

Fourastié J. 1989. *Le grand espoir du XX^e siècle*. Ed. Gallimard, coll. Tel, Paris (1ère édition en 1949), 427 p.

Gerber P. 2000. *Confort postmoderne et gentrification, éléments émergents de nouvelles centralités. Le cas de Strasbourg*. Thèse de doctorat de géographie humaine, sous la direction de C. Cauvin-Reymond, Vol. 1, 576 p.

Grasland C., Madelin M. (coord.) 2006. *The Modifiable Areas Unit Problem*, ESPON 3.4.3., Final report, 208 p.

Kamieniczna A., 2009. Dynamiques spatio-temporelles de l'aire métropolitaine transfrontalière de Luxembourg, Rapport de Stage, Master II Etudes européennes et internationales, Université Paris VIII, CEPS/INSTEAD, 45 p. + annexes.

Kaufmann V. 2000. *Mobilité quotidienne et dynamiques urbaines - la question du report modal*, Presses polytechniques et universitaires romandes, coll. Science, technique, société, 252 p.

Kaufmann V. 2005. Mobilités et réversibilités : vers des sociétés plus fluides ? *Cahiers internationaux de sociologie*, « Mobilité et modernité », PUF, Paris, Vol. CXVIII : 119-135.

Klein O. 2007. Modélisation et représentations spatio-temporelles des déplacements quotidiens urbains. Application à l'Aire Urbaine Belfort-Montbéliard, thèse de doctorat, Université Louis Pasteur, Strasbourg I, 265 p. + annexes + CD-ROM.

Howard E. 1985. *Garden Cities of To-morrow*. Ed. Eastbourne : Attic, Londres (1ère édition en 1898), 125 p.

INSEE, 2003. *Structuration de l'espace rural : une approche par les bassins de vie*. Rapport remis à la DATAR. Téléchargement (juin 2009) : http://www.insee.fr/fr/ffc/docs_ffc/bassins_vie/rapport.htm.

Jacobs A. 2007. *La ségrégation à travers les mouvements migratoires résidentiels. L'exemple de la ville de Luxembourg*. Mémoire de Master II, Université Louis Pasteur Strasbourg & CEPS/INSTEAD Luxembourg, 139 p.

Le Breton E. 2005. *Bouger pour s'en sortir. Mobilité quotidienne et intégration sociale*. Ed. A. Colin, Coll. Sociétales, Paris, 247 p.

Lévy J. 2003. Capital spatial. In Lévy J., Lussault M. (dir.) *Dictionnaire de la géographie et de l'espace des sociétés*. Ed. Belin, Paris, pp. 124-126.

Maurin E. 2004. *Le ghetto français : enquête sur le séparatisme social*. Ed. Le Seuil, 95 p.

Newman P., Kenworthy J.R. 1999. *Sustainability and cities: overcoming automobile dependence*. Island Press, Washington DC.

Palsky G. 1996. *Des chiffres et des cartes. Naissance et développement de la cartographie quantitative au XIXème siècle*, Comité des Travaux Historiques et Scientifiques, 332 p.

Pigeron-Piroth I. 2008. La mobilité résidentielle des personnes travaillant au Luxembourg (1995-2005) », *Bulletin du STATEC*, n°1-2008.

Pinol J.-L. 1992. *Le monde des villes au XIX^e siècle*. Ed. Hachette, Paris, 230 p.

Ramadier T., Lee-Gosselin M., Frenette A. 2005. Conceptual perspectives for explaining spatio-temporal behaviour in urban area. *In* Lee-Gosselin M., Doherty S.: *Integrated Land-Use and Transportation Models : Behavioural Foundations*, Elsevier, 306 p.

Schneider M. Pigeron-Piroth I. 2009. Une aire résidentielle transfrontalière en expansion. In Bousch P. Chilla T. Gerber P. *et al.* : *Der Luxembourg Atlas du Luxembourg*. Emons, Köln, pp. 180-182.

Sohn C. Walther O. 2008. Géographie des activités économiques métropolitaines. *Population & Territoire*, Luxembourg, n°14, 16 p. Téléchargement (oct. 2009) : http://www.ceps.lu/pdf/6/art1359.pdf.

Tabourin E., Andan O., Routhier J.-L. 1995. *Les formes de la croissance urbaine. Le modèle de René Buissière appliqué à la l'agglomération lyonnaise*. Rapport de recherche LET, Lyon.

Taylor D.R.F., 1983. *Graphic Communication and Design in Contemporary Cartography*. Progress in Contemporary cartography, vol. 2, Wiley & Sons.

Tobler W.R. 1976. Spatial interaction patterns. *Environmental systems*, 6 (4).

Tobler W.R. 1978. « Migration fields ». *In* Clark W., Moore E. (dir.) Population mobility and residential change, *Studies in Geography*, vol. 25, Evanston, pp. 215-232.

Tobler W.R. 1981. A model of geographical movement. *Geographical Analysis*, Vol. 13, n°1, pp. 1-20.

Tobler W.R. 1982. Cartographic study of movement tables. Statistical Graphics Mapping national Computer Graphics Association, Anaheim, California, 4 p.

Viard J. 1994. *La société d'archipel ou les territoires du village global*. Ed. de l'Aube, coll. Monde en cours, La Tour d'Aigues, 126 p.

Veltz P. 2005. *Mondialisation, villes et territoires*. Ed. PUF, Quadrige, Essais Débats, 288 p.

Webber M. 1964. The Urban Place and the Nonplace Urban Realm. *In* Webber M., Dyckman D., Foley D., Guttenberg A., Wheaton W. & Wurster C. B. (Eds.), *Explorations in Urban Structure*. Philadelphia: University of Pennsylvania Press, pp. 79-137.

Wiel M. 1999. *La transition urbaine ou le passage de la ville-pédestre à la ville-motorisée*. Ed. Sprimont Mardaga, Belgique, 149 p.

Yapa L. Polese M. Wolpert J. 1971. Interdependencies of commuting, migration and job location. *Economic Geography*, Vol. 47 (1): 59-72.

Zahavi Y. 1974. *Travel time budgets and mobility in urban areas*. Rapport pour l'US Department of Transportation, Washington DC, 81 p.

CEPS
INSTEAD

B.P. 48
L-4501 Differdange
Tél.: +352 58.58.55-801
www.ceps.lu