



UNIVERSITÉ DE LILLE I  
École Doctorale SESAM (ED n° 73)  
Laboratoire Lille Économie et Management (LEM) – UMR CNRS 9221

**THÈSE**  
Pour obtenir le grade de  
**DOCTEUR EN SCIENCES ÉCONOMIQUES**

Présentée par  
**El Mehdi Aboukacem**

**INFRASTRUCTURES DE TRANSPORT URBAIN ET  
FRICTIONS DU MARCHÉ DU TRAVAIL**

Sous la direction de  
**Hubert Jayet, Professeur à l'Université de Lille I**

Thèse soutenue le 8 décembre 2017 devant le jury composé de :

**Michel Dimou**, Professeur à l'Université de Toulon, Rapporteur  
**Odile Heddebaut**, Chargée de recherche à l'INREST, Examinatrice  
**Hubert Jayet**, Professeur à l'Université de Lille 1, Directeur de thèse  
**Moez Kilani**, Professeur à l'Université du Littoral, Côte d'Opale, Examineur  
**Yannick L'Horty**, Professeur à l'Université Paris-Est Marne-La-Vallée, Rapporteur



L'université n'entend donner aucune approbation ni improbation aux opinions émises dans les thèses. Ces opinions doivent être considérées comme propres à leurs auteurs.



# Remerciements

Avant toute chose, je tiens à remercier l'ensemble des membres du jury d'avoir accepté d'évaluer ce travail de thèse. J'espère que la lecture de ces quelques pages leur procure un plaisir égal à la complexité de la tâche qu'ils ont gentiment bien voulu endosser.

Je tiens également à remercier la Société du Grand Paris qui a entièrement financé mon travail, qui m'a procuré des bases de données précieuses et nécessaires et qui m'a apporté le soutien financier pour participer à des conférences internationales organisées parfois dans des contrées bien lointaines.

Le sentiment qui me domine en rédigeant ces quelques lignes est le soulagement. Comment ne peut-il en être ainsi, alors que la joie et la fierté incommensurables de mener à terme le projet dur et ambitieux de la thèse, n'ont ce goût de victoire agrémentée du sentiment du devoir accompli, que parce que les sacrifices et les efforts à consentir pour les savourer sont, à bien des égards, si colossaux qu'ils paraissent si souvent au-dessus de la force humaine ?

Pour mener ma barque à bon port, sans sombrer dans les dédales et les méandres de la recherche scientifique qui peuvent engloutir les novices dans le domaine, j'ai eu la chance et l'honneur d'être guidé dans ma quête du diplôme ultime par un maître en la matière, mon directeur de thèse, le Professeur Hubert Jayet. Je tiens à le remercier chaleureusement pour tout ce qu'il m'a apporté durant toutes ces années passées à ses côtés, pour ses conseils experts précieux, pour sa disponibilité permanente, sa présence

bienveillante et rassurante, sa psychologie acrimonieuse et apaisante grâce à laquelle il a su trouver les mots et les attitudes justes et encourageants pour me remettre dans le droit chemin quand les choses se sont momentanément compliquées et le stress commencé à me gagner ...

Pour cela et pour bien d'autres choses, l'estime et le respect que je lui porte sont sans commune mesure. Il fait partie de cette classe très vénérable des scientifiques dont l'humilité et la modestie n'ont d'égales que l'étendue du savoir et l'amour immodéré de transmettre. Je garderai de lui à jamais le souvenir d'un encadrant qui n'a jamais bridé mes idées en m'imposant un cadre de recherche strict, aux contours rigides et aux objectifs prédéterminés. Loin de là. Il a su accompagner avec souplesse mes désirs de recherche et m'éclairer avec subtilité mais brio dans les cheminements tortueux de mes réflexions, me témoignant ainsi d'une confiance qui m'étonnera toujours. C'est ainsi qu'en rédigeant ces dernières lignes, qui clôturent ce long périple mais qui paradoxalement font office de préambule pour cet écrit, j'ai en moi l'intime conviction que cette thèse est la mienne.

En plus de mon directeur de thèse, je remercie les membres seniors du laboratoire, tout son personnel administratif ainsi que le personnel administratif de la faculté des sciences économiques et sociales pour tout le travail accompli au quotidien.

Je remercie également tous les doctorants, pensionnaires et ex-pensionnaires de la ruche, avec lesquels j'ai parcouru un bout de chemin. J'ai noué des amitiés sincères avec beaucoup d'entre-eux. Je ne citerai pas de noms ici par peur d'en oublier quelques uns car emporté par mon trop-plein d'émotion. La ruche était et restera pour moi plus qu'un espace de travail. C'est un lieu d'échange, de partage et de vivre ensemble entre des personnes venues des quatre coins du monde et qui, à leur échelle, font et feront avancer les sciences économiques et ont transmis et transmettront les connaissances acquises aux générations futures. C'est un melting-pot qui peut témoigner, à lui seul, que la matière

grise n'a ni nationalité, ni couleur de peau, ni sexe, ni religion, chose sur laquelle il convient d'insister en cette période tumultueuse que traverse l'humanité.

Aussi, je remercie mes parents pour leur soutien matériel et moral dont je me suis tant nourri depuis ma naissance. Leur amour intarissable et leurs encouragements incessants ont été mes principaux moteurs durant ces longues et nombreuses années que j'ai passées trop loin d'eux. Tous les mots de toutes les langues du monde ne suffiraient pas à leur exprimer ma gratitude. Je leur dédie cette thèse et j'espère par son biais leur avoir donné un motif de satisfaction et de fierté.

Je remercie pareillement mon oncle et son épouse qui ont pris de leur temps et de leur énergie pour venir avec moi du Maroc afin de m'aider à m'installer dans les meilleures conditions dans ce pays qui n'était pas le mien. Plus de dix années ce sont écoulées entre le moment où j'écris ces lignes et le jour où ils sont retournés au Maroc. Si au hasard de la vie ils tombent sur cet écrit, qu'ils sachent que l'amour que je porte pour eux est indélébile et qu'il résistera à l'épreuve du temps.

De même, je remercie ma grand-mère et mes tantes qui n'ont jamais été avares de compliments et d'encouragements. Leurs prières me sont parvenues par-delà les terres et les océans et leur amour m'a porté et me portera à jamais.

Enfin, je remercie ma chère et tendre fiancée, la très belle et non moins brillante Rasha. Cela fait déjà six années qu'elle m'accompagne. Le hasard nous a placé côte à côte sur un des bancs de l'université. Et le hasard fait parfois merveilleusement bien les choses.



# Résumé

Cette thèse explore quelques facettes du rôle des infrastructures de transport urbain dans la fluidification des frictions du marché du travail causées par la dissociation spatiale entre les lieux de résidence et les opportunités d'emploi. Pour ce faire, elle est construite en trois chapitres.

Dans le premier, nous construisons une série de fonctions d'appariement spatiales entre les travailleurs au chômage et les postes vacants qui tiennent compte de la dimension spatiale de la recherche d'emploi, qui dépendent des paramètres de l'infrastructure de transport et qui ne sont pas conditionnées par la structure de la ville dans laquelle l'appariement se déroule.

Dans le second chapitre nous présentons un outil d'évaluation de politiques publiques novateur, utilisé ici pour mesurer l'impact de la performance de l'infrastructure et des services de transports publics franciliens sur les taux de chômage locaux et pour prédire l'impact du Grand Paris Express sur ces taux, mais qui peut être utilisé dans d'autres contextes et pour d'autres régions.

Enfin, le troisième chapitre se penche sur les déterminants des distances domicile-travail parcourues par les travailleurs des ménages bi-actifs résidant et travaillant dans la région parisienne. L'objectif est de fournir des clés de compréhension de la demande de transport engendrée par l'augmentation constante de la part de ces ménages et de l'anticiper dans l'élaboration des politiques d'aménagement du territoire futures.



# Abstract

We explore in this thesis some aspects of the role played by the urban transport infrastructures in reducing the labor market frictions caused by the spatial separation between the places of residence and the job opportunities locations. To do so, this thesis is written in three chapters. In the first, we build a series of spatial matching functions linking jobless workers to vacant positions. These functions depend on the transport infrastructures parameters and are not conditional on the structure of the city in which the matching process occurs. In the second chapter we present an innovative public policy evaluation instrument used for measuring the impact of the Paris region transport infrastructures performances on the local unemployment rates and for predicting the impact of the Grand Paris Express on these rates. This instrument can be used in other contexts and for other regions. Last but not least, the third chapter analyses the determinants of the home-workplace distance of two-worker households' workers living in Paris region. The objective is to provide some clues to understand the transportation demand generated by the constant growth of the part of this kind of households and to anticipate it while designing the future planning policies.



# Table des matières

<b>Introduction générale</b>	<b>1</b>
<b>1 Impacts des coûts des déplacements généralisés sur un marché du travail urbain dispersé spatialement</b>	
<b>Une approche théorique</b>	<b>9</b>
1.1 Introduction . . . . .	9
1.2 Modèle . . . . .	16
1.3 Les fonctions d'appariement . . . . .	20
1.3.1 Les candidatures . . . . .	20
1.3.2 Les postes vacants . . . . .	24
1.3.3 Les firmes . . . . .	29
1.3.4 Les fonctions d'appariement . . . . .	30
1.3.5 Relations déséquilibre du chômage et des postes vacants . . . . .	33
1.4 Conclusion . . . . .	34
1.A Annexe . . . . .	37
1.A.1 Quelques propriétés de la loi de Gumbell . . . . .	37
1.A.2 Démonstrations de quelques résultats dans le chapitre . . . . .	39
1.A.3 Le nombre de candidats potentiels suit une Poisson de paramètre $\lambda_{ij}P_{ij}$ . . . . .	41
<b>2 Le projet du Grand Paris et l'emploi en Ile-de-France</b>	<b>43</b>
2.1 Introduction . . . . .	43
2.2 Littérature . . . . .	45

2.3	Données et faits stylisés . . . . .	46
2.3.1	Données . . . . .	46
2.3.2	Faits stylisés . . . . .	50
2.4	Impact de l'accessibilité et de la concurrence sur les taux de chômage . . . . .	66
2.5	Simulations . . . . .	71
2.6	Conclusion . . . . .	73
2.A	Annexe . . . . .	75
2.A.1	Distribution spatiale des revenus des ménages résidant en IDF en 2012 . . . . .	75
2.A.2	Distribution spatiale des travailleurs qualifiés en IDF . . . . .	76
2.A.3	Évolution de la concurrence pour les emplois . . . . .	77
2.A.4	Baisse des taux de chômage par département . . . . .	78
<b>3</b>	<b>Analyse des trajets domicile-travail des travailleurs des ménages bi-actifs en région parisienne</b> . . . . .	<b>79</b>
3.1	Introduction . . . . .	79
3.2	Revue de littérature . . . . .	81
3.3	Stratégie empirique . . . . .	84
3.4	Statistiques descriptives . . . . .	87
3.4.1	Statistiques relatives aux trajets domicile-travail . . . . .	87
3.4.2	Statistiques relatives aux caractéristiques des ménages . . . . .	89
3.5	Résultats . . . . .	92
3.5.1	Distance des trajets domicile-travail . . . . .	92
3.5.2	La somme des distances domicile-travail des travailleurs des ménages bi-actifs . . . . .	97
3.6	Conclusion . . . . .	103
3.A	Annexe . . . . .	105
3.A.1	Tests d'endogénéité et efficacité des instruments . . . . .	105
3.A.2	Distribution de l'angle LT1-DOM-LT2 . . . . .	107

<b>Conclusion générale</b>	<b>109</b>
<b>Références bibliographiques</b>	<b>113</b>



# Table des figures

1.1	$P_{ij}$ en fonction de $\theta_{ij}$ pour différentes valeurs des autres paramètres . . . . .	23
1.2	$P_{ij}$ en fonction de $\theta_{ik}$ pour différentes valeurs des autres paramètres . . . . .	23
2.1	Organisation de l'EGT 2010 . . . . .	48
2.2	Distribution des taux de chômage en Idf . . . . .	52
2.3	Distribution spatiale des travailleurs faiblement qualifiés . . . . .	54
2.4	Distribution spatiale des emplois en IDF . . . . .	55
2.5	Courbe de Lorenz population-emploi . . . . .	56
2.6	Fonctions de friction issues des régressions tous modes de transport . . . . .	60
2.7	Répartition spatiale des indices d'accessibilité . . . . .	61
2.8	Répartition spatiale des indices d'accessibilité rapportés au nombre d'habitants . . . . .	62
2.9	Indice d'accessibilité et emplois à moins de 45 minutes . . . . .	63
2.10	Evolution de la concurrence pour les emplois en fonction de l'accessibilité . . . . .	64
2.11	Indice de concurrence pour les emplois à 45 minutes en TC . . . . .	66
2.12	Gains d'accessibilité . . . . .	72
2.13	Impact du gain d'accessibilité sur les taux de chômage . . . . .	73
2.14	Distribution spatiale des revenus des ménages résidant en IDF en 2012 . . . . .	75
2.15	Distribution spatiale des travailleurs qualifiés en IDF . . . . .	76
2.16	Evolution de la concurrence pour les emplois à 45 minutes en TC . . . . .	77
3.1	Distribution de l'angle LT1-DOM-LT2 . . . . .	107



# Liste des tableaux

2.1	Taux de chômage par département en IDF (%) - Année 2012 . . . . .	51
2.2	Mesures de dissociation entre population et emploi . . . . .	57
2.3	Régression sur les travailleurs questionnés sur des déplacements effectués un lundi sans distinction du mode de transport . . . . .	60
2.4	Estimations MCO . . . . .	69
2.5	Test de Moran et tests LM d'interaction spatiale . . . . .	69
2.6	Estimation du modèle SEM chômage global . . . . .	70
2.7	Estimation du modèle SEM chômage global pour différentes mesures de la concurrence (Matrice de poids) $W_3$ . . . . .	70
2.8	Variantes du modèle SEM chômage global (matrice de poids $W_3$ ) . . . . .	71
2.9	Estimation du modèle SEM chômage non qualifiés (la matrice de poids $W_3$ )	71
2.10	Points de baisse des taux de chômage par département . . . . .	78
3.1	Distance des trajets domicile-travail en Km ventilée par couronne de résidence et par sexe . . . . .	88
3.2	Statistiques descriptives relatives à quelques caractéristiques des ménages ventilées par type de ménage et par couronne de résidence . . . . .	91
3.3	Régression sur la distance domicile-travail de tous les travailleurs . . . . .	94
3.4	Régression sur la distance domicile-travail des travailleurs membres de ménages mono-actifs . . . . .	95
3.5	Régression sur la distance domicile-travail des travailleurs des ménages bi-actifs . . . . .	98

3.6	Distance domicile-travail des travailleurs des ménages bi-actifs - Méthode SURE . . . . .	99
3.7	Distance domicile-travail des travailleurs des ménages bi-actifs - Méthode 3SLS . . . . .	100
3.8	Somme des distances domicile-travail . . . . .	102
3.9	Test d'endogénéité . . . . .	105
3.10	Othogonalité des instruments . . . . .	105
3.11	Efficacité de l'instrumentation de la possession d'un abonnement TC . . .	105
3.12	Efficacité de l'instrumentation de la possession de voitures . . . . .	106
3.13	Test d'endogénéité du logit LT1-DOM-LT2 . . . . .	106
3.14	Efficacité de l'instrumentation de la possession d'un abonnement TC . . .	106
3.15	Efficacité de l'instrumentation de la variable possession d'un véhicule . . .	106
3.16	Efficacité de l'instrumentation de la variable angle LT1-DOM-LT2 . . . . .	106





# Introduction générale

L'objet principal de cette thèse est l'étude du rôle des infrastructures urbaines de transport de voyageurs dans l'économie d'une mégalopole, en particulier leur fonction dans la fluidification des frictions du marché du travail causées par la dissociation spatiale entre les lieux de résidences et les opportunités d'emplois. En cela, elle est au croisement de l'économie urbaine et de l'économie du travail et peut être qualifiée de thèse en économie du travail urbain, en référence à l'ouvrage « URBAN LABOR ECONOMICS » d'Yves Zenou. Le travail qui y est entrepris s'articule autour d'un volet théorique et d'un volet empirique qui prend comme cadre géographique d'étude la région Ile-de-France (IDF).

L'IDF, ou la « région parisienne » de son nom populaire, se compose de 8 départements regroupant 1296 communes et arrondissements. Elle s'étend sur 2% du territoire de la France métropolitaine, abrite 19% de sa population, contient 23% de ses emplois, génère 30% de son PIB et concentre 40% de ses dépenses en recherche et développement.

En 2015, elle comptait plus de 12 millions d'habitants, dépassant de très loin le Grand Londres (8,6 millions d'habitants), Madrid (5,6 millions) et Barcelone (4,5 millions). En Europe, elle est la seconde agglomération urbaine en terme de nombre d'habitants derrière Moscou (12,6 millions) et est l'une de celles qui enregistrent année après année une hausse de sa population.

La croissance démographique de la région est entraînée par une activité économique

énergique, animée par plus d'un million d'entreprises générant plus de 6 millions d'emplois salariés et non salariés. De ce fait, elle est la première région importatrice et exportatrice en France et le premier bassin d'emploi en Europe.

Par ailleurs, l'IDF jouit d'une localisation géographique stratégique au centre de l'Europe. Elle est à moins de 2h de vol de la plupart des capitales européennes et de plus, elle est connectée à un grand nombre d'entre elles via des lignes ferroviaires à grande vitesse. En outre, elle dispose de deux aéroports internationaux dont le trafic aérien se chiffre à plus de 97 millions de passagers et est connectée à la manche via le réseau fluvial de la Seine, chose qui lui ouvre la porte des échanges maritimes internationaux.

Forte de sa puissance économique, de son poids démographique, de sa localisation géographique au cœur de l'Europe et de son réseau de télécommunications à très haut débit, l'IDF fait partie des régions les plus attractives au monde pour les investisseurs internationaux. Ces derniers, de par leur choix de s'y implanter de façon de plus en plus massive, entretiennent, voire amplifient sa dynamique économique et démographique positives.

Cependant, en dépit de sa puissance économique colossale et de son rayonnement à l'international, l'IDF souffre d'un certain nombre de faiblesses qui résident dans son économie et sa géographie internes. En effet, les chiffres de l'Institut National de la Statistique et des Études Économiques (INSEE) font apparaître une grande disparité dans la distribution spatiale des revenus, conjuguée à une grande hétérogénéité des taux de chômage et des accessibilités aux emplois dans la région. Pis encore, un examen sommaire des dites distributions spatiales révèle qu'il existe dans la région des poches de chômage, de grande pauvreté et d'exclusion sociale.

La coexistence paradoxale en IDF d'une activité économique florissante au niveau macroéconomique et de poches de chômage et de très grande pauvreté au niveau local est

symptomatique d'un grand problème de dissociation spatiale entre les lieux de résidence d'un certain nombre de travailleurs et les opportunités d'emplois compatibles avec leurs aptitudes et leurs qualifications. En effet, la problématique du chômage n'est pas seulement une question de rapport entre offre et demande de travail, elle est également fonction de la distribution spatiale de l'activité économique dans son ensemble et, par corolaire, des performances de l'infrastructure de transport urbain connectant les différents agents économiques entre eux. Cela s'explique naturellement par le fait qu'exercer un emploi implique l'obligation pour les travailleurs de se déplacer quotidiennement de leurs lieux de résidence vers leurs lieux de travail. Or, ces déplacements engendrent des dépenses monétaires et ont un coût temporel qui font que, si exercer un emploi implique des trajets domicile-travail trop long, l'utilité de rester au chômage est supérieure à celle de travailler .

Les coûts monétaires des trajets domicile-travail pèsent beaucoup plus lourdement sur les travailleurs peu qualifiés et aux rémunérations faibles que sur les catégories socioprofessionnelles supérieures. L'une des conséquences directes de cet état de fait est que les travailleurs peu qualifiés doivent souvent se contenter, lorsqu'ils sont au chômage, de périmètres de recherche d'emploi très restreints, centrés autour de leurs résidences situées, la plupart du temps, dans une des poches de chômage et de faible activité entrepreneuriale, les prix de l'immobilier étant suffisamment bas uniquement dans ces zones.

De ce fait, l'infrastructure de transport urbain doit jouer un rôle dans l'atténuation des inégalités spatiales d'accessibilité aux opportunités d'emplois causées par la ségrégation résidentielle découlant de la sélection par les revenus. Si ce rôle n'est pas efficacement rempli, les travailleurs peu qualifiés risquent de s'embourber dans une situation compliquée de chômage de longue durée, chose qui accentue leur fragilités économiques et alimente le risque d'embrasements sociaux violents comme ceux des émeutes de l'automne 2005.

Les problèmes économiques et sociaux locaux qui apparaissent à la suite d'une dissection, somme toute assez superficielle, de la géographie économique de l'IDF donnent à la région un air de colosse aux pieds d'argile. Cette fragilité peut, à court ou à moyen terme, s'avérer très préjudiciable pour la région et ses habitants et vouer à l'échec les efforts entrepris depuis plusieurs décennies par les pouvoirs publics pour maintenir, voire accroître son attractivité à l'international.

Ainsi, c'est dans ce contexte économique et social qu'en 2007 le projet du Grand Paris a été initié. Ce projet d'aménagement du territoire, dont les chantiers sont régionaux mais dont l'ampleur est nationale, vise en priorité à améliorer le cadre de vie des franciliens, à fluidifier les frictions spatiales du marché du travail régional et à corriger les inégalités territoriales dues au fait que la vie économique, sociale et culturelle de l'IDF sont très centrées autour de Paris.

L'aspect phare du projet du Grand Paris est la mise en place d'une nouvelle infrastructure de transport de voyageurs, nommée le « Grand Paris Express ». Celle-ci consiste d'une part en le prolongement de la ligne 14, déjà existante, vers le nord et vers le sud de la région et de l'autre en la construction de deux nouvelles lignes automatiques, l'une formant une boucle traversant des communes de l'est de la région et l'autre une boucle traversant des communes situées dans l'ouest.

Sur le terrain, cela se traduit par la construction de 200 kilomètres de voie ferrée, soit une longueur équivalente à celle du réseau actuel, de 68 nouvelles gares et de 7 centres techniques. Ce tracé en rocade a été adopté dans l'optique de compléter efficacement le réseau de métros, de RER et de franciliens actuel qui est radial, très étendu mais vieillissant et qui ne connecte pas de façon optimale les villes périphériques entre elles, chose qui a pour conséquence que la grosse part des 8,5 millions de trajets quotidiens effectués en transports collectifs convergent majoritairement vers Paris intramuros.

La mise en place du GPE s'accompagnera de la construction de 70000 logements par an, l'objectif étant qu'à terme, 90% de la population francilienne habite à moins de 2 kilomètres d'une gare.

Pour mener à bien la conception et la réalisation globale du GPE, un établissement public à caractère industriel et commercial, dénommé la Société du Grand Paris (SGP), a été créé par la loi no 2010-597 du 3 juin 2010 relative au Grand Paris. Cet établissement est régi par le décret no 2010-756 du 7 juillet 2010 relatif à la SGP.

Le coût de la conception et de la construction du GPE a initialement été estimé à 30 milliards d'euros. Une somme revue récemment à la hausse de 5 milliards. Le projet est financé d'une part par une série de taxes et d'impôts locaux et de l'autre par l'emprunt. Le coup d'envoi des travaux sur la ligne 14 a été donné en juin 2014 et la mise en service des différentes lignes se fera progressivement entre 2019 et 2030.

Afin d'étudier l'impact du projet du Grand Paris sur l'économie d'ensemble de l'IDF, la SGP a mandaté un certain nombre de cabinets d'études et de laboratoires scientifiques universitaires pour mener un certain nombre de travaux d'analyses et de prévisions économiques. Le laboratoire d' « Économie Qualitative Intégration des Politiques Publiques et Économétrie » (EQUIPPE)<sup>1</sup> est l'un de ces laboratoires. Le choix méthodologique adopté par EQUIPPE est celui d'un modèle en équilibre général calculable régional (MEGCR) dont l'originalité réside dans l'incorporation d'un module transport très détaillé et en la considération de la donnée géographique dans la construction des mécanismes microéconomiques qui régissent le fonctionnement macroéconomique du modèle.

Ainsi, c'est dans le cadre de ce projet global que s'insère cette thèse. Son utilité dans l'élaboration du MEGCR réside d'une part dans la construction des fondations

---

1. Actuellement Lille Économie et Management.

microéconomiques théoriques régissant le fonctionnement macroéconomique du marché du travail francilien en tenant compte de la dispersion spatiale de son activité économique et de l'autre, en la production de chiffres issus d'analyses statistiques et d'estimations économétriques effectuées sur différentes bases de données contenant des informations sur l'état du marché du travail de l'IDF, sur les choix de déplacement effectués par ces habitants et sur les performances de son infrastructure de transport actuelle et future.

En terme de construction, le travail effectué dans cette thèse s'articule autour de trois chapitres dont le dénominateur commun est le problème de la dissociation spatiale entre les travailleurs et les opportunités d'emploi. Dans le premier, nous construisons un modèle théorique dans lequel nous formalisons l'impact de la dispersion spatiale des acteurs économiques et des paramètres du système de transport urbain sur le processus d'appariement entre les travailleurs à la recherche d'emplois et les entreprises avec des postes vacants à pourvoir. Pour cela, nous recourons à un processus de prospection d'emplois côté travailleurs et de travailleurs côté firmes, basé sur un mécanisme micro-fondé, prenant place dans une ville multi-centrée, découpée géographiquement en plusieurs quartiers, reliés entre eux via une infrastructure de transport. Au final, nous aboutissons à une série de fonctions d'appariement donnant le nombre de travailleurs résidant dans un quartier  $i$  embauchés dans un quartier  $j$  et le nombre d'embauches total au niveau de la ville. Ces fonctions dépendent des paramètres de l'infrastructure de transport et peuvent être utilisées pour évaluer l'impact du changement d'un ou de plusieurs de ces paramètres sur la dissociation spatiale entre les postes vacants et les travailleurs au chômage, dans des villes aux structures spatiales complexes. Ces fonction montrent également que l'amélioration de la qualité des infrastructures de transport urbain induit un meilleur appariement entre les travailleurs et les postes vacants, chose qui aboutit, à l'équilibre, à une configuration emploi-chômage plus favorable.

Dans le second chapitre, nous mesurons le niveau de la dissociation spatiale entre les stocks de travailleurs et les stocks d'emplois en IDF et nous testons l'impact de la

structure spatiale de la région, en particulier celui de la performance de son système et de son offre de transport public, sur les taux de chômage observés dans les différentes zones qui la composent. Par la suite, nous estimons l'impact de la mise en service du GPE sur ces taux. Pour ce faire, nous calculons des indices d'accessibilité en adoptant une formulation similaire à celle d'un modèle gravitaire et des indices de concurrence pour les emplois situés à différentes durées de déplacement. Les résultats montrent qu'en IDF il existe une forte dissociation spatiale entre les travailleurs et les emplois, qu'il n'existe aucun plafond de durée de déplacement au-delà duquel les travailleurs ne se déplacent pas pour travailler, qu'il y a une corrélation négative entre l'accessibilité aux emplois par habitant et les taux de chômage et que sous réserve de l'existence ou de la création d'un nombre d'emplois suffisamment élevé, le GPE est susceptible de faire baisser le taux de chômage moyen de la région de 3 points.

Enfin, dans le dernier chapitre, nous étudions la question de la dissociation entre les lieux de résidence et les lieux de travail par le prisme des arbitrages et des contraintes auxquels les ménages comptant parmi leurs membres deux conjoints actifs se confrontent. La raison principale à ce choix est l'augmentation constante depuis plusieurs décennies de la part de ces ménages, d'où la nécessité de comprendre les tenants et les aboutissants de leurs choix de localisation résidentiels, des emplois qu'ils occupent et de ce qui en découle concernant le changement de la demande globale de transport que cela est susceptible d'engendrer. Les résultats montrent que les trajets domicile-travail des travailleurs des ménages bi-actifs sont plus long que ceux des travailleurs des ménages mono-actifs. Cependant, il apparaît après contrôle pour un certain nombre de facteurs, dont celui des revenus, que, toutes les choses égales par ailleurs, les trajets des travailleurs des ménages bi-actifs sont plus courts que ceux de leurs homologues dans les ménages mono-actifs, que les femmes adaptent la longueur de leurs trajets à celles de leurs conjoints hommes mais pas l'inverse et que les ménages bi-actifs ne configurent pas le triangle dont les sommets sont le lieu de résidence et les deux lieux de travail de façon à minimiser la somme des distances domicile-travail parcourues.



# Chapitre 1

## Impacts des coûts des déplacements généralisés sur un marché du travail urbain dispersé spatialement Une approche théorique

### 1.1 Introduction

Faciliter l'accès aux emplois pour les travailleurs au chômage est un des objectifs des politiques d'aménagement des territoires basées sur la construction ou l'amélioration des infrastructures et des services de transport public urbain. L'idée de base est simple. Grâce à la baisse globale des coûts monétaires et des durées de déplacement engendrées par ces améliorations, les travailleurs au chômage peuvent élargir leur périmètre de recherche d'emploi et, par conséquent, avoir plus de chances de sortir du chômage.

Le besoin d'améliorer les infrastructures et les services de transport public urbain s'impose de par la déconnexion spatiale entre les résidences des travailleurs et les emplacements des entreprises qui les emploient. Les effets négatifs de cette déconnexion sur le fonctionnement du marché du travail ont été soulignés depuis longtemps en

économie urbaine, particulièrement dans la littérature sur l'Hypothèse du Spatial Mismatch (HSM). Cette littérature est née aux États-Unis à la suite de l'article fondateur de Kain (1968), attribuant le fait que la population afro-américaine fasse face à un taux de chômage beaucoup plus élevé et soit beaucoup moins bien rémunérée que la population blanche à la déconnexion spatiale entre les centres-villes, où cette population est restée piégée, et les périphéries des villes, où les grandes entreprises se sont installées suite à la vague de délocalisations que les métropoles américaines ont connue au début de la seconde moitié du vingtième siècle.

L'intuition de Kain (1968) a inspiré une littérature empirique abondante qui l'a testée et a confirmé sa pertinence. En outre, cette littérature fait état de deux faits stylisés importants, le premier étant que les ménages noirs font face à des restrictions raciales les empêchant de s'installer en banlieue et de se rapprocher des opportunités d'emploi et le second étant que les travailleurs habitant dans les zones les plus isolées et les moins bien desservies par les infrastructures et les services de transport ont des difficultés à collecter des informations concernant les opportunités d'emploi car ils supportent des coûts de prospection élevés, d'où une recherche d'emploi moins intense et moins efficace.

Les premiers papiers théoriques relatifs à la HSM ont été publiés assez tardivement, vers la fin des années 1990, soit près de trois décennies après la publication de Kain (1968)<sup>1</sup>. Cette littérature peut être classifiée selon différents prismes de lecture, notamment celui la scindant en deux catégories : d'un côté les papiers modélisant les causes du Spatial Mismatch<sup>2</sup> et de l'autre les papiers analysant ses conséquences<sup>3</sup> sur les distributions spatiales, les taux de chômage et le bien-être social de différents types de travailleurs.

---

1. Gobillon et al. (2007) dresse un panorama très exhaustif de cette littérature.

2. La grande majorité de ces papiers considère le Spatial Mismatch comme une situation qui naît des restrictions raciales auxquelles la population afro-américaine doit faire face sur le marché immobilier et le marché des crédits.

3. Gobillon et al. 2007 classe les papiers en deux groupes, le premier regroupant les papiers adoptant le point de vue des firmes et le second celui des travailleurs

La problématique que nous traitons dans ce papier le fait s'insérer dans la seconde catégorie. Nous partons d'une situation dans laquelle les lieux de résidence des travailleurs et les localisations des entreprises sont spatialement séparées, et nous analysons comment les paramètres de l'infrastructure de transport urbain (coûts monétaires et durées des trajets effectués grâce à cette infrastructure) influent sur le processus de recherche d'emploi côté travailleurs, sur le processus de recrutement des travailleurs côté firmes et sur le processus d'appariement entre ces deux acteurs. En cela, nous consolidons des ponts reliant trois versants de la littérature économiques : celui de l'économie urbaine, celui de la théorie de l'appariement et celui de la théorie de la prospection.

Quoique relativement tardive, cette jonction paraît s'imposer d'elle-même dès lors qu'on s'intéresse au fonctionnement microéconomique d'un marché du travail. En effet, les coûts inhérents à la recherche d'emploi ou de travailleurs et leurs conséquences en terme de participation au marché du travail et de rémunération, ainsi qu'une grande part des frictions ralentissant l'appariement entre travailleurs au chômage et postes vacants et leurs conséquences sur les taux de chômage, les taux de postes non pourvus et leurs distributions spatiales sont à la fois des causes et des conséquences de l'éparpillement spatial de l'activité économique et des performances des infrastructures et des services de transport urbain.

Cependant, les papiers théoriques reliant l'économie urbaine et l'économie du travail sont rares. Smith et Zenou (1995) part du modèle du salaire d'efficience de Shapiro et Stiglitz (1984)<sup>4</sup> et montre que, dans une ville monocentrique fermée dans laquelle il existe une concurrence pour le foncier et où les déplacements sont coûteux, la hausse du chômage involontaire due au monitoring des firmes s'accroît. Smith et Zenou (1997) prolonge le travail entamé dans Smith et Zenou (1995) en y ajoutant la possibilité de l'émergence d'un second secteur d'activité dès que la demande pour un premier secteur, dont les producteurs sont localisés dans le CBD, diminue. L'objectif étant d'étudier les

---

4. Ce papier montre que le monitoring effectué par les firmes afin de faire baisser le « shirking » conduit à une hausse du niveau du chômage involontaire.

conditions d'émergence de ce second secteur, de déterminer sa localisation dans la ville et son impact sur le taux de chômage des travailleurs.

Coulson et al. (2001) et Wasmer et Zenou (2002) s'intéressent au processus de recherche d'emploi dans un cadre urbain et mettent l'accent plus particulièrement sur l'impact de la baisse de l'information concernant les opportunités d'emploi avec la distance au centres d'emploi. Bien qu'adoptant des hypothèses proches, les deux papiers diffèrent tant dans l'approche que dans l'objectif. D'un côté, Coulson et al. considère une ville avec deux centres d'emplois et montre que l'existence de coûts relatifs à la recherche d'emploi<sup>5</sup> et d'un différentiel de coût d'entrée des firmes entre les deux centres suffit à générer tous les faits stylisés du Spatial Mismatch. De l'autre, Wasmer et Zenou s'inscrit plus dans l'étude des conséquences des différents équilibres urbains sur l'équilibre du marché du travail, et ce en recourant à un modèle de prospection avec détermination endogène du lieu de résidence des travailleurs.

Dans les deux papiers cités ci-avant, le processus d'appariement entre les emplois vacants et les travailleurs au chômage est représenté par une fonction d'appariement standard<sup>6</sup> dont la forme n'est pas déterminée. Nous n'avons trouvé qu'un seul papier consacré à la construction d'une fonction d'appariement engendrée par un processus micro-fondé de recherche d'emploi dans un cadre spatial, Smith et Zenou (2003)<sup>7</sup>. Dans ce dernier, les auteurs prennent pour hypothèse la baisse de l'information concernant les opportunités d'emploi avec la distance au CBD et, grâce à un modèle d'appariement couplé à un modèle de choix de localisation du lieu de résidence, concluent qu'il n'existe que trois équilibres urbains compatibles avec cette hypothèse dont deux en adéquation

---

5. Les coûts liés au processus de la collecte d'informations sur les opportunités d'emploi vont de pair avec la capacité des travailleurs à se déplacer entre les zones où les centres d'emploi se situent. La capacité à se déplacer dépend de chaque travailleur, indépendamment de la localisation de sa résidence. Celle-ci est considérée comme déterminée ex ante.

6. Elle est concave, croissante avec le nombre de chômeurs et le nombre d'emplois vacants et homogène de degré un.

7. Ce papier est un prolongement de Smith et Zenou (2001) dans lequel la dimension spatiale est absente et qui pose les fondements du modèle et de la fonction d'appariement utilisés dans Smith et Zenou (2003).

avec les faits stylisés du Spatial Mismatch<sup>8</sup>.

Ainsi, lorsqu'on parcourt la littérature théorique relative à la HSM, on constate que la question du rôle des infrastructures et des services de transport est totalement laissée pour compte<sup>9</sup>. Il n'existe aujourd'hui à notre connaissance aucun papier théorique reliant directement les paramètres du système de transports au nombre de chômeurs et de postes vacants dans une ville. Par ailleurs, tous les papiers de la littérature théorique relative à la HSM prennent pour cadre géographique une ville monocentrique. Or il est désormais nécessaire de sortir de ce cadre trop simple car, d'une part, une décomposition plus fine de l'espace urbain est indispensable si l'on veut étudier de façon précise l'impact des infrastructures de transport et, de l'autre, parce que les opportunités d'emploi ne se concentrent pas en un seul ou en un nombre restreint d'endroits mais peuvent être localisées partout, dans des proportions variables, surtout dans des villes où l'activité économique ne repose pas essentiellement sur l'industrie mais sur des services marchands et non marchands dont une grande partie ne peut être produite et consommée que localement.

L'objectif du présent papier est de combler ces deux lacunes, notamment en allant plus loin dans l'analyse de l'impact de la dispersion spatiale des acteurs économiques et des paramètres du système de transport urbain sur le processus d'appariement entre les travailleurs à la recherche d'emploi et les entreprises avec des postes vacants. L'une des contributions principales du papier consiste en la construction d'une fonction d'appariement engendrée par un processus de recherche d'emploi micro-fondé qui se caractérise par deux aspects novateurs : le premier étant qu'il se déroule dans une ville décomposée en plusieurs quartiers reliés par une infrastructure de transport et le second étant que les paramètres de cette infrastructure et ce qui en ressort en terme d'accessibilité de tous les quartiers est pris en considération par les différents agents

---

8. Dans ce papier, les auteurs montrent qu'à l'équilibre, les travailleurs au chômage résident soit près du CBD, soit en périphérie de la ville soit les deux.

9. Quelques papiers l'évoquent très brièvement, notamment Coulson (2001).

économiques dans leur processus de prise de décision. La fonction d'appariement ainsi construite peut-être utilisée pour évaluer l'impact du changement d'un des paramètres de l'infrastructure de transport sur le Mismatch entre les postes vacants et les travailleurs au chômage, que ce soit à un niveau local<sup>10</sup> ou global<sup>11</sup>, quelle que soit la configuration de la ville considérée.

Un second point différenciant ce papier de ce qu'on peut trouver aujourd'hui dans la littérature théorique est que le modèle que nous y développons ne repose pas sur l'hypothèse de la baisse de l'information avec la distance aux centres d'emploi<sup>12</sup>. En effet, nous ne nous intéressons pas ici aux frictions liées à la recherche d'emploi ou de travailleurs à enrôler à proprement parler<sup>13</sup>, mais nous apportons un éclairage sur ce qui se passe une fois que l'information révélant l'existence des postes vacants est parvenue aux travailleurs au chômage. Ce qui nous importe ici ce sont les conséquences du travail de diffusion et de collecte d'information en terme de concurrence entre les firmes pour les travailleurs, et entre les travailleurs pour les emplois. Un travailleur ayant fait de la prospection est vraisemblablement au courant de plusieurs opportunités pouvant convenir à ses aptitudes. Dans ce cas, si les signaux de productivité qu'il renvoie sont suffisamment intéressants, les firmes qu'il a contactées doivent se concurrencer pour l'enrôler. D'un autre côté, plusieurs travailleurs au chômage peuvent être intéressés par un même poste vacant et être par conséquent en concurrence pour l'obtenir. La concurrence est plus rude dans un sens ou dans l'autre en fonction du ratio emplois vacants - travailleurs au chômage.

---

10. Au niveau d'un quartier ou d'un groupe de quartiers.

11. Au niveau de toute la ville

12. Deux raisons motivent ce choix. Le premier est que dans notre modèle il n'y a pas vraiment de centres d'emploi (Cf. section 2) et le second est qu'en raison de l'évolution des moyens de télécommunication, il n'est quasiment plus nécessaire de se déplacer pour avoir des informations concernant les opportunités d'emploi. Notons d'ailleurs que les papiers faisant hypothèse de la baisse de l'information avec la distance datent du début des années 2000 pour les plus récents. La révolution que représente aujourd'hui internet n'était alors qu'à ses balbutiements.

13. Nous considérons qu'on parle de frictions liées à la recherche dès lors qu'on est au stade où les firmes avec des postes vacants diffusent cette information auprès du plus grand nombre de travailleurs, ou lorsqu'il s'agit du côté des travailleurs d'avoir connaissance d'un nombre satisfaisant d'opportunités d'emplois. A ce stade, les deux agents ont un intérêt commun. Ce qui se passe une fois l'information diffusée et parvenue aux destinataires relève plutôt de l'appariement.

Sur le plan géographique, la concurrence que se livrent les entreprises et celle que se livrent les travailleurs revêtent une dimension spatiale dont l'infrastructure et les services de transport urbain est le vecteur principal. Concrètement, les entreprises localisées dans des zones bien desservies par les transports sont susceptibles d'attirer, à rémunération égale, plus de travailleurs que les entreprises localisées dans des zones mal desservies. Pour compenser ce désavantage, les entreprises mal desservies doivent faire un effort de rémunération supplémentaire, or toutes n'en sont pas capables. Côté travailleurs, résider dans une zone bien desservie par les transports donne accès à un plus grand nombre d'emplois dans un périmètre de déplacement qui demeure raisonnable tant au niveau de la distance qu'au niveau des durées et des coûts des déplacements. Ainsi, les travailleurs résidant dans les zones accessibles sont doublement avantageés : ils ont statistiquement plus de chances de sortir du chômage et compte tenu du nombre de possibilités qu'ils peuvent considérer, ils sont susceptibles d'avoir de meilleures rémunérations que les travailleurs résidant dans les zones peu accessibles.

Les différentes étapes de la construction de la fonction d'appariement à laquelle nous aboutissons tiennent compte de ces faits. Par ailleurs, la fonction que nous obtenons satisfait l'ensemble des critères que doit satisfaire une fonction d'appariement standard. Enfin, les résultats que nous obtenons montrent qu'une amélioration bien pensée des infrastructures et des services de transport peut déboucher à la fois sur la réduction du taux de postes vacants et sur la baisse de la ghettoïsation.

La suite du papier se présente comme suit. Dans la section 2 nous présentons le cadre géographique et le processus d'appariement entre firmes et travailleurs. Dans la section 3 nous présentons et détaillons l'ensemble des étapes suivies pour construire les différentes fonction d'appariement que nous avons obtenues. Enfin dans la section 4 nous concluons avec des remarques et des perspectives de travaux à venir.

## 1.2 Modèle

Nous considérons un horizon temporel consistant en une séquence infinie de courtes périodes et une ville fermée formée de  $N$  quartiers reliés les uns aux autres par une infrastructure et des services de transport urbains. Notre objectif étant l'étude du rôle de l'infrastructure et des services de transport urbains dans l'appariement entre des travailleurs et des postes vacants séparés spatialement et non l'étude des choix de résidence des travailleurs et de localisation des firmes, les localisations des uns et des autres sont prédéterminées et restent inchangées pendant suffisamment longtemps pour être considérée comme fixes, au moins à moyen terme.

Il est utile de rappeler que l'hypothèse des coûts de relocalisation nuls, très souvent faite en économie urbaine et qui conduit à ce qu'à l'équilibre les localisations des différents agents économiques soient optimales n'est pas valable dans la réalité. Les coûts monétaires liés aux déménagements ou aux relocalisations, auxquels s'ajoutent les contraintes non monétaires<sup>14</sup> qui leurs sont inhérentes et l'absence d'information complète des travailleurs et des firmes, sont autant de facteurs qui font que les choix de localisation de ces agents dans la ville ne peuvent être optimaux<sup>15</sup> que par le fait du hasard. Les gouvernements et les autorités locales peuvent, compte tenu de la vue d'ensemble qu'ils possèdent, formuler des incitations dans le but de rapprocher spatialement des firmes et des travailleurs au chômage, en aidant par exemple des firmes à s'installer dans des quartiers où les taux de chômage sont élevés. Cependant, cela ne garantit pas que les emplois créés par ces firmes soient occupés par des travailleurs résidant dans les quartiers pour lesquels la baisse du chômage a été ciblée, surtout dans un contexte économique marqué par une rareté des opportunités d'emploi, rendant les travailleurs prêts à se déplacer quotidiennement

---

14. Un déménagement est un processus coûteux et les travailleurs au chômage ne peuvent souvent pas supporter ce coût. Par ailleurs, les travailleurs au chômage font face à une discrimination au niveau du marché immobilier, surtout quand celui-ci est tendu, chose qui restreint considérablement leur mobilité et les contraint à rester dans leur lieu de résidence.

Du côté des firmes, se rapprocher des zones résidentielles n'est pas toujours possible. Les différentes réglementations et normes sanitaires et environnementales contraignent les firmes d'un certain nombre de secteurs à être localisées loin des habitations.

15. L'optimalité ici est au sens où les travailleurs se localisent de façon à maximiser leurs chances de trouver un emploi et les firmes se localisent de façon à pouvoir recruter facilement des travailleurs.

de très loin pour concurrencer ceux qui résident près de ces opportunités (Voir chapitre 2).

Au vue de ces éléments, il paraît clair que la fluidification des frictions causées par la séparation spatiale des travailleurs et des firmes doit passer, tout du moins partiellement, par une amélioration bien pensée des infrastructures et des services de transport urbains.

Au début de chaque période, on compte dans chaque quartier  $i = 1 \dots N$ ,  $U_i$  travailleurs au chômage et  $V_i$  postes vacants à pourvoir. Seuls les travailleurs au chômage sont concernés par la recherche d'emploi et leur prospection s'étend à tous les quartiers de la ville. Les firmes diffusent le plus largement possible les postes à pourvoir et n'exercent envers les travailleurs aucune discrimination basée sur leur lieu de résidence. Si un poste vacant reçoit plusieurs candidatures, le seul critère de sélection est la productivité des travailleurs<sup>16</sup>.

Pour exercer leur métier, les travailleurs en poste doivent se déplacer quotidiennement de leur lieu de résidence vers les firmes qui les emploient. Ces trajets engendrent une dépense monétaire et ont un coût temporel. On note  $\theta_{ij}$  le coût généralisé engendré par les déplacements domicile-travail auquel un travailleur résidant en  $i$  et employé par une firme en  $j$  doit faire face. Ce coût englobe la dépense monétaire réelle et l'équivalent monétaire de la désutilité du temps de déplacement. Notons que les durées de ceux-ci ne dépendent pas uniquement des distances à parcourir mais également, et surtout, de la qualité des liaisons entre les différents quartiers.

Pour rendre compte de façon précise de la dimension spatiale qui entre en jeu dans le processus de recherche d'emploi et du rôle de l'infrastructure et des services de transport dans l'appariement entre les postes vacants et les travailleurs au chômage, nous ne pouvons pas faire un usage direct de la fonction d'appariement macroéconomique standard à la Mortensen et Pissarides. Il nous est donc nécessaire d'en construire une en nous basant

---

16. La notion de productivité que nous adoptons ici est expliquée plus en détail ci-après.

sur un scénario de prospection micro-fondé. Par souci de simplification, nous supposons que tous les travailleurs sont neutres au risque, vivent indéfiniment, sont dotés d'une unité de travail qui ne peut être fournie qu'à une seule firme et peuvent postuler pour occuper n'importe quel poste vacant. Ce qui différencie un travailleur qui postule pour un poste qui correspond à ces qualités et un autre qui postule pour un poste pour lequel il ne remplit pas les critères requis c'est le signal de productivité envoyé à l'employeur. Celui-ci, en plus de sélectionner ses futurs employés en se basant sur ces signaux, s'en sert également pour fixer les rémunération de ces éventuels futurs employés. Dans ce contexte, l'appariement entre les emplois vacants et les travailleurs à la recherche d'emplois se fait conformément au processus suivant :

1. Au début de chaque période, chaque travailleur au chômage est informé de l'existence de plusieurs postes vacants. Pour simplifier les calculs à venir, nous supposons que les firmes au sein desquelles ces postes sont à pourvoir sont localisées dans des quartiers deux à deux distincts<sup>17</sup>. L'information consiste en la disponibilité effective du poste et en la rémunération offerte au travailleur s'il est embauché. La rémunération se compose de deux parties : une partie déterministe commune à tous les postes et à tous les travailleurs<sup>18</sup> et une partie aléatoire qui dépend de chaque couple poste vacant - travailleur postulant. La partie aléatoire de la rémunération se détermine au regard des signaux de compatibilité et de productivité envoyés par le travailleur à son éventuel futur employeur. Plus ceux-ci sont positifs, plus le montant offert est élevé.
2. Une fois que les travailleurs ont pris connaissance de toutes les rémunérations offertes par les firmes dont l'information au sujet des postes vacants leur est parvenue, ils candidatent pour un poste au plus, celui offrant la meilleure rémunération nette des coûts généralisés des déplacements. Néanmoins, si celle-ci est inférieure au montant du salaire de réserve, il n'y a pas candidature et une

---

17. Il est possible de garder la possibilité que le travailleurs soient informés de plusieurs offres d'emplois dans le même quartier. Cela est mathématiquement réalisable mais n'apporte à nos yeux aucun éclairage pertinent sur l'analyse des mécanismes qui nous intéressent.

18. Exemple : le SMIC.

meilleure proposition est recherchée à la période suivante. Par ailleurs, il n'y a aucune communications entre les travailleurs. Par conséquent, ceux-ci ne peuvent évaluer la concurrence à laquelle ils font face pour chaque emploi.

3. Côté firmes, chaque poste vacant reçoit un certain nombre de candidatures. Si pour un poste plusieurs candidatures sont reçues, la firme embauche le travailleur qu'elle perçoit comme le productif, à savoir celui à qui elle offre la meilleure rémunération et lui notifie de commencer le travail dès le début de la période suivante. Les postes qui n'ont reçu aucune candidature restent vacants et sont proposés à la période suivante.
4. A l'issue de la sélection des candidatures les travailleurs dont les signaux de productivité ne sont pas les meilleurs ne sont pas retenus. Ils cherchent de nouvelles opportunités d'emploi à la période suivante.
5. A la fin de chaque période, le nombre de postes pourvus et donc le nombre de travailleurs sortis du chômage correspond au nombre de postes vacants ayant reçu au moins une candidature.

Les coût généralisés engendrés par les trajets domiciles-travail interviennent dans l'étape 2 du processus, celle où les travailleurs sélectionnent les opportunités d'emplois auxquelles candidater. Il s'agit d'une étape importante puisqu'elle conditionne la suite du processus. Côté travailleurs, on peut préférer rester sans emploi car l'utilité que peut rapporter la meilleure opportunité n'est pas suffisamment élevée pour compenser la désutilité des trajets domicile-travail qu'elle engendre. Par conséquent, côté firmes, on risque de ne pas avoir de candidats désireux de pourvoir les postes vacants. Dans ce cas, si les coûts généralisés des déplacement restent inchangés, l'unique moyen pour des firmes d'élargir leur périmètre de recrutement est d'augmenter les rémunérations qu'elles proposent ; or toutes n'en sont pas capables.

La construction de la fonction d'appariement se fait en 3 étapes. Dans un premier temps, nous calculons pour chaque couple de quartiers  $(i, j)$  le nombre de travailleurs résidant en  $i$  ayant été embauchés par des firmes localisées en  $j$  à la fin de chaque période.

Cette étape est la plus compliquée et est la pierre angulaire du modèle. Par la suite, nous utilisons les résultats de cette étape pour calculer pour chaque quartier le nombre total de travailleurs qui ont été embauchés et le nombre total de postes vacants qui ont été pourvus. Enfin, grâce à une dernière agrégation, nous obtenons le nombre de postes vacants pourvus dans toute la ville. Ce nombre correspond également au nombre de travailleurs ayant trouvé un emploi dans la ville.

## 1.3 Les fonctions d'appariement

Nous étudions tout d'abord les conditions de candidature des travailleurs, puis le processus de sélection des firmes, puis la probabilité qu'un poste dans un quartier  $j$  soit pourvu par un travailleur résidant dans un quartier  $i$ , pour enfin aboutir aux quatre fonctions d'appariement citées ci-avant.

### 1.3.1 Les candidatures

Considérons un travailleur résidant dans un quartier  $i$  ayant des informations sur  $N$  opportunités d'emplois situées dans des quartiers deux à deux distincts. Nous supposons par souci de simplification que l'absence d'information concernant des emplois dans quelques quartiers est aussi une information. Nous lui associons une rémunération nulle.

La rémunération à laquelle peut prétendre le travailleur pour un poste localisé en  $j$  s'écrit

$$w_j = w^* + \epsilon_j$$

où  $w^*$  est la partie déterministe du salaire commune à tous les postes et à tous les travailleurs et  $\epsilon_j$  un terme aléatoire tiré d'une distribution de Gumbel de paramètre  $\mu$  et qui reflète les caractéristiques des firmes localisées en  $j$ , en particulier leur « champ de compatibilité » avec les qualités du travailleur.

Les trajets domicile-travail engendrent un coût généralisé  $\theta_{ij}$ . Ainsi, la rémunération

nette des coûts des déplacements pour un poste en  $j$  s'écrit :

$$v_{ij} = w_j - \theta_{ij} = w^* - \theta_{ij} + \epsilon_j$$

Conformément à la démonstration de la partie *A* de l'annexe, la meilleure rémunération nette des coûts des déplacements à laquelle un travailleur résidant en  $i$  peut prétendre s'écrit :

$$v_i = \max_j (v_{ij}) = w^* - \Theta_i + \eta \quad (1.1)$$

où  $\eta$  est un terme aléatoire tiré d'une distribution de Gumbell de paramètre  $\mu$  et  $\Theta_i = -\mu \log \left( \sum_j e^{-\frac{\theta_{ij}}{\mu}} \right)$  un terme qui dépend des coûts généralisés de déplacement de  $i$  vers tous les quartiers de la ville. Il paraît assez clairement que  $\Theta_i$  augmente avec ces coûts. Ce terme peut ainsi être interprété comme un indice d'isolement traduisant la difficulté que les travailleurs résidant dans le quartier  $i$  éprouvent pour se déplacer vers les autres quartiers de la ville. Naturellement,  $-\Theta_i$  s'interprète comme un indice d'accessibilité du quartier  $i$ .

D'après l'expression 1.1, l'isolement d'un quartier impacte négativement la meilleure rémunération nette des coûts de déplacement à laquelle les travailleurs qui y résident peuvent prétendre. En terme de participation au marché du travail, cela peut se traduire par des taux de chômage volontaires plus importants dans les quartiers isolés que dans les quartiers accessibles. La raison est que pour se porter candidat pour un emploi, peu importe lequel, une condition insuffisante mais néanmoins nécessaire doit être remplie, celle que l'utilité procurée par cet emploi soit supérieure à l'utilité de rester au chômage. Si le poste procurant la plus grande utilité ne satisfait pas cette condition, les autres postes ne la satisfont naturellement pas non plus et le travailleur préfère rester au chômage.

D'un point monétaire, la condition nécessaire et suffisante pour qu'un travailleur se porte candidat pour un poste est que la meilleure rémunération nette des coûts des déplacements qu'il est susceptible de recevoir doit être supérieure à son salaire de réserve.

Si on note  $\bar{v}_i$  le salaire de réserve d'un travailleur résidant en  $i$ , la probabilité qu'il ne se porte candidat pour aucune des opportunités dont il est informé est <sup>19</sup> :

$$\bar{P}_i = \Pr(v_i < \bar{v}_i) = \exp\left(-e^{-\frac{\bar{v}_i - w^* + \Theta_i}{\mu}}\right) \quad (1.2)$$

Il apparait assez nettement que la probabilité qu'un travailleur ne se porte candidat pour aucune des opportunités d'emploi dont il est informé augmente avec l'isolement du quartier dans lequel il réside.

Il reste maintenant à déterminer la probabilité de se porter candidat pour un poste en  $j$ . Pour cela, la rémunération nette des coûts de déplacement qu'offre ce poste doit d'un côté être la meilleure (condition (i)) et de l'autre être supérieure au salaire de réserve du travailleur ( condition (ii)).

La probabilité qu'un poste en  $j$  offre à un travailleur en  $i$  la meilleure rémunération nette des couts des déplacements est <sup>20</sup> :

$$P_{ij} = \Pr(v_i = \max_k(v_{ik})) = \frac{e^{-\frac{w - \theta_{ij}}{\mu}}}{\sum_k e^{-\frac{w - \theta_{ik}}{\mu}}} = \exp\left(\frac{-\theta_{ij} + \Theta_i}{\mu}\right) \quad (1.3)$$

Par ailleurs, 1.1 reste valide conditionnellement au fait que la meilleure rémunération nette des coûts de déplacement est celle du poste en  $j$ , d'où :

$$\Pr(v_{ij} \leq v \mid v_{ij} = \max_k(v_{ik})) = \exp\left(-e^{-\frac{v - w^* + \Theta_i}{\mu}}\right)$$

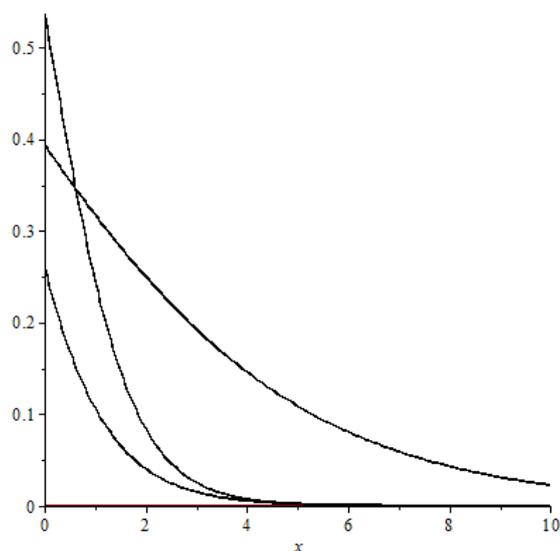
Conformément à ce que nous pouvions attendre, 1.3 montre que la probabilité que la rémunération nette des coûts de déplacement reçue par un travailleur résidant en  $i$  soit celle venant d'un poste en  $j$  diminue quand  $\theta_{ij}$  augmente <sup>21</sup>. La Figure 1 montre l'allure de cette décroissance.

---

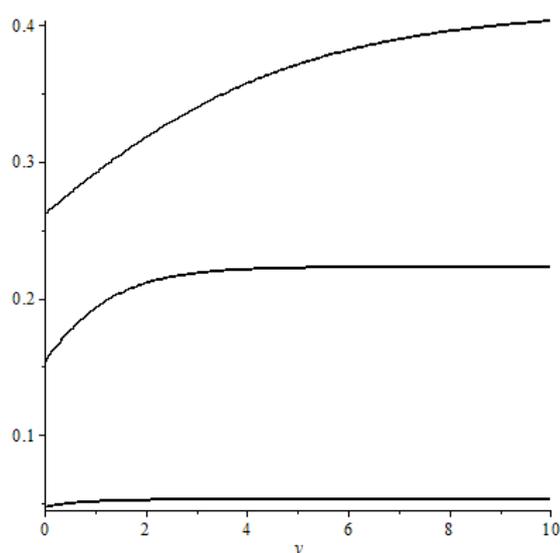
19. Cf. démonstration Annexe A

20. Cf. Annexe A

21. D'après les propriétés standards de la loi logistique

GRAPHIQUE 1.1 –  $P_{ij}$  en fonction de  $\theta_{ij}$  pour différentes valeurs des autres paramètres

Comme dans un système de vases communicants, la probabilité que la rémunération nette des coûts de déplacement reçue par un travailleur résidant en  $i$  soit celle venant d'un poste en  $j$  augmente quand les coûts généralisés des déplacements entre  $i$  et les autres quartiers augmente. La Figure 2 montre l'allure de cette augmentation.

GRAPHIQUE 1.2 –  $P_{ij}$  en fonction de  $\theta_{ik}$  pour différentes valeurs des autres paramètres

Enfin, la probabilité que la rémunération nette des couts de déplacement d'un poste en  $j$  satisfasse les deux conditions nécessaires pour qu'un travailleur résidant en  $i$  s'y porte

candidat est :

$$\begin{aligned}\tilde{P}_{ij} &= \Pr\left(v_j = \max_k(v_k)\right) \Pr\left(v_j > \bar{v}_i | v_j = \max_k(v_k)\right) \\ &= \exp\left(\frac{-\theta_{ij} + \Theta_i}{\mu}\right) \left[1 - \exp\left(-e^{-\frac{\bar{v}_i - w^* + \Theta_i}{\mu}}\right)\right]\end{aligned}$$

Cette probabilité décroît quand les coûts généralisés de déplacement entre  $i$  et  $j$  augmentent <sup>22</sup>.

### 1.3.2 Les postes vacants

Considérons un poste vacant dans une firme localisée en  $j$ . De chaque quartier  $i = 1 \dots N$ ,  $0 \leq k_i \leq U_i$  travailleurs au chômage ont une information sur ce poste. Rappelons qu'avoir de l'information concernant un poste vacant ne conduit pas forcément au dépôt d'une candidature. Pour qu'un poste en  $j$  reçoive une candidature de  $i$  il faut que pour au moins un travailleur de  $i$  les conditions (i) et (ii) soient remplies.

Négligeons temporairement la condition (ii) et appelons candidats potentiels pour le poste en  $j$  les travailleurs pour lesquels ce poste offre la meilleure rémunération nette des coûts des déplacements. Nous savons grâce à 1.3 que  $P_{ij}$  est la probabilité qu'un travailleur de  $i$  soit candidat potentiel pour le poste. Nous sommes ici en présence d'une épreuve de Bernoulli dont le succès correspond à « se porter candidat » et l'échec correspond à « ne pas se porter candidat ». Ainsi, si nous considérons que les travailleurs agissent indépendamment les uns des autres, le nombre de candidats potentiels de  $i$  pour un poste en  $j$  est une variable aléatoire discrète qui suit une loi binomiale de paramètres  $(k_i; P_{ij})$ . Ainsi, la probabilité que le nombre de candidats potentiels venant de  $i$  soit égal à  $q_i$  conditionnellement à ce que  $k_i$  de travailleurs résidant en  $i$  en soient informés est :

$$\Pr(q_i | k_i) = \frac{k_i!}{q_i! (k_i - q_i)!} P_{ij}^{q_i} (1 - P_{ij})^{k_i - q_i}$$

---

22. Cette probabilité est le produit d'une fonction décroissante en  $\theta_{ij}$  et d'une terme positif

Supposons maintenant que, pour le poste en  $j$  que nous considérons, nous comptons  $q_i$  candidats potentiels de chaque quartier  $i = 1 \dots N$ . Dans ce cas, le candidat potentiel le plus à même de prendre le poste est le candidat le plus productif. Pour déterminer de qui il s'agit, on peut comparer en seule fois toutes les candidatures potentielles ou bien procéder en deux étapes, la première étant de déterminer pour chaque quartier la meilleure candidature potentielle qui en provient et la seconde de comparer les meilleures candidatures potentielles entre elles. Les deux façons de faire aboutissent naturellement au même résultat. Pour une question de facilité mathématique nous choisissons de procéder en deux étapes.

Rappelons que la rémunération attribuée à un travailleur de  $i$  s'écrit  $w_i = w^* + \epsilon_i$ . Grâce à 1.3, nous savons que conditionnellement au fait qu'il soit candidat potentiel pour ce poste en  $j$ , la rémunération nette des coûts des déplacements offerte à un travailleur de  $i$  est  $v_{ij} = v_i = w^* - \Theta_i + \eta$  où  $\Theta_i$  est l'indice d'isolement du quartier  $i$  et  $\eta$  une réalisation aléatoire d'une Gumbell de paramètre  $\mu$ . Sachant que  $v_{ij} = w_{ij} - \theta_{ij}$ , la rémunération donnée par la firme à un candidat potentiel venant de  $i$  s'écrit

$$w_{ij} = w^* - \Theta_i + \theta_{ij} + \eta$$

Par conséquent, la rémunération attribuée au candidat potentiel le plus productif résidant en  $i$  est :<sup>23</sup>

$$\max_i (w_{ij}) = w^* + \Delta_{ij} + \mu \log q_i + \eta_i \quad (1.4)$$

Avec  $\Delta_{ij} = \theta_{ij} - \Theta_i$ .

Pour que le poste soit pourvu par un travailleur de  $i$  il faut, en plus du fait que le travailleur le plus productif de  $i$  soit un candidat réel<sup>24</sup>, qu'au moins l'une des deux conditions suivantes soit remplie pour chaque quartier de provenance des candidatures

---

23. Cf. Annexe B

24. Si la candidature la plus productive de  $i$  ne donne pas lieu à une candidature effective, les autres candidatures potentielles de  $i$  non plus.

potentielles  $m$  ( $m \neq i$ )<sup>25</sup> :

1. La meilleure candidature potentielle en provenance de  $m$  doit être moins productive que la meilleure candidature potentielle en provenance de  $i$ . De ce fait, l'inégalité suivante doit être satisfaite :

$$\eta_m < \Delta_{ij} - \Delta_{mj} + \mu \log(q_i/q_m) + \eta_i$$

2. La productivité du meilleur candidat potentiel en provenance de  $m$  n'est pas suffisamment élevée pour déclencher un candidature effective. Cela se traduit par l'inégalité suivante :

$$\eta_m < \Theta_m - w^* + \bar{v}_m - \mu \log q_m$$

Des deux conditions ci-avant, nous déduisons que, pour que le poste soit pourvu par un travailleur résidant en  $i$ , il faut pour chaque quartier  $m \neq i$  que l'inégalité suivante soit satisfaite :

$$\eta_m < \Delta_{ij} - \Delta_{mj} + \mu \log(q_i/q_m) + \max(\eta_i, -\Delta_{ij} - w^* - \mu \log q_i + \bar{v}_m + \theta_{mj}) \quad (1.5)$$

Reste maintenant à déterminer  $\max(\eta_i, -\Delta_{ij} - w^* - \mu \log q_i + \bar{v}_m + \theta_{mj})$ .

Sachant que le candidat potentiel le plus productif en provenance de  $i$  n'est réellement candidat pour un poste en  $j$  que si la rémunération nette des coûts des déplacements qui lui est offerte est supérieure à son salaire de réserve, à savoir si l'inégalité  $\eta_i > \Theta_i - w^* + \bar{v}_i - \mu \log q_i$  est satisfaite, pour chaque quartier  $m \neq i$  les deux scénarios suivants sont envisageables :

1.  $\bar{v}_i + \theta_{ij} > \bar{v}_m + \theta_{mj}$ . Dans ce cas, il est évident que :

$$\max(\eta_i, -\Delta_{ij} - w^* - \mu \log q_i + \bar{v}_m + \theta_{mj}) = \eta_i$$

---

25. Il s'agit là d'un problème de dénombrement assez simple. Si le travailleur le plus productif de  $i$  est réellement candidat, il est embauché dans deux cas, le premier est s'il n'y a pas de concurrence venant des autres quartiers et le second est s'il y a des concurrents venant d'autres quartiers mais qui sont moins productifs.

2.  $\bar{v}_i + \theta_{ij} < \bar{v}_m + \theta_{mj}$ . Dans ce cas il est impossible de déterminer immédiatement  $\max(\eta_i, -\Delta_{ij} - w^* - \mu \log q_i + \bar{v}_m + \theta_{mj})$ .

Afin de traiter le scénario 2, nous classons par ordre croissant les quartiers en fonction du salaire de réserve des travailleurs qui y résident augmenté des coûts généralisés de déplacement engendrés par les trajets vers  $j$ . Pour cela, nous définissons les deux permutations  $\kappa_j(i)$  et  $\iota_j(k)$  tel que  $\kappa_j(i)$  correspond au classement du quartier  $i$  et  $\iota_j(k)$  au quartier classé à la  $k^e$  position, avec  $\{1, \dots, N\}$  comme ensemble de départ et d'arrivée pour les deux permutations. En cela,  $\kappa_j(i)$  et  $\iota_j(k)$  vérifient les propriétés suivantes :

$$\kappa_j(n) < \kappa_j(m) \iff \bar{v}_n + \theta_{nj} \leq \bar{v}_m + \theta_{mj} \quad (1.6)$$

et

$$k = \iota_j(m) \iff m = \iota_j(k) \quad (1.7)$$

Comme ici notre intérêt porte uniquement sur le cas où la candidature la plus productive de  $i$  donne lieu à une candidature effective, nous considérons uniquement les valeurs de  $\eta_i$  telle que

$$\eta_i + w^* + \mu \log q_i - \Theta_i \geq \bar{v}_i \quad (1.8)$$

Si on décompose la ville de façon suffisamment fine, la valeur de  $\eta_i + w^* + \mu \log q_i - \Theta_i$  peut toujours être comprise entre les salaires de réserve augmentés les coûts des déplacements vers  $j$  de deux quartiers classés successivement par  $\kappa_j$ . Formellement, cela se traduit comme suit :

de l'ensemble  $\{1, \dots, N\}$ , on peut trouver  $k = \bar{k}(j)$  tel que  $(\eta_i - \Theta_i + w^* + \mu \log q_i)$  appartienne à l'intervalle  $[\bar{v}_{\iota_j(k)} + \theta_{\iota_j(k),j}, \bar{v}_{\iota_j(k+1)} + \theta_{\iota_j(k+1),j}]$ .

Conformément à (8),  $k$  est obligatoirement supérieur ou égal à  $\kappa_j(i)$ .

Ainsi, conditionnellement à ce que (8) soit vérifiée, le travailleur le plus productif de  $i$  est embauché si :

1. Pour les quartiers  $m$  tels que  $\kappa_j(m) < \kappa_j(i)$ , l'inégalité  $\eta_m < \Delta_{ij} - \Delta_{mj} + \mu \log(q_i/q_m) + \eta_i$  est vérifiée.
2. Pour les quartiers  $m$  tels que  $\kappa_j(i) < \kappa_j(m) \leq k$ , l'inégalité  $\eta_m < \Delta_{ij} - \Delta_{mj} + \mu \log(q_i/q_m) + \eta_i$  est vérifiée<sup>26</sup>.
3. Pour les quartiers  $m$  tels que  $\kappa_j(m) > k$ , l'inégalité  $\eta_m < \Theta_m - w^* + \bar{v}_m - \mu \log q_m$  est vérifiée<sup>27</sup>.

Ainsi, si nous considérons que les candidatures potentielles les plus productives sont indépendantes, la probabilité que le poste soit pourvu par un travailleur de  $i$  conditionnellement à la valeur de  $\eta_i$  s'écrit :

$$\begin{aligned} \tilde{P}_{ij}(\eta_i, q, \dots, q_N) &= \prod_{m, \kappa_j(m) \leq \bar{k}(j)} \Pr(\eta_m < \Delta_{ij} - \Delta_{mj} + \mu \log(q_i/q_m) + \eta_i) \\ &\times \prod_{m, \kappa_j(m) > \bar{k}(j)} \Pr(\eta_m < \Theta_m - w^* + \bar{v}_m - \mu \log q_m) \end{aligned}$$

Ce qui, après calculs (voir annexe B), donne

$$\tilde{P}_{ij}(\eta_i, q, \dots, q_N) = \exp\left(-e^{[S_{ij} - \Delta_{ij} - \eta_i]/\mu} - e^{(w^* - W_j)/\mu}\right) \quad (1.9)$$

avec

$$\begin{aligned} S_{i,j} &= \mu \log \sum_{m, \kappa_j(m) \leq \bar{k}(j)} \frac{q_m}{q_i} e^{\Delta_{mj}/\mu} \\ W_{j,k} &= -\mu \log \sum_{m, \kappa_j(m) > \bar{k}(j)} q_m e^{-[\Theta_m + \bar{v}_m]/\mu} \end{aligned}$$

Pour obtenir la probabilité que le poste soit pourvu conditionnellement au nombre de candidats potentiels de chaque quartier, il suffit d'intégrer  $\tilde{P}_{ij}(\eta_i, q, \dots, q_N)$  sur les valeurs

---

26. Cela correspond à la situation  $\max(\eta_i, -\Delta_{ij} - w^* - \mu \log q_i + \bar{v}_m + \theta_{mj}) = \eta_i$

27. Cela correspond à la situation où  $\max(\eta_i, -\Delta_{ij} - w^* - \mu \log q_i + \bar{v}_m + \theta_{mj}) = -\Delta_{ij} - w^* - \mu \log q_i + \bar{v}_m + \theta_{mj}$

de  $\eta_i$  supérieures à  $\Theta_i - w^* + \bar{v}_i - \mu \log q_i$ . Cela donne :

$$\tilde{P}_{ij}(q, \dots, q_N) = \int_{\eta_i \geq \Theta_i - w^* + \bar{v}_i - \mu \log q_i} \tilde{P}_{ij}(\eta_i, q_1, \dots, q_N) d\eta_i$$

Comme nous pouvons le constater, quand les coûts généralisés des déplacements entre  $i$  et  $j$  augmentent, l'indice d'isolement  $\Theta_i$  augmente également, chose qui conduit au rétrécissement de l'intervalle sur lequel nous intégrons notre fonction. Et comme il s'agit là d'une fonction positive, cela conduit à la baisse de la valeur de l'intégrale<sup>28</sup>.

En d'autres termes, si les coûts généralisés des déplacement entre  $i$  et  $j$  augmentent, la probabilité que le poste en  $j$  soit pourvu par un travailleur venant de  $i$  conditionnellement au nombre de candidats potentiels par quartier diminue. Cette probabilité s'écrit comme suit (démonstration en annexe B) :

$$\tilde{P}_{ij}(q, \dots, q_N) = \exp\left(\frac{\Delta_{ij} - Z_{ij}}{\mu}\right) \exp\left(-e^{\frac{w^* - w_j}{\mu}}\right) \left[1 - \exp\left(-e^{-\frac{\Theta_{ij} - Z_{ij} - w^* + \bar{v}_i - \mu \log q_i}{\mu}}\right)\right] \quad (1.10)$$

Où  $Z_{ij} = \mu \log (e^{S_{ij}/\mu} + e^{\Delta_{ij}/\mu})$ .

### 1.3.3 Les firmes

Nous supposons que le nombre de postes vacants et de travailleurs au chômage est suffisamment élevé pour que le nombre de travailleurs résidant en  $i$  qui sont informés d'un même poste vacant en  $j$  suive une distribution de Poisson de paramètre  $\lambda_{ij} = \frac{U_i}{V_j}$ . Ainsi, nous obtenons l'enchaînement des quatre résultats suivants :

- La probabilité que  $k_i$  travailleurs au chômage de  $i$  soient informés de l'existence d'un même poste en  $j$  est  $\frac{e^{-\lambda_{ij}} \lambda_{ij}^{k_i}}{k_i!}$
- Sachant que le nombre de candidats potentiels conditionnellement au nombre

---

28. La valeur de la fonction à intégrer diminue également très vraisemblablement avec les coûts des déplacement généralisés. Ceci renforce notre démonstration.

d'informés suit une binomiale et que le nombre d'informés suit une loi de Poisson, le nombre de candidats potentiels suit une poisson de paramètre  $\lambda_{ij}P_{ij}$ <sup>29</sup>.

- La probabilité qu'il n'y ait aucune candidature pour le poste et donc que celui-ci reste vacant est

$$\pi_{0j}(\Lambda_j) = e^{-\bar{\lambda}_j} \sum_{(k_1, \dots, k_N) \geq 0} \prod_i \frac{(\lambda_{ij}P_{ij})^{k_i}}{k_i!} \bar{P}_{ij}(k_i)$$

où  $\bar{P}_{ij}(k_i) = \exp\left(-k_i \exp\left(\frac{w^* - \bar{v} - \theta_{ij}}{\mu}\right)\right)$  est la probabilité qu'aucun des travailleurs informés de  $i$  ne se porte candidat pour le poste,  $\Lambda_j = (\lambda_{1,j}, \dots, \lambda_{I,j})$  et  $\bar{\lambda}_j = \sum_i \lambda_{ij}P_{ij}$

- La probabilité non conditionnelle que le poste soit pourvu par un travailleur résidant en  $i$  s'écrit

$$\pi_{ij}(\Lambda_j) = e^{-\bar{\lambda}_j} \sum_{(k_1, \dots, k_N) \geq 0} \prod_i \frac{(\lambda_{ij}P_{ij})^{k_i}}{k_i!} \tilde{P}_{ij}(k_1, \dots, k_N)$$

Puisque  $\tilde{P}_{ij}(k_1, \dots, k_N)$  décroît avec les coûts généralisés des déplacements entre  $i$  et  $j$ , il en est de même pour  $\pi_{ij}(\Lambda_j)$ .

### 1.3.4 Les fonctions d'appariement

Pour obtenir la fonction d'appariement donnant le nombre de travailleurs résidant en  $i$  ayant été embauchés pour pourvoir un poste en  $j$ , il suffit de multiplier le nombre de postes vacants en  $j$  par la probabilité que celui-ci soit pourvu par un travailleur résidant en  $i$ . Cette fonction d'appariement s'écrit donc

$$M_{ij}(V_1, \dots, V_N, U_1, \dots, U_N) = V_j \pi_{ij}\left(\frac{U_1}{V_j}, \dots, \frac{U_N}{V_j}\right)$$

Il est assez facile de montrer que  $M_{ij}$  est croissante pour tous les arguments  $V_i$  et  $U_i$ ,

---

29. Cf. Annexe C

concave, homogène de degré 1, et vérifie les conditions aux bornes, à savoir :

$$M_{ij}(V_1, \dots, V_j = 0, \dots, V_N, U_1, \dots, U_N) = (V_1, \dots, V_N, U_1, \dots, U_i = 0, \dots, U_N) = 0$$

qui traduit le fait que l'appariement est impossible dès lors qu'il n'existe aucun poste à pourvoir en  $j$  ou aucun travailleur au chômage dans  $i$ .

Par ailleurs, il est à noter que  $M_{ij}$  est une fonction croissante de  $\pi_{ij}$  et que celle-ci décroît quand les coûts des déplacements généralisés entre  $i$  et  $j$  augmentent. Ainsi  $M_{ij}$  décroît également quand ces coûts augmentent, ce qui signifie que l'amélioration de la qualité des liaisons entre deux quartiers améliore l'appariement entre les travailleurs au chômage résidant dans l'un et les postes à pourvoir localisés dans l'autre.

Pour obtenir le nombre de postes ayant été pourvus dans chaque quartier, nous pouvons procéder de deux manières : la première est de sommer  $M_{ij}$  sur l'ensemble des  $i$  ce qui donne la somme des travailleurs venant de chaque quartier, et la seconde est de multiplier le nombre de postes vacants par 1 moins la probabilité que le poste ne reçoive aucune candidature. Ainsi, le nombre de postes pourvu dans un quartier  $j$  s'écrit :

$$\begin{aligned} M_{.,j}(V_1, \dots, V_N, U_1, \dots, U_N) &= \sum_i M_{ij}(V_1, \dots, V_N, U_1, \dots, U_N) \\ &= V_j \left[ 1 - \pi_{0j} \left( \frac{U_1}{V_j}, \dots, \frac{U_N}{V_j} \right) \right] \end{aligned}$$

Pour obtenir le nombre de travailleurs au chômage d'un quartier  $i$  ayant trouvé un emploi il suffit de faire la somme de  $M_{ij}$  sur tous les  $j$ . Cela donne la somme des postes pourvus par les travailleurs de  $i$  dans tous les quartiers de la ville. Ainsi, le nombre de

travailleurs résidant dans un quartier  $i$  ayant été embauchés s'écrit :

$$M_{i..} (V_1, \dots, V_N, U_1, \dots, U_N) = \sum_j M_{ij} (V_1, \dots, V_N, U_1, \dots, U_N)$$

Enfin, pour obtenir la fonction d'appariement donnant le nombre de postes vacants ayant été pourvus dans toute la ville, qui est également le nombre de travailleurs ayant été embauchés, il suffit de sommer  $M_{.j}$  sur tous les  $j$  ou  $M_{i..}$  sur tous les  $i$ . Ainsi, la fonction d'appariement pour toute la ville s'écrit

$$\begin{aligned} M_{..} (V_1, \dots, V_N, U_1, \dots, U_N) &= \sum_j M_{.j} (V_1, \dots, V_N, U_1, \dots, U_N) \\ &= \sum_j V_j \left[ 1 - \pi_{0j} \left( \frac{U_1}{V_j}, \dots, \frac{U_N}{V_j} \right) \right] \end{aligned}$$

Et comme  $M_{.j}$ ,  $M_{i..}$  et  $M_{..}$  sont des agrégation de  $M_{ij}$ , elles vérifient toutes les propriétés de croissance, de concavité et de d'homogénéité de  $M_{ij}$ .

Ainsi, il paraît immédiatement que :

- L'amélioration de la qualité des infrastructures de transport conduit à un meilleur appariement entre les postes vacants et les travailleurs au chômage à l'échelle de la ville.
- L'amélioration de l'accessibilité d'un quartier permet aux travailleurs résidant dans ce quartier de mieux s'insérer dans le marché du travail et aux firmes qui s'y localisent de mieux attirer les travailleurs pour occuper les postes vacants dont elles disposent.

### 1.3.5 Relations d'équilibre du chômage et des postes vacants

Notons  $E_i$  et  $V_i$  respectivement le nombre d'emplois occupés et le nombre d'emplois vacants au quartier  $i$  en début de période et  $L_i$  et  $U_i$  respectivement le nombre de travailleurs en poste et le nombre de travailleurs au chômage résidents en  $i$  en début de période.

Supposons par ailleurs qu'à chaque période, chaque travailleur en poste a une probabilité  $\delta$  non conditionnée ni à son quartier de résidence ni à son quartier de travail de se retrouver au chômage et que le poste qu'il occupe devienne vacant.

Ainsi, à chaque période et dans chaque quartier  $i$  il se produit :

- $\delta E_i$  postes occupés deviennent vacants et  $M_{.,i}$  postes vacants sont pourvus
- $\delta L_i$  travailleurs en poste se retrouvent au chômage et  $M_{i,.}$  travailleurs au chômage sont embauchés.

A l'équilibre statique, les flux entrants et sortants de l'emploi et du chômage dans chaque quartier  $i$  se compensent. Ceci donne la relation d'équilibre du chômage du quartier  $i$  :

$$\delta L_i = M_{i,.}$$

Par ailleurs, les flux de postes vacants et de postes pourvus dans chaque quartier  $i$  se compensent. Ceci donne la relation d'équilibre des postes vacants du quartier  $i$  :

$$\delta E_i = M_{.,i}$$

A l'échelle de la ville, le nombre total de poste occupés qui deviennent vacants est égale au nombre de travailleurs en poste qui se retrouvent au chômage. Ceci donne :

$$\delta \sum_i L_i = \delta \sum_i E_i$$

A l'équilibre statique, la compensation entre les différents flux entrant et sortant à

l'échelle de la ville donne :

$$M_{.,.} = \delta \sum_i L_i = \delta \sum_i E_i$$

Notons que puisque  $M_{i.,}$ ,  $M_{.,i}$  et  $M_{.,.}$  remplissent les propriétés de croissance, de concavité et de d'homogénéité d'une fonction d'appariement standard, les équilibres caractérisés ci-avant existent.

## 1.4 Conclusion

A travers un nombre assez important de papiers, l'économie urbaine évoque avec beaucoup d'insistance les différents rôles, plus ou moins importants, que les transports urbains jouent dans le bon fonctionnement des différents mécanismes sous-jacents à l'activité économique dans une ville. Cependant, cette littérature manque cruellement de papiers théoriques modélisant de façon détaillée ne serait-ce qu'un de ces rôles.

C'est sur ce point que porte notre contribution. En effet, celle-ci s'intéresse au rôle des infrastructures et des services de transport urbains dans le processus d'appariement entre les travailleurs au chômage à la recherche d'emploi et les postes vacants que les firmes désirent pourvoir. Pour ce faire, nous abandonnons l'hypothèse de la ville monocentrique en faveur d'une décomposition en plusieurs quartiers reliés par les transports urbains. Dans ce cadre géographique, nous recourons à un processus de recherche micro-fondé pour construire une série de fonctions d'appariement : la première donnant le nombre de travailleurs résidant dans un quartier  $i$  ayant pourvu un poste localisé dans un quartier  $j$ , la seconde donnant le nombre total de postes pourvus dans un quartier, la troisième donnant le nombre de travailleurs résidant dans un quartier ayant été recrutés et la quatrième donnant le nombre total de postes ayant été pourvus dans l'ensemble de la ville<sup>30</sup>.

Les différentes fonctions obtenues montrent qu'une amélioration des infrastructures

---

30. Qui est également le nombre de travailleurs qui y ont été recrutés.

et des services de transport conduit à un meilleur appariement entre les travailleurs et les firmes, que ce soit au niveau du quartier qu'au niveau de la ville dans son entièreté. Et comme toutes les fonctions obtenues remplissent les conditions de croissance et d'homogénéité d'une fonction d'appariement standard et qu'elles vérifient les conditions aux bornes, il est possible de caractériser les équilibres de chômage et d'emplois vacants au niveau de chaque quartier ainsi qu'au niveau de toute la ville.

Par ailleurs, n'ayant imposé aucune restriction sur la forme de la ville, les fonction obtenues peuvent être utilisées même pour des villes dont les structures sont complexes.

Enfin, notons que dans le modèle présenté ici, nous traitons de façon détaillée un aspect très souvent négligé dans la littérature relative au Spatial Mismatch et aux appariements dans le marché du travail, à savoir la concurrence pour les emplois et pour les travailleurs. L'amélioration des infrastructures de transport permet certes aux travailleurs d'élargir leur périmètre de recherche d'emploi et de considérer des opportunités qui n'étaient pas dans le champs de leur possibles jusqu'alors, mais de cet élargissement, ils entrent et se retrouvent en concurrence pour les emplois avec un nombre plus importants de travailleurs qu'auparavant. Du côté des firmes, le fait que les travailleurs puissent considérer un plus grand nombre d'opportunités les poussent à fournir un effort de rémunération supplémentaire pour éviter que les meilleurs d'entre eux soient embauchés par des firmes concurrentes.

Ainsi, au sortir de ce processus de sélection plus concurrentiel et plus rude, les paires travailleurs-firmes formées sont de meilleure qualité et de ce fait, leur productivité est meilleure. A terme, cela est susceptible d'engendrer la création de nouveaux emplois et d'aboutir à un équilibre emploi-chômage meilleur que celui que l'amélioration de l'appariement seule induit.

Pour conclure, le travail entrepris dans ce chapitre est le premier d'une série de

travaux à venir visant à le compléter. Nous envisageons notamment d'étudier l'impact des infrastructures et des services de transport sur le choix des lieux de résidence des travailleurs et sur leurs salaires de réserve. Ainsi, nous obtiendrons un ensemble cohérent fait de modèles imbriqués les uns dans les autres permettant d'étudier une grande part des implications qu'induirait des modifications dans les transports urbains sur le marché du travail et sur le marché immobilier urbains.

## 1.A Annexe

### 1.A.1 Quelques propriétés de la loi de Gumbell

Soit  $\{\mu_1, \dots, \mu_I\}$  un ensemble de variables aléatoires tel que pour tout  $i$ ,  $\mu_i = a_i + \epsilon_i$  avec  $a_i$  une valeur déterministe et  $\epsilon_i$  une variable aléatoire tirée d'une distribution de Gumbell de paramètre  $\mu$ . Les trois propriétés suivantes sont vérifiées :

1.  $\max_i(\mu_i) = L_a + \eta$  avec :
  - (a)  $L_a = \mu \log \left( \sum_i e^{\frac{a_i}{\mu}} \right)$ .
  - (b)  $\eta$  est un terme aléatoire tirée d'une Gumbell de paramètre  $\mu$ .
2.  $\Pr \{ \mu_i = \max_j(\mu_j) \} = \exp \frac{a_i - L_a}{\mu}$
3. Conditionnellement au fait que  $\mu_i = \max_j(\mu_j)$ ,  $\mu_i = \exp \frac{a_i - L_a}{\mu} + \eta$  avec  $\eta$  un terme aléatoire tiré d'une Gumbell de paramètre  $\mu$

**Preuve de 1 :**

**Principe :** Si nous prouvons que  $\Pr(\epsilon < x) = \exp \left( -e^{-\frac{x-a}{\mu}} \right)$  cela équivaut à prouver que  $\epsilon - a = \eta$  suit une Gumbell de paramètre  $\mu$

**Démonstration :**

$$\begin{aligned}
 \Pr \{ \max(\mu_1, \dots, \mu_I) \leq v \} &= \Pr \{ \max(a_1 + \epsilon_1, \dots, a_I + \epsilon_I) \leq v \} \\
 &= \Pr(a_1 + \epsilon_1 < v) \Pr(a_2 + \epsilon_2 < v) \dots \Pr(a_I + \epsilon_I < v) \\
 &= \Pr(\epsilon_1 < v - a_1) \dots \Pr(\epsilon_I < v - a_I) \\
 &= \exp \left( -e^{-\frac{v-a_1}{\mu}} \right) \dots \exp \left( -e^{-\frac{v-a_I}{\mu}} \right) \\
 &= \exp \left( -e^{-\frac{v}{\mu}} \left( e^{\frac{a_1}{\mu}} + \dots + e^{\frac{a_I}{\mu}} \right) \right) \\
 &= \exp \left( -e^{-\frac{v-L_a}{\mu}} \right)
 \end{aligned}$$

Ainsi,  $\eta = \max(\mu_1, \dots, \mu_I) - L_a$  est une variable aléatoire tiré d'un Gumbell de paramètre  $\mu$ .

Par conséquent,  $\max(\mu_1, \dots, \mu_I) = L_a + \eta$ .

**Preuve de 2 :**

Sans perte de généralité nous calculons  $\Pr(\max(u_2, \dots, u_I) = u_1)$ .

Nous posons  $L_1 = \mu \log\left(\sum_{k=2}^I e^{\frac{a_k}{\mu}}\right)$ .

$$\begin{aligned}
 \Pr\{\max(u_2, \dots, u_I) = u_1\} &= \Pr\{\max(u_2, \dots, u_I) < u_1 < v\} \\
 &= \Pr\{\mu L_1 + \eta < a_1 + \epsilon_1 < v\} \\
 &= \Pr\{\eta < \epsilon_1 + a_1 - \mu L_1 \text{ et } \epsilon_1 < v - a_1\} \\
 &= \int_{\epsilon_1=-\infty}^{v-a_1} \int_{\eta=-\infty}^{\epsilon_1+a_1-\mu L_1} f(\epsilon_1) f(\eta) d\epsilon_1 d\eta \\
 &= \int_{\epsilon_1=-\infty}^{v-a_1} f(\epsilon_1) F(\epsilon_1 + a_1 - L_1) d\epsilon_1 \\
 &= \frac{1}{\mu} \int_{\epsilon_1=-\infty}^{v-a_1} e^{-\frac{\epsilon_1}{\mu}} \exp\left(-e^{-\frac{\epsilon_1}{\mu}}\right) \exp\left(-e^{-\frac{\epsilon_1+a_1-L_1}{\mu}}\right) d\epsilon_1 \\
 &= \frac{1}{\mu} \int_{\epsilon_1=-\infty}^{v-a_1} e^{-\frac{\epsilon_1}{\mu}} \exp\left(-e^{-\frac{\epsilon_1}{\mu}} \left(1 + e^{-\frac{a_1-L_1}{\mu}}\right)\right) d\epsilon_1 \\
 &= \frac{1}{\mu} \int_{\epsilon_1=-\infty}^{v-a_1} e^{-\frac{\epsilon_1}{\mu}} \exp\left(-e^{-\frac{\epsilon_1}{\mu}} \left(1 + e^{-\frac{a_1}{\mu}} e^{\frac{L_1}{\mu}}\right)\right) d\epsilon_1 \\
 &= \frac{1}{\mu} e^{\frac{a_1}{\mu} - L_a} \int_{\epsilon_1=-\infty}^{v-a_1} e^{-\frac{\epsilon_1}{\mu}} e^{L_a - \frac{a_1}{\mu}} \exp\left(-e^{-\frac{\epsilon_1}{\mu}} \left(1 + e^{-\frac{a_1}{\mu}} e^{\frac{L_1}{\mu}}\right)\right) d\epsilon_1 \\
 &= \frac{1}{\mu} e^{\frac{a_1}{\mu} - L_a} \int_{\epsilon_1=-\infty}^{v-a_1} e^{-\frac{\epsilon_1}{\mu}} e^{-\frac{a_1}{\mu}} \left(e^{\frac{a_1}{\mu}} + e^{\frac{L_1}{\mu}}\right) \exp\left(-e^{-\frac{\epsilon_1}{\mu}} \left(1 + e^{-\frac{a_1-L_1}{\mu}}\right)\right) d\epsilon_1 \\
 &= \frac{1}{\mu} e^{\frac{a_1}{\mu} - L_a} \int_{\epsilon_1=-\infty}^{v-a_1} e^{-\frac{\epsilon_1}{\mu}} \left(1 + e^{-\frac{a_1-L_1}{\mu}}\right) \exp\left(-e^{-\frac{\epsilon_1}{\mu}} \left(1 + e^{-\frac{a_1-L_1}{\mu}}\right)\right) d\epsilon_1 \\
 &= e^{\frac{a_1-L_a}{\mu}} \exp\left(-e^{-\frac{v-a_1}{\mu}} \left(1 + e^{-\frac{\sum_{k=2}^n a_1 - a_k}{\mu}}\right)\right) \\
 &= e^{\frac{a_1-L_a}{\mu}} \exp\left(-e^{-\frac{v}{\mu}} \left(e^{\frac{a_1}{\mu}} + e^{\frac{a_1}{\mu}} e^{\frac{\sum_{k=2}^n a_k - a_1}{\mu}}\right)\right) \\
 &= e^{\frac{a_1-L_a}{\mu}} \exp\left(-e^{-\frac{v}{\mu}} \left(e^{\frac{\sum_{k=1}^n a_k - a_1}{\mu}}\right)\right)
 \end{aligned}$$

$$\Pr\{\max(u_2, \dots, u_n) < u_1\} = \Pr\{\max(u_2, \dots, u_n) < u_1 < +\infty\} = e^{\frac{a_1-L_a}{\mu}} = \frac{e^{\frac{a_1}{\mu}}}{\sum_{k=1}^{n-1} e^{\frac{a_k}{\mu}}}.$$

## 1.A.2 Démonstrations de quelques résultats dans le chapitre

Preuve de l'équation 1.4 :

Supposons que, dans chaque quartier  $i$ , il y a  $q_i$  candidats potentiels. La rémunération de chacun ces candidats s'écrit :

$$w_{ij}^k = w^* - \Theta_i + \theta_{ij} + \eta_i^k$$

où  $\eta_i^k$  est la valeur du terme aléatoire pour le candidat  $k = 1, \dots, q_i$

Pour trouver la rémunération du candidat potentiel le plus productif du quartier il suffit de calculer  $\max_k (w^* - \Theta_i + \theta_{ij} + \eta_i^k)$ .

D'après la propriété (1) de l'annexe A nous avons :

$$\begin{aligned} \max_k (w^* - \Theta_i + \theta_{ij} + \eta_i^k) &= \mu \log \left( \sum_k e^{\frac{w^* - \Theta_i + \theta_{ij}}{\mu}} \right) + \eta_i \\ &= \mu \log \left( q_i e^{\frac{w^* - \Theta_i + \theta_{ij}}{\mu}} \right) + \eta_i \\ &= \mu \log q_i + w^* - \Theta_i + \theta_{ij} \\ &= w^* + \Delta_{ij} + \mu \log q_i + \eta_i \end{aligned}$$

Avec  $\Delta_{ij} = \theta_{ij} - \Theta_i$ .

Preuve de l'équation 1.9 :

$$\begin{aligned} \tilde{P}_{ij}(\eta_i, q, \dots, q_N) &= \prod_{m, \kappa_j(m) \leq \bar{k}(j)} \Pr(\eta_m < \Delta_{ij} - \Delta_{mj} + \mu \log(q_i/q_m) + \eta_i) \\ &\times \prod_{m, \kappa_j(m) > \bar{k}(j)} \Pr(\eta_m < \Theta_m - w^* + \bar{v}_m - \mu \log q_m) \\ &= \prod_{m, \kappa_j(m) \leq \bar{k}(j)} \exp \left( -e^{-\frac{\Delta_{ij} - \Delta_{mj} + \mu \log(q_i/q_m) + \eta_i}{\mu}} \right) \\ &\times \prod_{m, \kappa_j(m) > \bar{k}(j)} \exp \left( -e^{-\frac{\Theta_m - w^* + \bar{v}_m - \mu \log q_m}{\mu}} \right) \\ &= \exp \left( -\sum_{m, \kappa_j(m) \leq \bar{k}(j)} e^{-[\Delta_{ij} - \Delta_{mj} + \mu \log(q_i/q_m) + \eta_i]/\mu} - \sum_{m, \kappa_j(m) > \bar{k}(j)} e^{-[\Theta_m - w^* + \bar{v}_m - \mu \log q_m]/\mu} \right) \\ &= \exp \left( -e^{-[\Delta_{ij} + \eta_i]/\mu} \sum_{m, \kappa_j(m) \leq \bar{k}(j)} \frac{q_m}{q_i} e^{\Delta_{mj}/\mu} - e^{w^*/\mu} \sum_{m, \kappa_j(m) > \bar{k}(j)} q_m e^{-[\Theta_m + \bar{v}_m]/\mu} \right) \\ &= \exp \left( -e^{[S_{ij} - \Delta_{ij} - \eta_i]/\mu} - e^{(w^* - W_j)/\mu} \right) \end{aligned}$$

Avec

$$\begin{aligned} S_{i,j} &= \mu \log \sum_{m, \kappa_j(m) \leq \bar{k}(j)} \frac{q_m}{q_i} e^{\Delta_{mj}/\mu} \\ W_{j,k} &= -\mu \log \sum_{m, \kappa_j(m) > \bar{k}(j)} q_m e^{-[\Theta_m + \bar{v}_m]/\mu} \end{aligned}$$

Démonstration de l'équation 1.10 :

$$\begin{aligned} \tilde{P}_{ij}(q_1 \dots q_I) &= \mu^{-1} \int_{\eta_i \geq \Theta_i - w^* + \bar{v}_i - \mu \log q_i} \exp\left(-e^{[S_{ij} - \Delta_{ij} - \eta_i]/\mu} - e^{(w^* - W_j)/\mu}\right) e^{-\eta_i/\mu} \exp\left(-e^{-\eta_i/\mu}\right) d\eta_i \\ &= \mu^{-1} \exp\left(-e^{(w^* - W_j)/\mu}\right) \int_{\eta_i \geq \Theta_i - w^* + \bar{v}_i - \mu \log q_i} e^{-\eta_i/\mu} \exp\left(-e^{[S_{ij} - \Delta_{ij} - \eta_i]/\mu} - e^{-\eta_i/\mu}\right) d\eta_i \\ &= \mu^{-1} \exp\left(-e^{(w^* - W_j)/\mu}\right) \int_{\eta_i \geq \Theta_i - w^* + \bar{v}_i - \mu \log q_i} e^{-\eta_i/\mu} \exp\left(-\left(1 + e^{(S_{ij} - \Delta_{ij})/\mu}\right) e^{-\eta_i/\mu}\right) d\eta_i \\ &= \mu^{-1} \exp\left(-e^{(w^* - W_j)/\mu}\right) \int_{\eta_i \geq \Theta_i - w^* + \bar{v}_i - \mu \log q_i} e^{-\eta_i/\mu} \exp\left(-e^{-(\eta_i - Z_{ij} + \Delta_{ij})/\mu}\right) d\eta_i \\ &= \mu^{-1} \exp\left(-e^{(w^* - W_j)/\mu}\right) e^{(\Delta_{ij} - Z_{ij})/\mu} \\ &\quad \times \int_{\eta_i - Z_{ij} + \Delta_{ij} \geq \theta_{ij} - Z_{ij} - w^* + \bar{v}_i - \mu \log q_i} e^{-(\eta_i - Z_{ij} + \Delta_{ij})/\mu} \exp\left(-e^{-(\eta_i - Z_{ij} + \Delta_{ij})/\mu}\right) d\eta_i \\ &= \exp\left(-e^{(w^* - W_j)/\mu}\right) e^{(\Delta_{ij} - Z_{ij})/\mu} \left[1 - \exp\left(-e^{-(\theta_{ij} - Z_{ij} - w^* + \bar{v}_i - \mu \log q_i)/\mu}\right)\right] \end{aligned}$$

Où  $Z_{ij} = \mu \log\left(e^{S_{ij}/\mu} + e^{\Delta_{ij}/\mu}\right)$ .

### 1.A.3 Le nombre de candidats potentiels suit une Poisson de paramètre $\lambda_{ij}P_{ij}$

Démonstration du fait que le nombre de candidats potentiels suit une Poisson de paramètre  $\lambda_{ij}P_{ij}$

Rappelons que

$$\Pr(\text{potentiels}_i = q_i \mid \text{informés}_i = k_i) = \frac{k_i!}{q_i! (k_i - q_i)!} P_{ij}^{q_i} (1 - P_{ij})^{k_i - q_i}$$

Or

$$\begin{aligned} \Pr(\text{potentiel} = q_i) &= \sum_k \Pr(\text{potentiels}_i = q_i \mid \text{informés}_i = k_i) * \Pr(\text{informés}_i = k_i) \\ &= \sum_k \frac{k_i!}{q_i! (k_i - q_i)!} P_{ij}^{q_i} (1 - P_{ij})^{k_i - q_i} \frac{\lambda_{ij}^{k_i}}{k_i!} e^{-\lambda_{ij}} \\ &= e^{-\lambda_{ij}} \sum_k \frac{(1 - P_{ij})^{k_i - q_i} \lambda_{ij}^{k_i - q_i} P_{ij}^{q_i} \lambda_{ij}^{q_i}}{(k_i - q_i)! q_i!} \\ &= e^{-\lambda_{ij}} \frac{(P_{ij} \lambda_{ij})^{q_i}}{q_i!} \sum_k \frac{((1 - P_{ij}) \lambda_{ij})^{k_i - q_i}}{(k_i - q_i)!} \end{aligned}$$

Or  $\sum_k \frac{((1 - P_{ij}) \lambda_{ij})^{k_i - q_i}}{(k_i - q_i)!}$  est la décomposition en série entière de  $e^{(1 - P_{ij}) \lambda_{ij}}$

D'où

$$\begin{aligned} \Pr(\text{potentiel} = q_i) &= e^{-\lambda_{ij}} \frac{(P_{ij} \lambda_{ij})^{q_i}}{q_i!} e^{(1 - P_{ij}) \lambda_{ij}} \\ &= \frac{(P_{ij} \lambda_{ij})^{q_i}}{q_i!} e^{-P_{ij} \lambda_{ij}} \end{aligned}$$

CQFD



# Chapitre 2

## Le projet du Grand Paris et l'emploi en Ile-de-France

### 2.1 Introduction

Améliorer l'accès à l'emploi et désenclaver les quartiers avec des taux de chômage élevés font partie des objectifs majeurs du projet du Grand Paris. La construction de la nouvelle infrastructure de transport urbain, le Grand Paris Express (GPE), s'inscrit complètement dans cette logique.

A long terme, l'amélioration de l'accessibilité globale qu'induera la mise en service du GPE dans l'IDF aura un impact très important sur l'ensemble du marché du travail francilien, que ce soit du côté des travailleurs ou de celui des employeurs. En effet, les travailleurs au chômage pourront élargir leur périmètre de recherche d'emploi et ceux qui sont déjà en poste pourront sonder des entreprises plus éloignées de leurs domiciles en quête de meilleures rémunérations. De ce fait, l'offre de travail proposée aux entreprises sera plus large, chose qui leur permettra d'un côté de pourvoir plus facilement les postes vacants dont ils disposent et de l'autre, de recruter des travailleurs plus productifs car choisis parmi des échantillons plus larges.

L'impact des infrastructures de transport sur les marchés locaux du travail et plus précisément sur les travailleurs peu qualifiés résidant dans des quartiers mal desservis par les transports en commun, est depuis longtemps soulignée en économie urbaine avec la littérature sur le « spatial mismatch ». Cependant, la grande majorité des papiers empiriques traitant de cette question sont relatifs à des métropoles américaines. Les études appliquées à des villes situées dans d'autres continents restent relativement rares <sup>1</sup>.

L'objet de ce chapitre est de tester l'impact de la performance du système de transport public de l'IDF et de l'offre proposée aux franciliens sur les taux de chômage observés dans les différentes zones <sup>2</sup> de la région. Pour ce faire, nous calculons pour chacune d'elles un indice d'accessibilité aux emplois en adoptant une formulation similaire à celle d'un modèle gravitaire et des indices de concurrence spatiale pour les emplois situés à différentes durées de déplacement. Par la suite, nous utilisons ces indices comme variables explicatives dans l'estimation de modèles économétriques tenant compte de l'autocorrélation spatiale qui existe entre les taux de chômage observés dans les différentes zones <sup>3</sup>. Notons que les papiers empiriques traitant du « spatial mismatch » utilisant des techniques tirées de l'économétrie spatiale sont extrêmement rares. Il n'en existe à notre connaissance qu'un seul, celui de Duguet, L'Horty et Sari ( 2009) portant également sur l'IDF.

Nous mobilisons dans ce travail des données issues du recensement de 2012, des données issues de l'Enquête Globale transport 2010 et les données MODUS fournies par la Société du Grand Paris. Celles-ci livrent, entre autres, des informations relatives aux durées des déplacements actuelles entre tous les couples de zones et ce que devraient être ces durées une fois le GPE mis en service. En plus de leur utilisation pour l'estimation économétrique des paramètres de notre modèle spatiale, les données MODUS nous ont servi pour calculer les gains d'accessibilité qu'entraînerait la mise en service du GPE

---

1. Une revue détaillée de la littérature empirique est présentée dans la deuxième section

2. La définition de ce qu'est une zone est fournie dans la section sur la présentation des données utilisées.

3. Cf. section 3

pour chacune des zones et leurs conséquence en termes de baisse du chômage.

La suite du chapitre se présente comme suit : la section 2 présente une revue de la littérature empirique relative au spatial mismatch, la section 3 les données et les faits stylisés, la section 4 les estimations économétriques et la section 5 les simulations.

## 2.2 Littérature

L'économie urbaine s'intéresse depuis longtemps aux conséquences de la dissociation spatiale entre lieu de résidence et lieu de travail sur les marchés locaux du travail. En 1968, KAIN expliquait déjà que les résultats défavorables sur le marché du travail dont souffre la population afro-américaine sont en grande partie imputables à la déconnexion entre les quartiers en centre-ville dans lesquels cette population est restée piégée et les entreprises embauchant les travailleurs faiblement qualifiés qui se sont relocalisées dans les banlieues. On parle alors de "spatial mismatch". Les systèmes de transports jouent un rôle important dans cette déconnexion, car ce sont eux qui déterminent le degré de dissociation entre lieu de résidence et lieu de travail.

La littérature empirique relative au « Spatial Mismatch » est abondante<sup>4</sup>. Cependant, la très grande majorité des travaux qui s'y rapportent sont relatifs aux grandes villes des États-Unis. Les études portant sur des villes d'ailleurs sont relativement rares. Notons tout de même un intérêt grandissant envers l'étude de la question dans les villes Chinoises (SUHONG et al. 2013).

Quant aux villes européennes, le peu de travaux existant arrivent à des conclusions contrastées. ASLUND et al. (2010) et FIELDHOUSE (1999) concluent à l'existence d'un effet positif de la densité d'emploi de la zone de résidence des réfugiés politiques (ASLUND) et des populations originaires du Pakistan et du Bangladesh (FIELDHOUSE)

---

4. Une revue détaillée de la littérature théorique relative à la question est présentée dans le premier chapitre.

sur leur insertion dans le marché du travail. MATAS et al. (2007) montrent qu'à Madrid et Barcelone l'accessibilité aux emplois des travailleurs peu qualifiés a des effets positifs sur la probabilité qu'ils soient en poste. Comparant Bruxelles et Paris, DUJARDIN (2008) affirme que le spatial mismatch n'est pas vraiment un problème et qu'à Paris il y a même une corrélation positive entre la densité des emplois et le chômage. Ce constat est appuyé par GOBILLON et al. (2007 et 2011), qui affirment que la densité de l'emploi dans un rayon de 45 minutes n'a aucune incidence sur la probabilité qu'un individu inscrit dans les listes de l'ANPE retourne vers l'emploi. Que ce soit dans le papier de Dujardin ou dans ceux de GOBILLON, la plus grande part du taux de chômage est imputable à la ségrégation résidentielle. Enfin, DUGUET et al. (2009) nuancent ces résultats puisqu'ils montrent qu'un meilleur taux de motorisation et qu'une part plus importante d'emplois à 45 minutes en véhicule privé ou en transports collectifs peut contrebalancer les effets de la ségrégation.

## 2.3 Données et faits stylisés

### 2.3.1 Données

Nous recourons pour effectuer nos analyses et nos estimations à trois sources de données. La première est la base emploi et population active dans sa version de 2012. Cette base de données fait partie d'un ensemble de bases construites à la suite du recensement de la population<sup>5</sup> de 2012. Elle fournit, pour chaque commune du pays, la population totale, le nombre de chômeurs, la population active et sa répartition entre 6 catégories socioprofessionnelles<sup>6</sup>. Côté emplois, la base renseigne sur le nombre de postes par catégorie socioprofessionnelle dans chaque commune. Pour Paris, Marseille et Lyon, l'ensemble des informations est fourni au niveau de l'arrondissement.

La deuxième source de données que nous mobilisons est l'ensemble des bases issues de

---

5. France métropolitaine et département d'outre mer

6. Agriculteurs ....

l'Enquête Globale Transport 2010 (EGT 2010). Cette enquête succède à celles de 1976, 1983, 1991 et 2001. Les différentes EGT constituent la source principale d'informations sur les pratiques de déplacement des habitants de la région Ile-de-France. Pour les besoins de celle de 2010, des entretiens ont été menés auprès de 18000 ménages, soit 43000 personnes. Plus de 143000 déplacements ont été recensés pour différents motifs et effectués via différents modes. Chaque déplacement est décomposé en trajets. Par exemple, pour une personne qui se rend de son domicile à son lieu de travail en métro et qui doit marcher de chez elle à la station de métro puis de la station de métro à son lieu de travail, trois trajets sont comptabilisés.

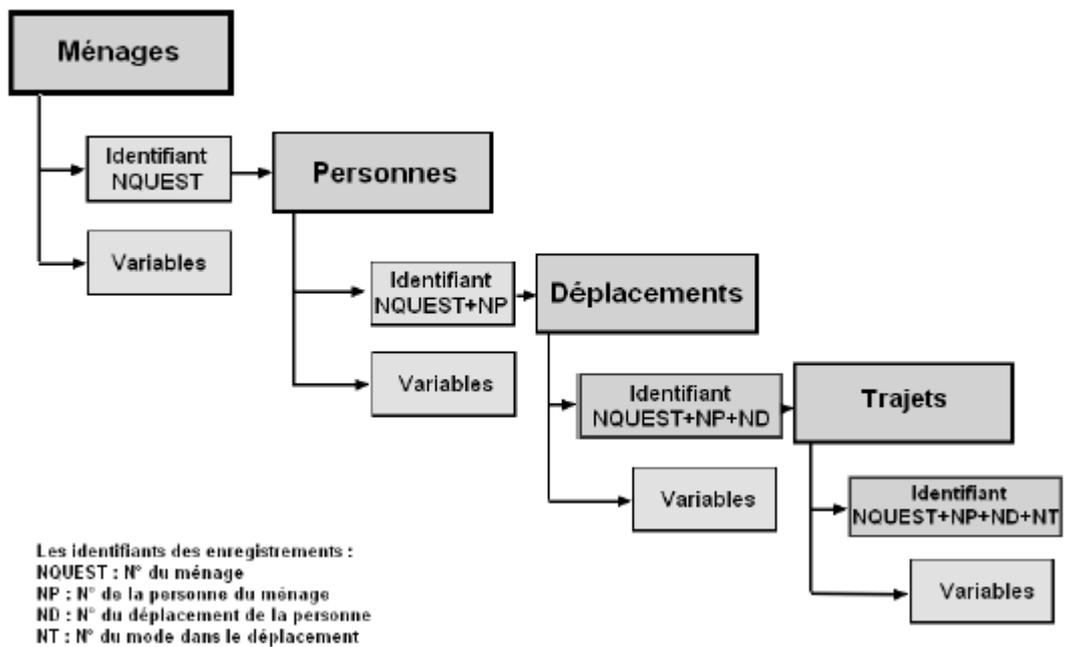
L'enquête est organisée en 4 questionnaires, chacun débouchant sur trois bases de données, correspondant respectivement aux déplacements effectués en semaine, à ceux effectués le samedi et à ceux effectués le dimanche. Le premier questionnaire porte sur les caractéristiques du ménage : le niveau de ses revenus, les équipements en moyens de déplacements dont il dispose (voitures - deux roues - vélos ), le type du logement qu'il occupe, sa localisation... Le second questionnaire est dédié aux informations relatives aux personnes qui composent le ménage : leur âge, leur sexe, leur niveau d'étude, leur occupation principale, leur CSP, leur possession ou non d'un permis de conduire, d'un abonnement aux transports collectifs ou aux vélos en libre service (VLS)... Le troisième questionnaire est relatif aux déplacements. Pour toutes les personnes du ménage de 5 ans et plus, tous les déplacements effectués la veille de l'entretien sont recensés et caractérisés par leurs lieux d'origine et de destination, leurs durées ainsi que leurs motifs de réalisation (travail, études, achats, loisirs...). Le quatrième et dernier questionnaire porte sur les trajets, l'objectif étant de détailler chaque déplacement en décrivant l'enchaînement des modes de transport utilisés pour être effectué.

L'organisation de l'enquête et des différentes bases qui en découlent est schématisée dans la figure [2.1](#).

L'un des avantages de l'EGT 2010, et non des moindres, est la finesse de la

GRAPHIQUE 2.1 – Organisation de l'EGT 2010

### Organisation de la base de données EGT 2010



géolocalisation des principaux lieux d'intérêt. En effet, les lieux de résidence ainsi que les lieux de départ et d'arrivée de chaque trajet sont repérés à l'aide d'un carroyage de 100m sur 100m. Cela permet un couplage assez précis entre les données issues de l'EGT et celles issues d'autres sources.

Enfin, la troisième source de données que nous mobilisons est l'ensemble des bases issues du modèle MODUS (MOdèle de Déplacements Urbains et Suburbains) v2.2 fournies par la Société du Grand Paris (SGP) dans le cadre du travail pour lequel elle a mandaté notre laboratoire<sup>7</sup>.

MODUS est un modèle de déplacements en 4 étapes, estimé et utilisé par la Direction Régionale de l'Équipement et de l'Aménagement de l'Ile-de-France afin d'étudier le fonctionnement du système de transport dans la région et d'évaluer l'impact des projets d'infrastructures et des politiques publiques affectant son système de transport.

Dans MODUS, le territoire francilien est décomposé en 1289 zones. Ce zonage a été réalisé en se basant sur l'EGT 2001, le Recensement Général de la Population de 1999 et l'occupation du sol. Les communes et les arrondissements les plus denses sont ainsi désagrégés en plusieurs zones et les communes les moins denses sont regroupées en zones intercommunales. A titre d'exemple, Paris intramuros est décomposée en 111 zones, tandis que la plupart des communes de la grande couronne ont fait l'objet d'un regroupement.

Parmi les données qui ont été mises à notre disposition par la SGP nous mobilisons :

- La matrice des flux : y figurent pour chaque couple zone de départ - zone d'arrivée le flux de déplacements tous modes confondus, le flux en véhicules privés, le flux en transport en commun et le flux en « modes doux » en heure de pointe matinale

---

7. Cf. Introduction

- La matrice des durées des déplacements en véhicule privé : elle fournit pour chaque couple zone de départ - zone d'arrivée la durée<sup>8</sup> nécessaire pour rallier les deux zones en véhicule privé en heure de pointe matinale.
- La matrice des durées des déplacements par les transports en commun : elle fournit pour chaque couple zone de départ - zone d'arrivée l'ensemble des détails en rapport avec les déplacements entre les deux zones par les transports en communs en heure de pointe matinale. On peut ainsi y trouver la durée totale du déplacement, le temps passé en véhicule et le temps passé hors du véhicule<sup>9</sup>.

Notons que la Matrice des flux est un output de MODUS et que les deux matrices de durées sont issues de simulations réalisées grâce à des logiciels de cartographie et de détermination d'itinéraires.

Notons également que les données MODUS contiennent un fichier cartographique décrivant le zonage et que l'EGT contient un fichier cartographique décrivant le caroyage. Ces deux fichiers sont à la même échelle, donc parfaitement superposables.

### 2.3.2 Faits stylisés

Nous présentons ici une série de statistiques descriptives calculées à partir des trois sources de données. Le découpage spatial retenu ici est celui du zonage MODUS en raison de la disponibilité des durées des déplacements calculées sur cette base. Les données issues du recensement 2012 y sont rapportées en procédant comme suit :

- Pour les zones qui sont des regroupements de communes il a suffi de sommer des valeurs de chacune des variables dans les communes concernées pour avoir leurs valeurs pour la zone en question.
- Pour les zones qui constituent des subdivisions de communes, nous avons pris comme valeur de chacune des variables la valeur de cette même variable dans les

---

8. Il s'agit de la durée des déplacements de centroïde à centroïde. Les durées des déplacements intra-zonaux sont considérées égales à 0.

9. Temps de marche pour atteindre la station de métro, l'arrêt de bus ou la gare sncf - Temps de correspondance entre deux trajets en TC

communes auxquelles les zones appartiennent, divisées par le nombre de zones constituant ces communes.

### Les disparités des niveaux des taux de chômage en IdF

En 2012, l'Idf affichait un taux de chômage « moyen » de 12,05%<sup>10</sup>. Ce taux n'est pas uniformément distribué dans la région. Au contraire, les différences enregistrées d'une zone à l'autre sont très palpables. Le Tableau 2.1 donne le taux de chômage moyen par département et la Figure 2.2 illustre la distribution spatiale des taux de chômage dans la région.

TABLEAU 2.1 – Taux de chômage par département en IDF (%) - Année 2012

Département	Chômage moyen	Écart type	Minimum	Maximum
Paris (75)	11	1	8	16
Seine et Marne (77)	8	3	2	29
Yvelines (78)	7	2	0	19
Essone (91)	7	2	2	22
Hauts-de-Seine (92)	10	3	6	19
Seine-Saint-Denis (93)	17	4	7	26
Vale de Marne (94)	11	3	6	17
Val d'Oise (95)	9	3	0	23

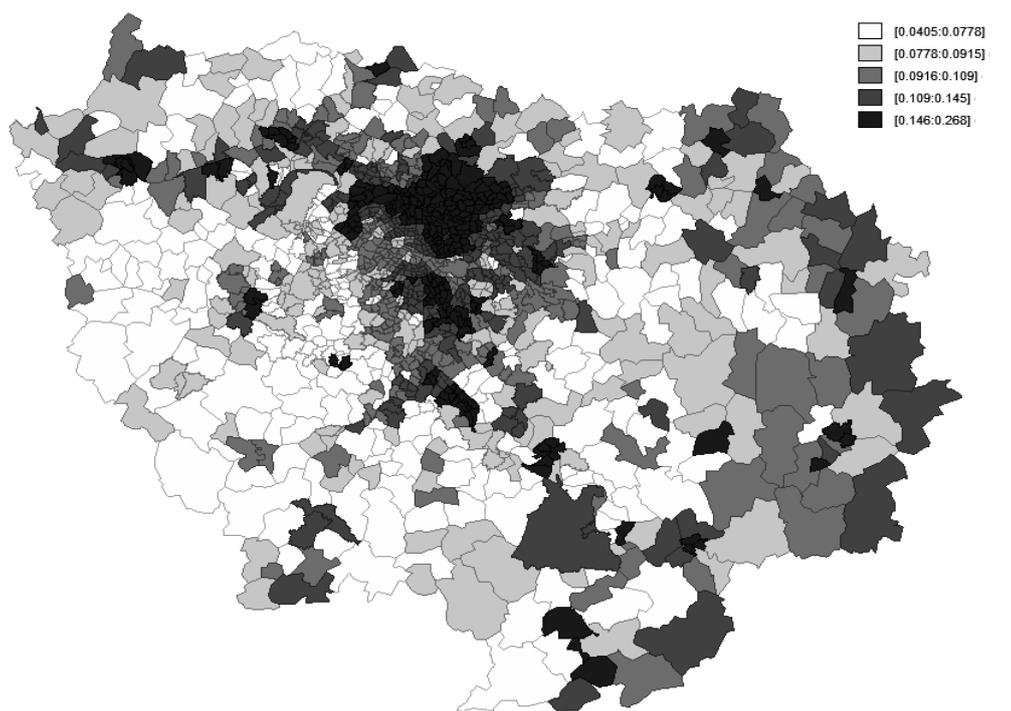
Les départements les plus touchés par le chômage sont la Seine-St-Denis (93) le Val d'Oise (95), le Val-de-Marne (94) et les Hauts-de-Seine (92). La concentration de taux de chômage très élevés dans la plupart des communes de Seine-Saint-Denis et au sud du Val d'Oise a déjà été relevée par Selod et Gobillon (2007) en se basant sur les données du recensement de 1999. Comme on peut le constater sur la figure 2.2, les taux de chômage sont généralement beaucoup moins élevés dans l'ouest et le sud de la région que dans l'est et le nord<sup>11</sup>. Ils sont particulièrement élevés dans un ensemble de communes formant

10. Taux calculé en utilisant les données du recensement. La définition du taux de chômage retenue ici est le ratio de la population au chômage sur la population active.

11. La distribution des revenus des ménages suit un schéma peu ou prou identique à celui des taux de

une sorte de croissant allant du nord-est de la petite couronne à son versant sud-est. A l’opposé, ils sont plutôt faibles dans la quasi-totalité de l’Ouest et du Sud de la grande couronne, ainsi que dans une ceinture située entre l’Est de la petite couronne et l’extrémité Est de la grande couronne. De ce fait, la répartition spatiale des taux de chômage en Idf fait preuve d’une forte autocorrélation spatiale positive<sup>12</sup>

GRAPHIQUE 2.2 – Distribution des taux de chômage en Idf



Les disparités de taux de chômage entre les zones peuvent s’expliquer d’une part par les différences de leurs caractéristiques intrinsèques en terme de densité d’emploi et de qualité d’infrastructures de transport facilitant l’accès aux opportunités d’emplois aux populations qui y résident et de l’autre, par les différences des compositions socioprofessionnelle de ces populations.

Nous présentons dans la suite de cette section des statistiques et des cartes montrant les disparités des compositions socioprofessionnelles des différentes zones ainsi que les chômage. Cf. Annexe.

12. Les différents tests d’autocorrélation spatiale effectués, dont quelques uns présentés par la suite, le confirment

différences d'accessibilité aux opportunités d'emplois des populations qui y résident ; nous nous intéressons également à l'ampleur de la concurrence à laquelle elles doivent faire face pour des postes situés à différentes durées de déplacement.

### **Disparité de la répartition spatiale des travailleurs hautement qualifiés et faiblement qualifiés**

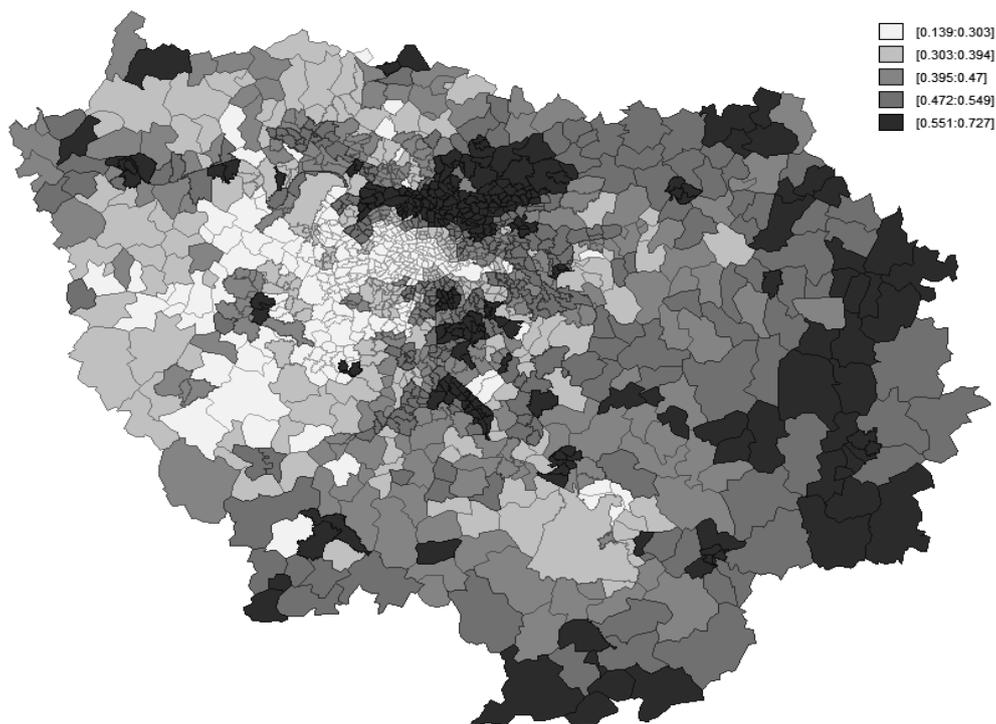
Nous considérons comme travailleurs hautement qualifiés les artisans, les commerçants, les chefs d'entreprises, les cadres et les professions intellectuelles supérieures ; et comme travailleurs faiblement qualifiés les employés et les ouvriers. Nous ne prenons pas en compte les agriculteurs car leur part dans la population active est très faible. Quant aux professions intermédiaires, nous ne les faisons pas apparaître explicitement, pour éviter la colinéarité des variables indépendantes lors de l'estimation économétrique.

La figure 2.3 montre la répartition géographique des travailleurs faiblement qualifiés sur le territoire francilien. La répartition géographique des travailleurs qualifiés en est, à peu de choses près, le négatif<sup>13</sup>.

---

13. La carte présentant la distribution spatiale des travailleurs qualifiés est présentée en Annexe.

GRAPHIQUE 2.3 – Distribution spatiale des travailleurs faiblement qualifiés



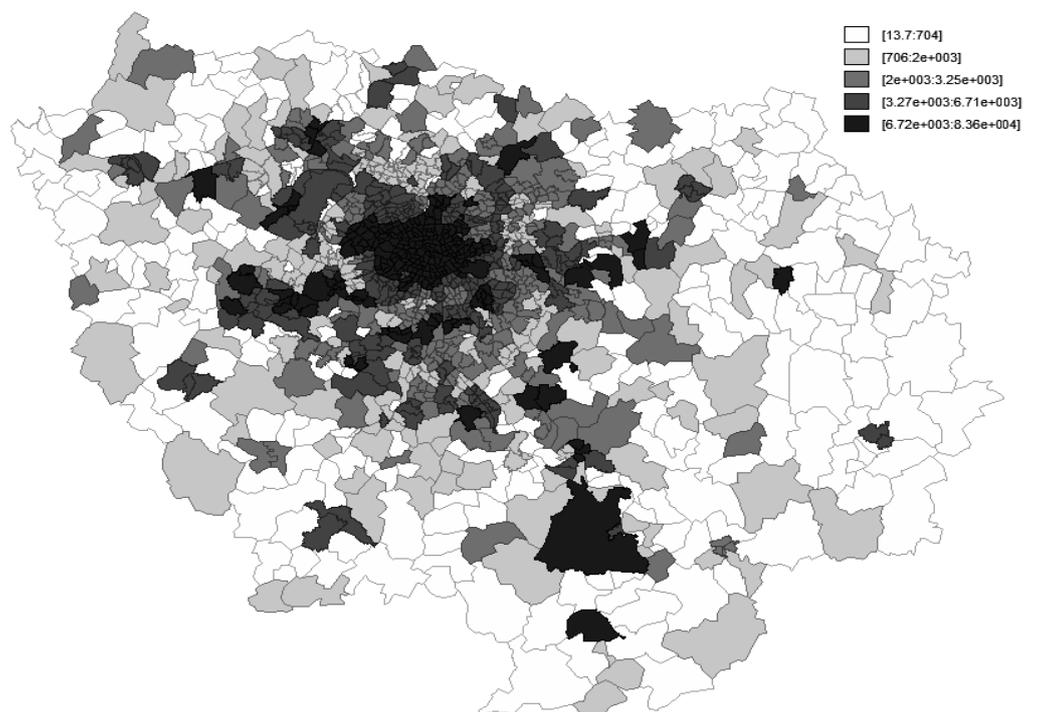
Globalement, les zones situées dans Paris et dans l'ouest de l'Idf présentent les taux de travailleurs hautement qualifiés les plus élevés tandis que les zones du nord et de l'est de la région sont caractérisées par la présence d'une forte proportion de travailleurs faiblement qualifiés. C'est en particulier le cas de la Seine-St-Denis, des zones du Sud-est du Val-d'Oise, d'une part non négligeable des zones du Val-de-Marne et des zones situées dans l'extrémité Est de la région, où les taux de travailleurs faiblement qualifiés sont les plus élevés.

### **Disparité de la densité d'emplois et du nombre d'emploi accessibles à 45 minutes**

La figure 2.4 montre la disparité de la répartition des emplois au sein du territoire francilien.

Les zones situées dans Paris et la petite couronne comptent le plus grand nombre d'emplois. Du fait de la forte concentration géographique des emplois au centre, les populations de ces zones sont également celles qui ont accès au plus grand nombre de

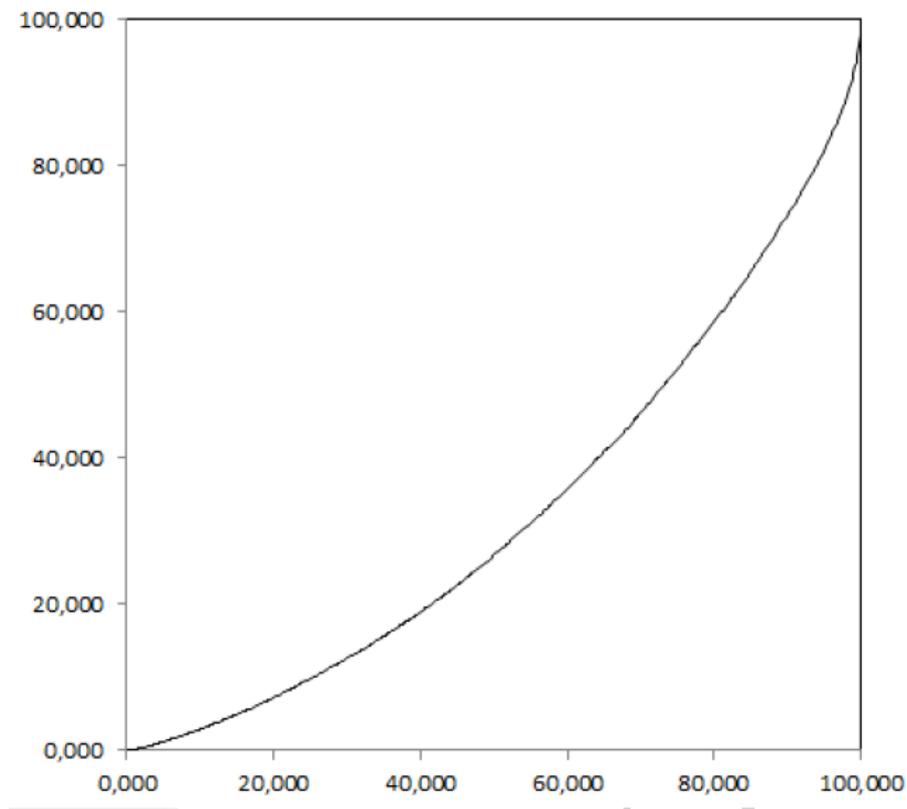
GRAPHIQUE 2.4 – Distribution spatiale des emplois en IDF



postes à 45 minutes de trajet par les transports collectifs. Cependant la majorité de ces zones enregistrent des taux de chômage très élevés. Bien que cela n'aille pas à l'encontre de l'hypothèse du spatial mismatch puisque celle-ci stipule qu'un éloignement des centres d'emploi conduit à une hausse du chômage mais nullement qu'une proximité à ces centres induit une baisse du chômage, il n'en demeure pas moins contre-intuitif.

Ce phénomène s'explique par le fait que les habitants des zones souffrant de taux de chômage élevés doivent, en plus d'être faiblement qualifiés, faire face à une concurrence de travailleurs prêts à se déplacer de beaucoup plus loin. Cela va à l'encontre d'une idée fréquemment citée en économie des transports, celle de l'existence d'une distance ou d'une durée de déplacement seuil au-delà de laquelle on ne se déplace pas pour travailler. Nous nous assurons de l'absence d'un tel seuil en IDF en calculant un indice d'accessibilité aux emplois pour chacune des 1289 zones. Cet indice est construit sur la base d'une fonction de friction faisant intervenir pour chacune des zones les durées de déplacement nécessaires pour atteindre chacune des autres.

GRAPHIQUE 2.5 – Courbe de Lorenz population-emploi



### Mesurer la dissociation entre emploi et lieu de travail

Il y a une forte dissociation entre emploi et lieu de travail en IdF. On peut la faire apparaître en traçant une courbe de Lorenz reliant le pourcentage de population cumulée en abscisses et le pourcentage d'emploi cumulé en ordonnées, les communes étant triées par valeurs croissantes de leur taux d'emploi. La Figure 2.5 présente cette courbe pour l'ensemble de la population. Rappelons que, quand les deux répartitions sont identiques, la courbe de Lorenz se confond avec la diagonale principale. C'est loin d'être le cas ici. Nous avons également tracé les courbes de Lorenz pour trois sous-populations : les qualifiés (PCS 2 et 3), les professions intermédiaires (PCS 4) et les peu qualifiés (PCS 5 et 6). Elles ne sont pas représentées ici car, dans les trois cas, la courbe obtenue est très similaire à la courbe générale.

La courbe de Lorenz ne fournit pas de mesure de la dissociation entre répartitions géographiques de la population et de l'emploi. Pour mesurer cette dissociation, nous utilisons deux indices. Le premier est l'indice de Gini, directement associé à la courbe

TABLEAU 2.2 – Mesures de dissociation entre population et emploi

	Gini	Isard
Ensemble	0,35	0,48
Qualifiés	0,38	0,52
Prof intermédiaires	0,38	0,54
Peu qualifiés	0,36	0,51

de Lorenz. Le second est l'indice d'Isard, égal à la somme des différences absolues entre la part de chaque localisation dans la population et sa part dans l'emploi. Rappelons que cet indice s'interprète comme la part de la population (ou de l'emploi) qu'il faudrait déplacer entre zones géographiques pour que les deux répartitions deviennent identiques. Le Tableau 2.2 donne les résultats de ce calcul pour l'ensemble de la population et pour chacune des sous-populations que sont les qualifiés, les professions intermédiaires et les non qualifiés.

Avec des valeurs comprises entre 0,35 et 0,38 pour l'indice de Gini et entre 0,48 et 0,54 pour l'indice d'Isard, les niveaux de concentration mesurés par ces indices sont élevés : pour revenir à une absence totale de dissociation, il faudrait déplacer environ la moitié de la population (ou des emplois). De plus, on ne voit pas apparaître de différences significatives entre niveaux de qualification. Mesurée ainsi, la dissociation entre emploi et population n'est ni plus forte ni plus faible pour les non qualifiés que pour les qualifiés. Il faut cependant nuancer ce constat pour deux raisons. D'une part, les deux mesures utilisées ici sont non géographiques car elles ne tiennent pas compte des distances entre les zones bien pourvues en population et celles qui sont bien pourvues en emploi. D'autre part, à niveau de dissociation identique, les coûts et les temps de transport induits par cette dissociation ne pèsent pas forcément de la même manière sur les deux populations.

## Dissociation entre emploi et lieu de travail et accessibilité

Pour aller plus loin, il faut utiliser des mesures d'accès à l'emploi. Plusieurs d'entre elles sont utilisées dans la littérature empirique ayant pour objet l'estimation de l'impact de la déconnexion spatiale entre lieux de résidence et centres d'emplois sur le chômage. Dans les papiers traitant de l'IDF, les mesures utilisées sont les indices de dissimilarité de

DUNCAN et DUNCAN (SELOD et GOBILLON 2007), la part d’emplois à 45 minutes des communes dans l’emploi total de la région (SELOD et GOBILLON 2007 - DUGUET, L’HORTY et SARI 2009) et le quotient du nombre d’emplois dans un périmètre de 20 kilomètres autour d’une commune sur la population active dans ce même périmètre (DUGUET, L’HORTY et SARI 2009).

Nous proposons dans ce chapitre une autre mesure, basée sur l’estimation économétrique du degré de dissociation entre lieux de résidence et lieux de travail. Nous partons d’une formulation simple, similaire à celle d’un modèle gravitaire. L’IDF est découpée en 1289 zones et la durée de déplacement entre les zones  $m$  et  $n$  est égale à  $d_{mn}$ . Pour une personne résidant en zone  $n$ , l’utilité de travailler dans la zone  $m$  dépend du nombre d’emplois disponibles dans cette zone, du coût de déplacement entre les zones  $m$  et  $n$ , lui-même fonction de la distance  $d_{mn}$ , et d’un terme aléatoire. En faisant les hypothèses standards qui sont à la base du modèle logit, on obtient l’expression traduisant la probabilité qu’un résidant de  $n$  travaille en  $m$  suivante :

$$\Pr_{nm} = \frac{\exp(a \ln E_m + f(d_{nm}))}{\sum_j \exp(a \ln E_j + f(d_{nj}))}$$

où  $E_m$  est le volume d’emplois disponibles en  $m$  et  $f(d_{nm}, \beta)$  une fonction de friction. Plutôt que de fixer a priori la forme de cette fonction de friction, par exemple en faisant le choix classique  $f(d_{nm}) = \ln(d_{nm})$ , nous préférons une approche basée sur l’estimation de fonctions splines. Cette approche plus souple permet de mieux cerner la forme de la fonction de friction, et notamment de vérifier l’argument souvent avancé comme quoi il y aurait un seuil au-delà duquel le volume des déplacements s’effondre (ce seuil serait d’environ une heure).

L’estimation de ce modèle a nécessité l’utilisation simultanée des trois sources de données décrites ci-dessus. Le modèle est régressé en utilisant l’ensemble des observations relatives aux déplacements des travailleurs en activité figurant dans

l'EGT 2010. Les informations sur ces déplacements sont complétées par les durées de déplacement issues de MODUS et le nombre d'emplois par commune issu du recensement.

Nous avons fait des regressions avec comme population les travailleurs en poste se déplaçant par les transports en commun, des regressions avec comme population les travailleurs en poste se déplaçant en voiture particulière et des regressions avec comme population l'ensemble des travailleurs en poste quelque soit leur mode de déplacement. En ce qui concerne la troisième série de regressions, la combinaison d'un nombre élevé d'observations dans l'EGT et d'un nombre important de destinations potentielles conduit à des problèmes de calcul que nous résolvons en faisant des estimations séparées pour chaque jour de la semaine<sup>14</sup>.

La fonction de friction estimée est une spline linéaire continue avec des seuils à 2, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 50, 60, 70 et 100 minutes. On trouvera dans le tableau 2.3 les résultats de l'estimation effectuée sur les travailleurs questionnés sur des déplacements effectués un lundi pour se rendre à leur lieu de travail, sans distinction du mode de transport emprunté :

Les résultats obtenus pour l'ensemble des regressions sont stables et robustes. En sus de confirmer le lien positif et significatif entre la probabilité de travailler dans une zone et le nombre d'emplois qui y sont localisés et le lien négatif entre la probabilité d'y travailler et la durée de déplacement à partir du lieu de résidence, ces regressions nous permettent de construire des représentations graphiques des fonctions de friction. Nous avons superposé celles qui sont issues des régressions tous modes confondus sur le graphique de la Figure 2.6. Le temps de déplacement en minutes est en abscisses et la valeur de la fonction de friction en ordonnées. Les représentations graphiques des deux autres fonctions de friction affichent un aspect similaire.

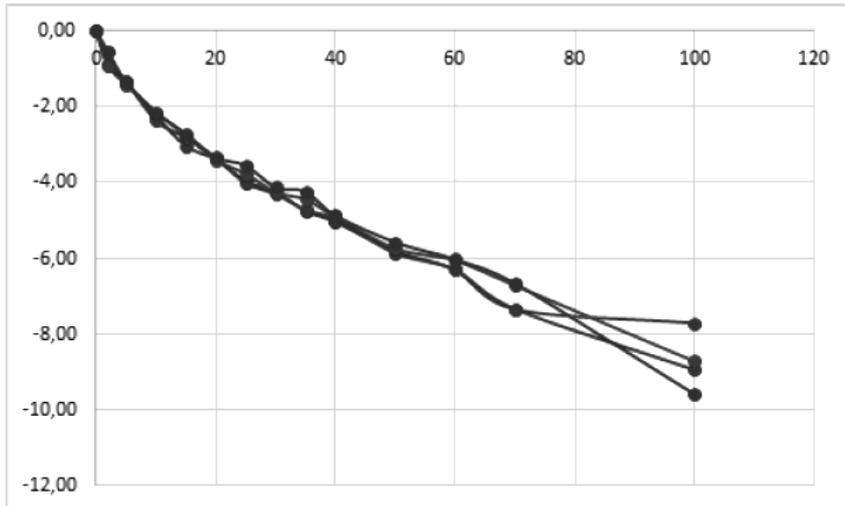
---

14. L'EGT 2010 fournit l'information en rapport avec le jour où les déplacements ont été effectués

TABLEAU 2.3 – Régression sur les travailleurs questionnés sur des déplacements effectués un lundi sans distinction du mode de transport

Variable	Coefficient	Ecart-type
Log de l'emploi	0,913	0,034
Durée	-0,459	0,088
Durée au-delà de 2mn	0,305	0,142
Durée au-delà de 5mn	-0,021	0,087
Durée au-delà de 10mn	0,017	0,056
Durée au-delà de 15mn	0,087	0,057
Durée au-delà de 20mn	-0,043	0,060
Durée au-delà de 25mn	0,055	0,064
Durée au-delà de 30mn	-0,042	0,069
Durée au-delà de 35mn	0,041	0,072
Durée au-delà de 40mn	-0,018	0,053
Durée au-delà de 50mn	0,027	0,042
Durée au-delà de 60mn	-0,053	0,052
Durée au-delà de 70mn	0,091	0,046
Durée au-delà de 100mn	0	0,081

GRAPHIQUE 2.6 – Fonctions de friction issues des régressions tous modes de transport



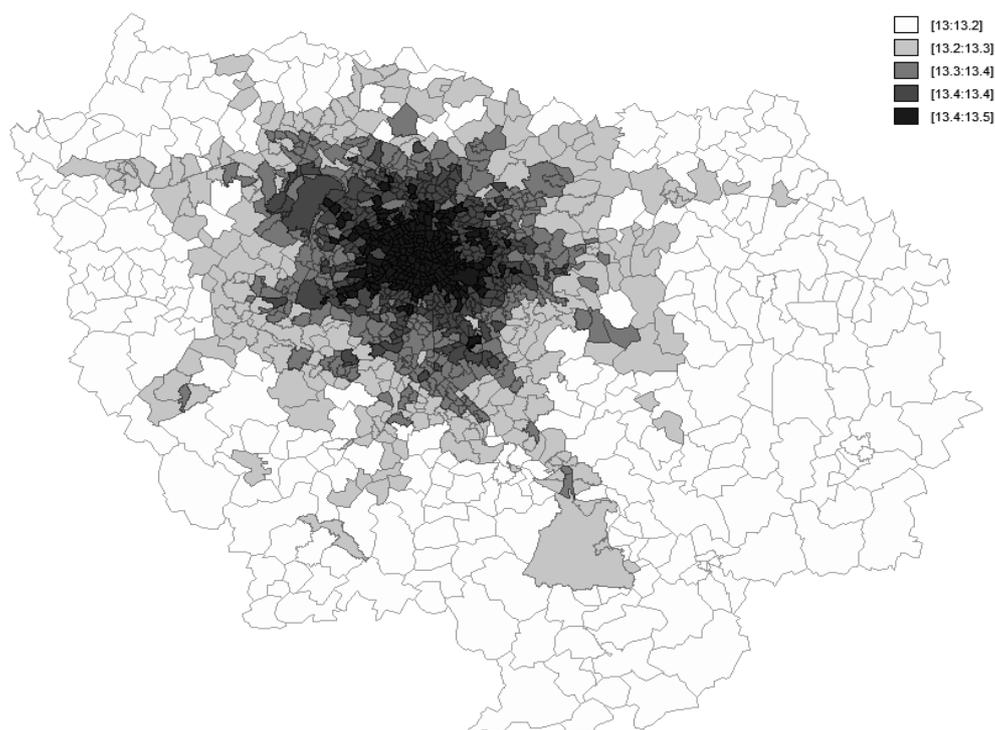
Les résultats pour les différents jours de la semaine sont parfaitement cohérents entre eux. On a dans tous les cas une évolution très régulière et aucun élément ne permet de mettre en évidence un effet de seuil éventuel. On peut alors utiliser les résultats de cette évaluation pour calculer une mesure d'accessibilité. Dans le contexte du modèle logit utilisé

ici, la mesure d'accessibilité aux emplois à partir de la zone  $n$  est égale à

$$I_n = \log \left[ \sum_m \exp(a \ln E_m + f(d_{nm})) \right] \quad (2.1)$$

La figure 2.7 donne la répartition spatiale des indices d'accessibilité ainsi obtenus.

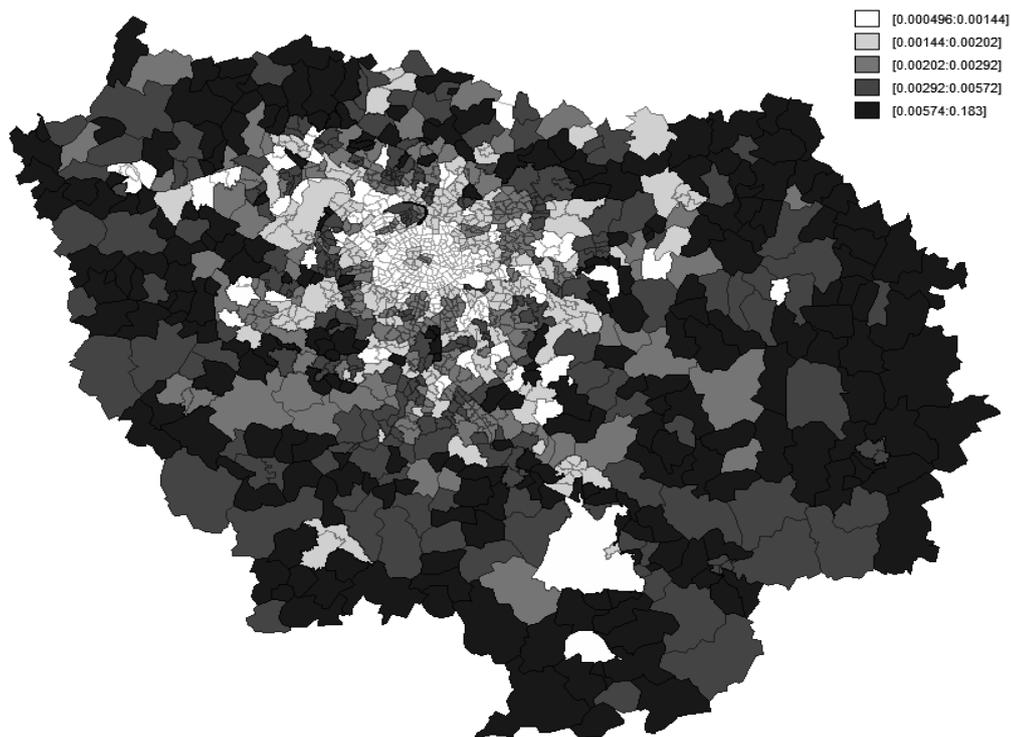
GRAPHIQUE 2.7 – Répartition spatiale des indices d'accessibilité



Les zones ayant les indices d'accessibilité à l'emploi les plus élevés sont les zones situées dans Paris et la petite couronne. Ces zones sont caractérisées par des taux de chômage plutôt élevés. Bien que ce résultat paraisse paradoxal, nous montrons dans le paragraphe suivant qu'il l'est moins qu'on pourrait le penser à première vue. Notons par ailleurs que les zones où les indices d'accessibilité sont les plus élevés sont également les zones où la densité de population est la plus grande. Or, la densité de la zone d'origine a également un impact sur l'accessibilité à l'emploi. Ce qui importe en effet est le nombre d'emplois accessibles par habitant de la zone, car des habitants plus nombreux pouvant accéder au même volume d'emplois auront plus de difficulté à obtenir l'un de ces emplois. Ce qui nous conduit à rapporter l'indice d'accessibilité de chaque zone à sa population. La Figure

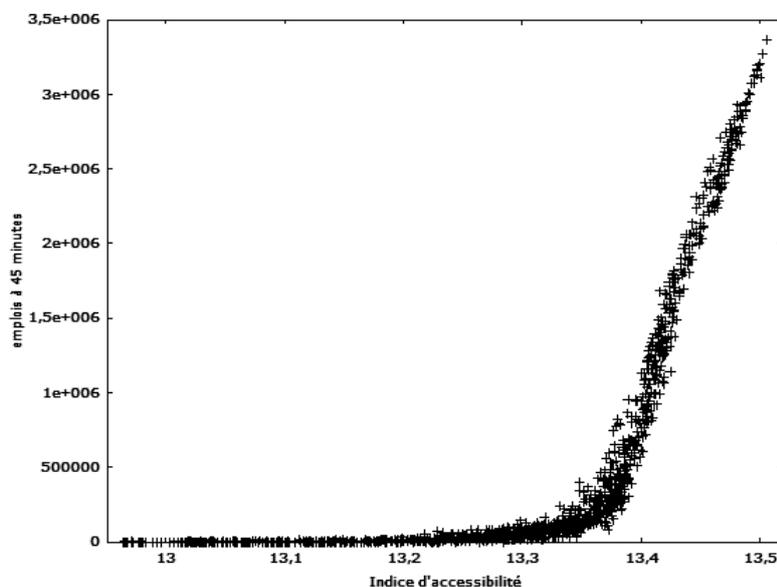
2.8 montre que si l'on tient compte des densités de populations, les zones périphériques affichent un meilleur indice d'accessibilité que les zones centrales.

GRAPHIQUE 2.8 – Répartition spatiale des indices d'accessibilité rapportés au nombre d'habitants



Il est également intéressant de comparer les indices d'accessibilité que nous avons calculés et les indices usuels reposant sur le nombre d'emplois disponibles dans les zones accessibles à moins de 30, 45 et 60 minutes. Sur la Figure 2.9 chaque zone est représentée par un point ayant pour abscisse l'indice d'accessibilité et pour ordonnée le nombre d'emplois accessibles en 45 minutes. Le graphique démarre par une partie horizontale importante, où l'indice d'accessibilité varie de 0 à 13,35, pendant que le nombre d'emplois accessibles à moins de 45 minutes varie très peu. Sachant que les valeurs les plus faibles correspondent aux zones pour lesquelles l'accessibilité aux emplois est la plus faible, ce graphique signifie que le nombre d'emplois accessibles à moins de 45 minutes différencie peu entre les zones ayant l'accessibilité aux emplois la plus faible, alors que l'indice que nous avons calculé le fait beaucoup plus fortement. Les graphiques confrontant notre indice avec le nombre d'emplois accessibles en 30 ou 60

GRAPHIQUE 2.9 – Indice d'accessibilité et emplois à moins de 45 minutes



minutes, non présentés ici, ont une forme tout à fait similaire, avec la même interprétation.

Ce résultat est facile à comprendre. L'usage d'un seuil de durée de déplacement a pour conséquence que la répartition géographique des emplois dont la distance-temps est supérieure à ce seuil importe peu. Ils peuvent être localisés à une distance légèrement supérieure ou très supérieure au seuil sans que cela change la mesure. Avec l'indice que nous proposons, l'ensemble des temps de trajet compte et nous pouvons mieux différencier entre elles les zones ayant la plus faible accessibilité aux emplois.

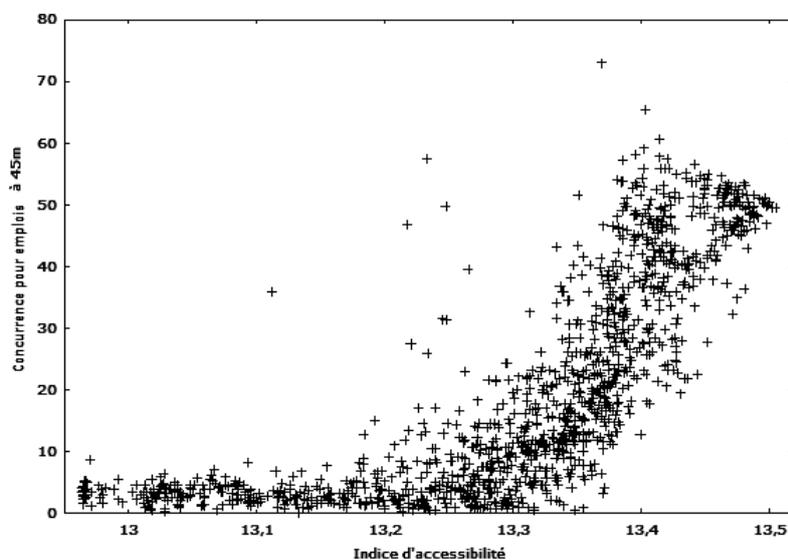
### Concurrence pour les emplois localisés à différentes durées de déplacement en TC

La concurrence pour les emplois est un aspect important lors du traitement des problématiques liées au chômage, surtout dans un contexte global caractérisé par l'existence de plus de travailleurs que d'emplois. Qu'une part importante de l'emploi d'une région soit localisée à une durée de déplacement raisonnable est souhaitable. Cependant, si la population active est beaucoup plus élevée que les opportunités

d'emploi, l'effet de la proximité aux centres d'emplois risque de demeurer très limité. La négliger risque cependant de biaiser les résultats. En effet, les populations résidant dans les zones où les indices d'accessibilité sont les plus élevés ont accès à un nombre de postes plus grand que les habitants des zones dans lesquelles les indices d'accessibilité sont plus faibles en effectuant des trajets de durées similaires. Cependant, comme les zones caractérisées par un indice d'accessibilité élevé sont des zones centrales et plutôt facilement accessibles de partout dans la région, les emplois qui en sont proches sont également facilement accessibles pour des travailleurs issus des autres zones de la région, ce qui n'est pas le cas des emplois situés dans ou à proximité des zones plus difficiles d'accès. Par exemple, les emplois situés dans Paris intramuros sont accessibles à des travailleurs de toute l'Idf, tandis que les emplois situés dans l'ouest de la grande couronne sont difficilement accessibles pour les travailleurs qui résident dans l'est de la grande couronne.

La corrélation positive entre l'accessibilité aux emplois et la concurrence pour les emplois est montrée par la figure 2.10.

GRAPHIQUE 2.10 – Evolution de la concurrence pour les emplois en fonction de l'accessibilité



Et comme en Idf il n'existe aucun seuil de durée de déplacement au-delà duquel les travailleurs ne cherchent pas un emploi, ceux qui résident dans les zones les plus accessibles sont très vraisemblablement sujets à une concurrence pour les emplois beaucoup plus rude que celle à laquelle les travailleurs des zones peu accessibles sont soumis.

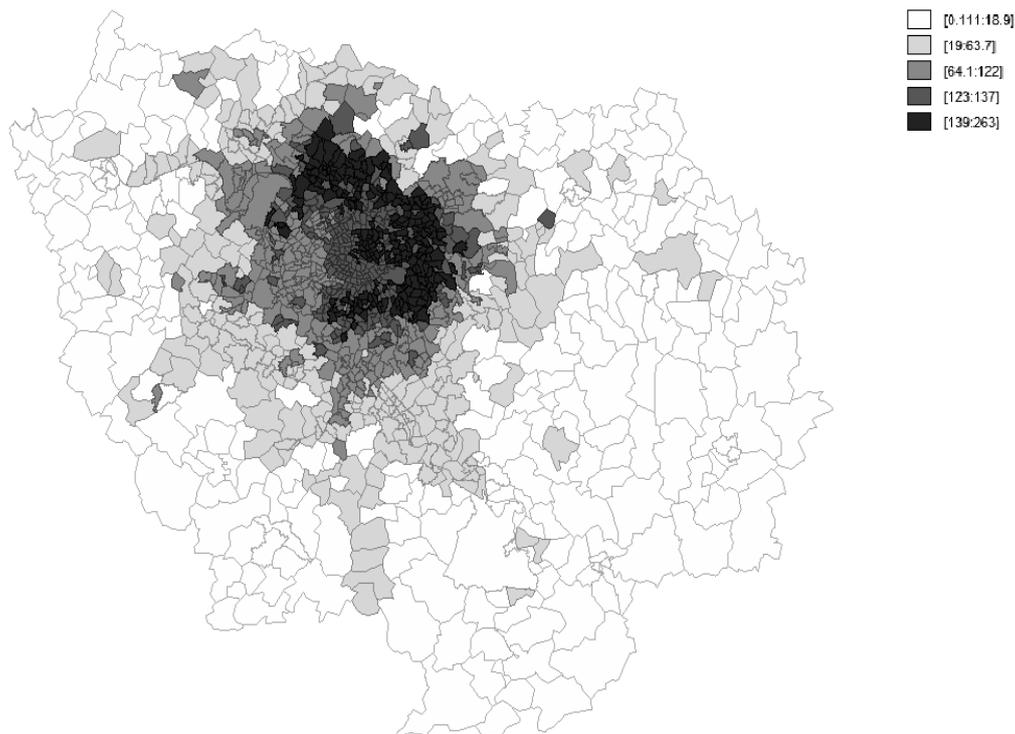
Pour mesurer le degré de concurrence auquel les travailleurs de chacune des zones sont soumis pour des emplois situés à différentes durées de déplacement en TC, nous avons calculé les indicateurs suivants :

$$\text{ICONC}_{n,d} = \left( \frac{\text{Emplois à une durée inférieure ou égale à } d}{\text{Travailleurs à une durée inférieure ou égale à } d \text{ de ces emplois}} \right)^{-1}$$

$\text{ICONC}_{n,d}$  est l'indice renseignant sur le degré de concurrence auquel les travailleurs de la zone  $n$  sont sujets pour les emplois situés à une durée de déplacement en transport en commun inférieure ou égale à  $d$ . Plus cet indice est élevé, plus le nombre de travailleurs avec lesquels un travailleur de  $n$  est en concurrence est grand.

La figure 2.11 présente la distribution spatiale des indices de concurrence pour les emplois situés à moins de 45 minutes. Nous avons également calculé des indices pour des durées de 30 et 60 minutes, qui aboutissent à des résultats similaires. La logique de la distribution spatiale des indices de concurrence est globalement circulaire. Plus on se rapproche du centre de la région, plus l'indice de concurrence est élevé et, plus on s'en éloigne, plus l'indice de concurrence devient faible.

GRAPHIQUE 2.11 – Indice de concurrence pour les emplois à 45 minutes en TC



## 2.4 Impact de l'accessibilité et de la concurrence sur les taux de chômage

Notre modèle de base est linéaire de la forme :

$$y = Xb + \varepsilon$$

où  $y$  est le vecteur des taux de chômage par zone,  $X$  la matrice des variables indépendantes qui sont : l'indice d'accessibilité par habitant, l'indice de concurrence et la répartition de la population par niveau de qualification,  $b$  le vecteur des coefficients à estimer et  $\varepsilon$  un vecteur de termes aléatoires. Ce modèle est le modèle 1. Nous testons également deux variables explicatives supplémentaires, la part des femmes et la part des jeunes (15-24 ans), il s'agit là des modèles 2, 3 et 4. Toutes les variables sont introduites sous forme logarithmique ; les coefficients s'interprètent donc comme des élasticités.

Au vu de la distribution spatiale des taux de chômage d'une part et de celles des variables indépendantes de l'autre, l'existence d'interdépendances spatiales est très vraisemblable. Cette intuition est confirmée par les tests de Moran et les tests du multiplicateur de Lagrange (cf. tableau 2.5); ceci nous impose l'adoption d'un modèle spatial<sup>15</sup>.

L'un des aspects importants de l'estimation d'un tel modèle est la spécification d'une matrice de poids. Sachant qu'aucune ne s'impose, nous utilisons les trois matrices suivantes :  $W_1$  et  $W_3$  respectivement la matrice de contiguïté d'ordre 1 et d'ordre 3 ou moins et  $V_{50}$  la matrice des 50 plus proches voisins<sup>16</sup>.

Ces matrices permettent de tester la robustesse des résultats en introduisant des interactions de natures différentes :  $W_1$  ne prend en compte que des interactions de proximité, chaque zone n'interagissant directement qu'avec les zones qui lui sont contiguës,  $W_3$  relâche cette contrainte de proximité, chaque zone interagissant avec des voisins plus éloignées que les précédentes et  $V_{50}$  autorise des interactions directes avec des zones relativement éloignées, puisque les 50 zones les plus proches sont prises en compte.

Les résultats des tests du multiplicateur de Lagrange et de leurs versions robustes orientent vers l'estimation d'un modèle SARAR<sup>17</sup>. Ce modèle conduisant à des abérations<sup>18</sup> et l'autocorrélation spatiale étant beaucoup plus importante que l'autorégression spatiale, nous retenons le modèle SEM<sup>19</sup> pour le reste du chapitre. Rapelons qu'un tel modèle est de la forme :

---

15. Les tests sont effectués sur la base du modèle avec les 3 matrices de poids présentées ci-après. Les résultats sont robustes au choix de la matrice.

16. Les matrices sont normalisées au sens où la somme de chacune de ses lignes est égale à l'unité

17. Avec autorégression spatiale et autocorrélation spatiale des erreurs

18. Coefficient d'autorégression négatif, incohérent avec la forte autocorrélation spatiale positive observée sur les données

19. Modèle avec autocorrélation spatiale des erreurs

$$y = Xb + \varepsilon$$
$$\varepsilon = \lambda W\varepsilon + \eta$$

où  $\eta$  est un terme aléatoire iid,  $W$  une matrice de poids spatiaux normalisée et  $\lambda$  un coefficient d'autocorrélation spatiale.

Le tableau 2.4 montre les résultats d'estimation par les MCO. Notre modèle de base est le modèle 1. Conformément à nos attentes, une meilleure accessibilité aux emplois impacte négativement le taux de chômage tandis qu'une plus forte concurrence sur les emplois accessibles l'impact positivement. Comme attendu, les zones avec une part de travailleurs qualifiés plus élevée ont un taux de chômage plus faible tandis que les zones avec une part de travailleurs non qualifié élevée ont un taux de chômage plus élevé.

Les modèles 2 à 5 sont obtenus en ajoutant au modèle 1 la part des femmes actives, ou la part des jeunes actifs ou les deux. La part des femmes actives a un effet négatif sur le taux de chômage tandis que l'effet de la part des jeunes n'est pas significatif. Dans les deux dernières colonnes du tableau 2.4, on trouvera les résultats d'estimation du modèle 1 en utilisant comme variable dépendante le taux de chômage des qualifiés et celui des non qualifiés. Les effets estimés sur le chômage des qualifiés sont très élevés et peu crédibles ; leur ampleur peut s'expliquer par le fait que le chômage des qualifiés est faible et varie très peu d'une zone à l'autre. Les effets estimés sur le chômage des non qualifiés sont proches des effets estimés sur le chômage total.

TABLEAU 2.4 – Estimations MCO

Variable	Modèle 1	Modèle 2	Modèle 3	Modèle 4	Qualifiés	Non Qualifiés
Constante	-3,86***	-4,69***	-3,67***	-4,54***	-7,36***	-3,04***
Indice d'accessibilité	-0,15***	-0,16***	-0,14***	-0,16***	-0,51***	-0,11***
Concurrence pour les emplois à 45 mn	0,08***	0,09***	0,08***	0,09***	0,08***	0,08***
Part de travailleurs qualifiés	-0,40***	-0,35***	-0,39***	-0,34***	-0,48***	-0,15**
Part de travailleurs non qualifiés	0,15***	0,19***	0,14**	0,18***	-0,17	0,14
Part femmes actives	-	-1,16***	-	-1,15***		
Part jeunes actifs	-	-	0,07	0,05		

TABLEAU 2.5 – Test de Moran et tests LM d'interaction spatiale

	$W_1$	$W_3$	$V_{50}$
I de Moran	0,43***	0,28***	0,25***
LMerr	716***	2075***	2288***
LMlag	563***	485***	337***
RLMerr	215***	1336***	1964***
RLMlag	62***	45***	13,7***

Le tableau 2.6 présente les résultats d'estimation du modèle 1 avec autocorrélation spatiale, estimé en utilisant chacune des trois matrices de poids. Le Tableau 2.7 donne les résultats d'estimation du même modèle en faisant varier l'indice de concurrence utilisé, la matrice de poids utilisée étant  $W_3$  et la variable dépendante étant le taux de chômage global. Le tableau 2.8 donne les résultats d'estimation des modèles 1 à 4 avec autocorrélation spatiale, la matrice de poids utilisée étant également  $W_3$  et la variable dépendante le taux de chômage global. Enfin, le tableau 2.9 donne les résultats d'estimation des quatre mêmes modèles, en utilisant maintenant le taux de chômage des non qualifiés comme variable dépendante, toujours avec  $W_3$  pour les poids.

Les résultats sont très cohérents d'un modèle à l'autre et d'une matrice de poids

TABLEAU 2.6 – Estimation du modèle SEM chômage global

Variable	$W_1$	$W_3$	$V_{50}$
Constante	-3,12***	-3,16***	-3,52***
Indice d'accessibilité	-0,07***	-0,08***	-0,08***
Concurrence pour les emplois à 45 mn	0,04***	0,04***	0,04***
Part de travailleurs qualifiés	-0,35***	-0,40***	-0,41***
Part de travailleurs non qualifiés	0,24***	0,22***	0,22***
Autocorrélation spatiale	0,78***	0,96***	0,96***

TABLEAU 2.7 – Estimation du modèle SEM chômage global pour différentes mesures de la concurrence (Matrice de poids)  $W_3$ 

Variable	Indice de concurrence utilisé		
	30 mn	45 mn	60 mn
Constante	-2,99***	-3,16***	-3,14***
Indice d'accessibilité	-0,08***	-0,08***	-0,08***
Concurrence pour les emplois	0,00	0,04***	0,03***
Part de travailleurs qualifiés	-0,40***	-0,40***	-0,40***
Part de travailleurs non qualifiés	0,22***	0,22***	0,23***
Autocorrélation spatiale	0,95***	0,96***	0,94***

à l'autre. Le coefficient de l'indice d'accessibilité est significativement négatif, avec un coefficient compris entre -0,07 et -0,09 suivant les estimations. Rappelons que les variables ont été introduites dans le modèle sous forme logarithmique. En conséquence, les coefficients estimés s'interprètent comme des élasticités. Un indice d'accessibilité plus élevé de 10% se traduit donc par une baisse des effectifs de chômeurs de 0,7 à 0,8%. L'impact de la concurrence pour les emplois est significativement positif. La valeur du coefficient estimé varie peu d'une estimation à l'autre ; elle est d'environ 0,04.

Enfin, du côté des autres variables introduites, nous trouvons des effets similaires à ceux obtenus sur la base des MCO : un effet fortement positif du taux de travailleurs non qualifiés, un effet fortement négatif du taux de travailleurs qualifiés, un effet positif de la part des jeunes actifs et un effet négatif de la part des femmes actives

TABLEAU 2.8 – Variantes du modèle SEM chômage global (matrice de poids  $W_3$ )

Variable	Modèle 1	Modèle 2	Modèle 3	Modèle 4
Constante	-3,16***	-3,75***	-2,39***	-2,90***
Indice d'accessibilité	-0,08***	-0,09***	-0,07***	-0,08***
Concurrence pour les emplois à 45 mn	0,04***	0,04***	0,04***	0,04***
Part de travailleurs qualifiés	-0,40***	-0,37***	-0,34***	-0,33***
Part de travailleurs non qualifiés	0,22***	0,23***	0,16***	0,17***
Part femmes actives	-	-0,79***	-	-0,62***
Part jeunes actifs	-	-	0,29***	0,27***
Autocorrélation spatiale	0,96***	0,93***	0,95***	0,94***

TABLEAU 2.9 – Estimation du modèle SEM chômage non qualifiés (la matrice de poids  $W_3$ )

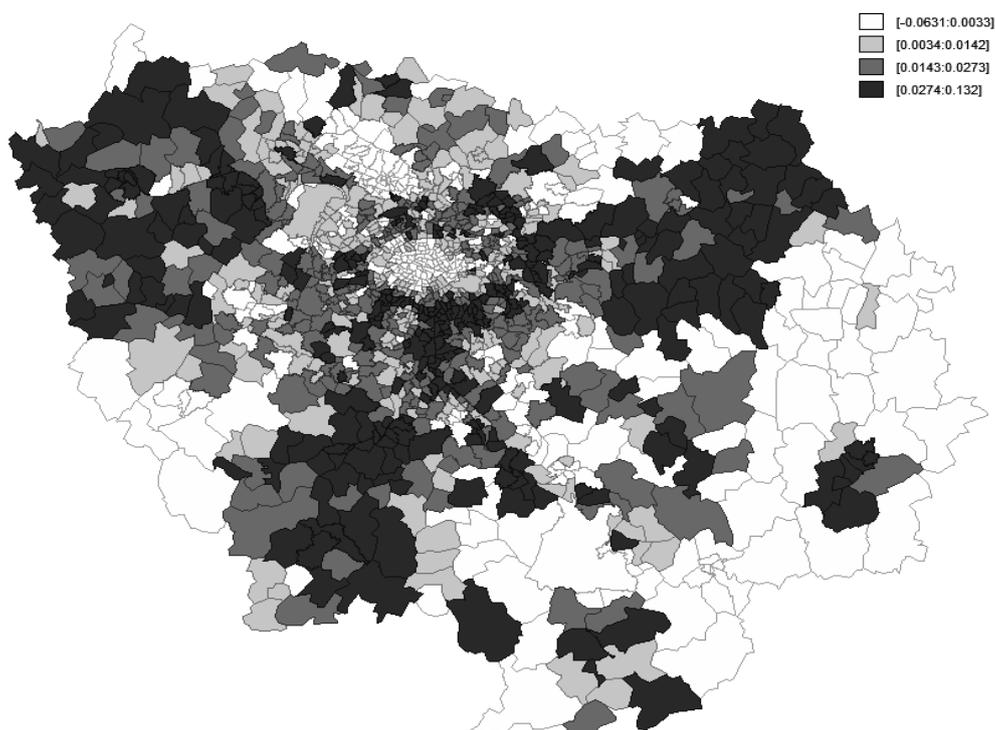
Variable	Modèle 1	Modèle 2	Modèle 3	Modèle 4
Constante	-2,77***	-3,26***	-2,29***	-2,75***
Indice d'accessibilité	-0,07***	-0,08***	-0,06***	-0,07***
Concurrence pour les emplois à 45 mn	0,07***	0,07***	0,06***	0,07***
Part de travailleurs qualifiés	-0,16**	-0,14**	-0,13*	-0,11
Part de travailleurs non qualifiés	0,13	0,15	0,10	0,12
Part femmes actives	-	-0,65*	-	-0,55
Part jeunes actifs	-	-	0,18**	0,16**
Autocorrélation spatiale	0,65***	0,64***	0,68***	0,66***

## 2.5 Simulations

Pour mesurer l'impact du Grand Paris Express, nous reprenons les modèles estimés dans la section précédente et nous calculons les prévisions qu'ils donnent dans deux situations : La première est la situation en l'absence du GPE<sup>20</sup> et la seconde est la situation avec le GPE. Pour cette dernière, nous avons recalculé les indices d'accessibilité et de concurrence en utilisant les résultats de simulation du modèle MODUS.

20. Par ce biais nous testons la performance de notre modèle. Celui-ci approche très correctement les taux de chômage observés.

GRAPHIQUE 2.12 – Gains d'accessibilité



La carte de la figure 2.12 montre la répartition géographique des gains d'accessibilité induits par la mise en place du GPE. Les gains d'accessibilité les plus élevés sont dans la petite couronne, à l'Ouest de l'IDF et le long d'un grand couloir allant du Nord-Est au Sud<sup>21</sup>.

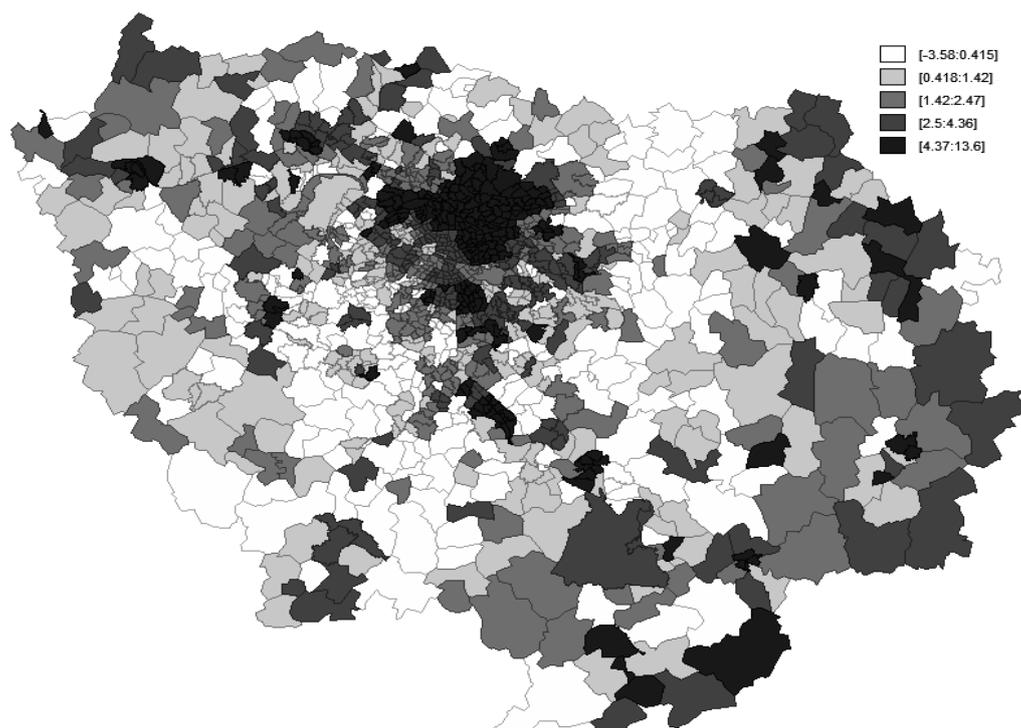
Avec le modèle 1 estimé en utilisant l'indice de concurrence à 45 minutes et la matrice de poids  $W_3$ , nous trouvons que le taux de chômage moyen dans la région passe de 12,1% en l'absence du GPE à 9,0% après sa mise en place. Il y a donc une baisse du taux de chômage de 3,1 points. Le gain est considérable puisque la baisse du niveau de chômage est d'environ un quart<sup>22</sup>. L'utilisation d'autres modèles aboutit à des résultats similaires.

La carte de la figure 2.13 présente la répartition géographique des diminutions de taux de chômage; les cartes issues des autres simulations aboutissent à une répartition globalement similaire. Les baisses de taux de chômage sont particulièrement fortes au

21. La carte montrant l'évolution de la concurrence est présentée en Annexe.

22. Conditionnellement à ce que les communes ayant un niveau d'accessibilité donné après la mise en place du GPE se comportent comme les communes qui avaient avant cette mise en place le même niveau d'accessibilité

GRAPHIQUE 2.13 – Impact du gain d’accessibilité sur les taux de chômage



Nord-Est de Paris, et donc pour l’essentiel dans les départements de Seine-Saint Denis où le taux de chômage est très élevé<sup>23</sup>.

Précisons cependant que la baisse des taux de chômage calculée induite par le GPE ne peut être obtenue que si tous les emplois nécessaires pour l’effectuer sont disponibles, qu’ils soient vacants ou qu’ils soient créés. Si ce n’est pas le cas, l’impact sur les taux de chômage sera plus faible.

## 2.6 Conclusion

En Ile-de-France, le taux de chômage moyen en 2012 était de 12% avec des disparités importantes. Les zones situées dans le nord et l’est de la région sont plus sévèrement touchées que les zones situées dans le sud et l’ouest.

Un grand nombre de zones plutôt centrales et jouissant d’une assez bonne accessibilité

23. Un tableau récapitulatif des baisses des taux de chômeages par département est présenté en Annexe.

aux emplois se caractérisent par des taux de chômage élevés. Ceci semble contre intuitif à première vue, mais une analyse approfondie livre une explication qui tient en trois points. Premièrement, ces zones se caractérisent par des taux de travailleurs non qualifiés assez élevé. Deuxièmement, ces zones sont plutôt denses, or des habitants plus nombreux pouvant accéder au même volume d'emplois auront plus de difficulté à obtenir l'un d'eux. Enfin, les emplois dans les zones centrales sont plus facilement accessibles à un plus grand nombre de travailleurs. Par conséquent, les travailleurs résidant proche de ces zones subissent une concurrence plus rude pour les emplois qui sont à leur proximité que les travailleurs résidant en périphérie, d'autant plus que, comme nous l'avons montré, il n'existe en Ile-de-France aucun seuil de durée de déplacement au-delà duquel les travailleurs ne se déplacent pas pour travailler.

Les résultats des différents modèles spatiaux que nous estimés montrent qu'une meilleure accessibilité par habitant fait chuter les taux de chômage d'une zone. Les simulations réalisées en s'appuyant sur les outputs de ces modèles et sur les données fournies par la SGP estiment une baisse moyenne du chômage en Ile-de-France de 12% à 9% sous réserve de l'existence du nombre d'emplois nécessaires à cette baisse, soit sous forme de postes vacants soit grâce aux créations de postes.

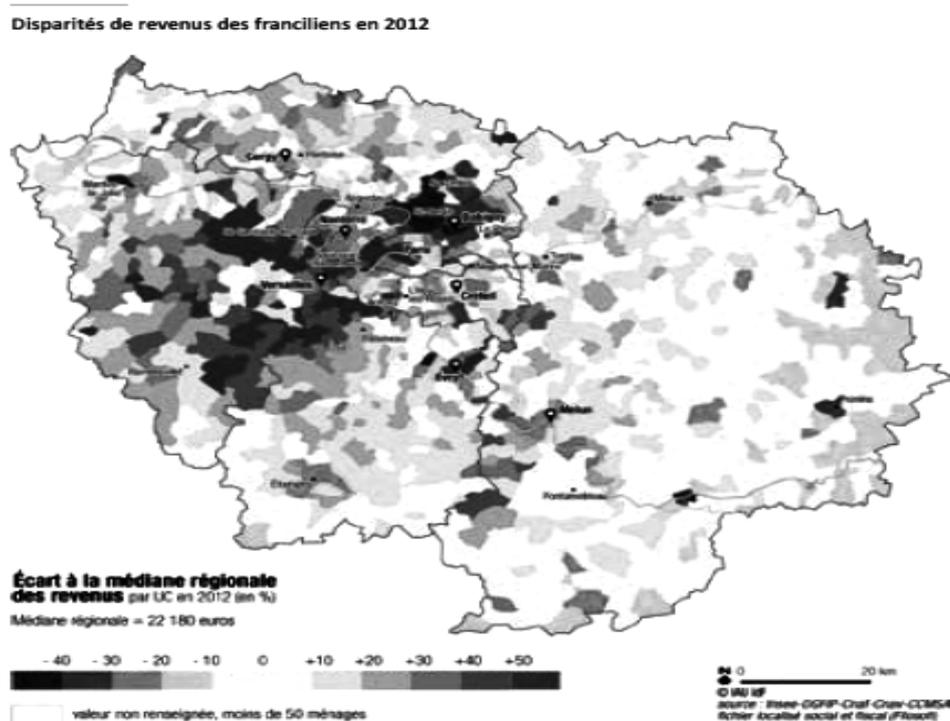
Pour conclure, notons deux limites à ce travail. Premièrement, les données dont nous disposons nous obligent à exclure des zones limitrophes à la région IDF ce qui pourrait marginalement biaiser les résultats. Deuxièmement, compte tenu de la nature des données, nous n'avons pas pu tenir compte de l'endogénéité des choix des lieux de résidence des travailleurs. Cependant, l'effet positif d'une meilleure infrastructure sur l'atténuation des frictions inhérentes au marché du travail paraît indéniable.

## 2.A Annexe

### 2.A.1 Distribution spatiale des revenus des ménages résidant en IDF en 2012

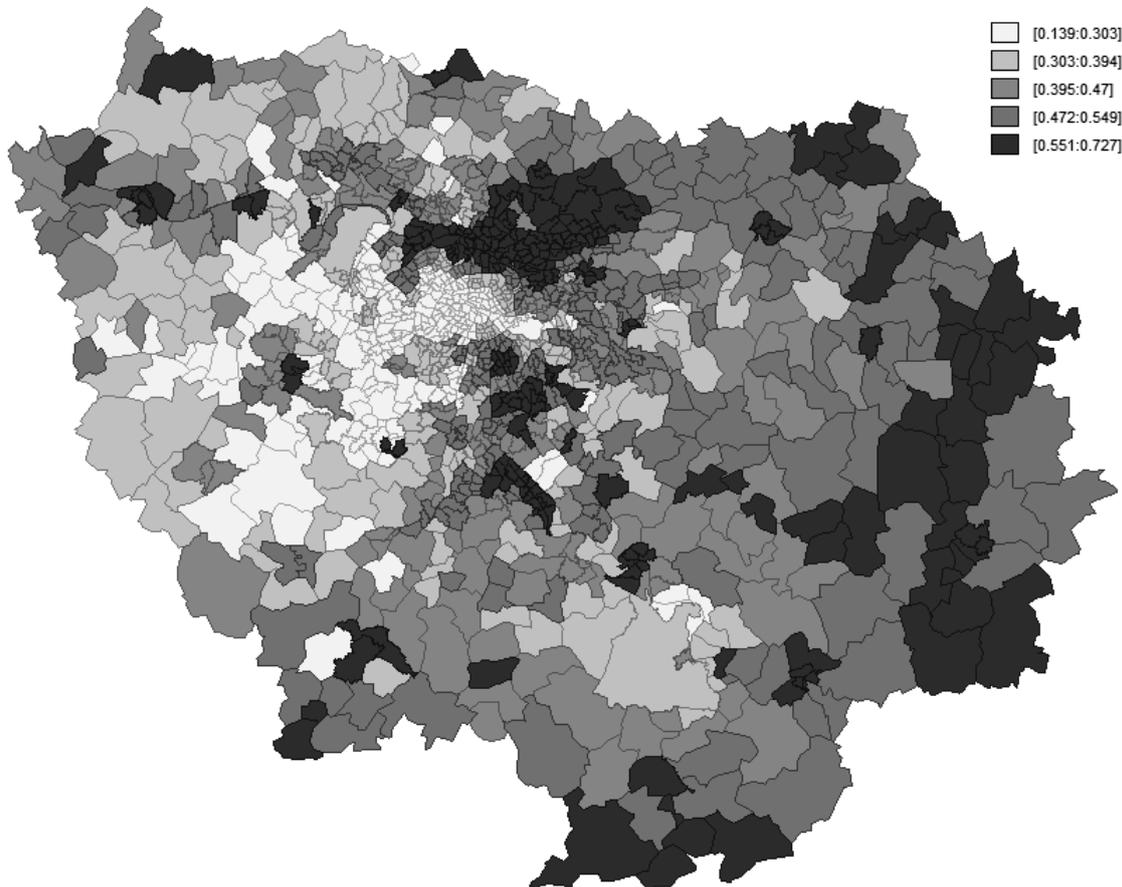
Cette carte est tirée du rapport « Chiffres-clés de la région Ile-de-France 2017 » réalisé conjointement par l'Institut d'Aménagement et d'Urbanisme de l'Ile-de-France, l'INSEE et la Chambre de Commerce de l'industrie Paris Ile-de-France.

GRAPHIQUE 2.14 – Distribution spatiale des revenus des ménages résidant en IDF en 2012



## 2.A.2 Distribution spatiale des travailleurs qualifiés en IDF

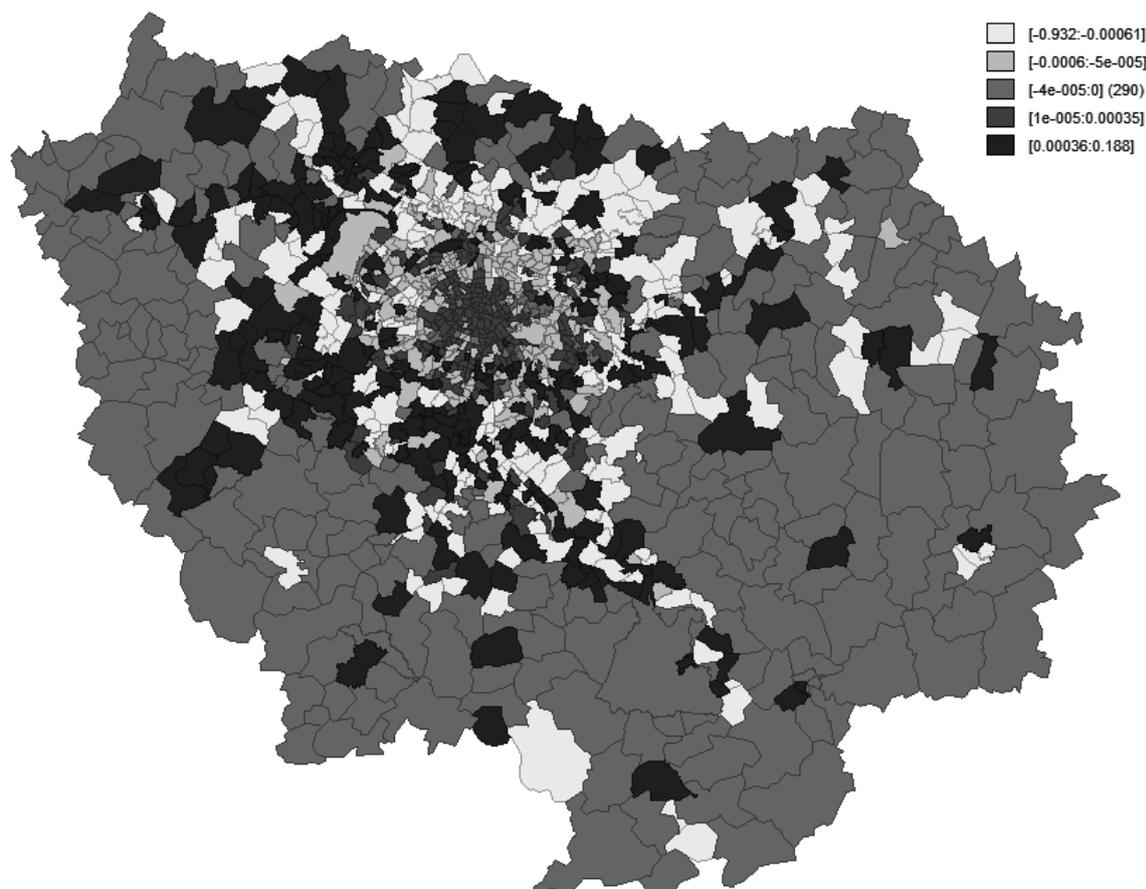
GRAPHIQUE 2.15 – Distribution spatiale des travailleurs qualifiés en IDF



### 2.A.3 Évolution de la concurrence pour les emplois

Les cartes des évolutions de la concurrence pour les emplois à 30 et à 60 minutes présentent un aspect similaire.

GRAPHIQUE 2.16 – Evolution de la concurrence pour les emplois à 45 minutes en TC



**2.A.4 Baisse des taux de chômage par département**

TABLEAU 2.10 – Points de baisse des taux de chômage par département

Département	Baisse du taux de chômage
75	-3,6
77	-1,5
78	-1,3
91	-1,2
92	-2,7
93	-6,8
94	-2,8
95	-2,5

# Chapitre 3

## Analyse des trajets domicile-travail des travailleurs des ménages bi-actifs en région parisienne

### 3.1 Introduction

La hausse continue de la part des femmes actives a entraîné un intérêt grandissant envers l'étude des trajets domicile-travail au sein des ménages bi-actifs. La raison principale à cela est le changement de la demande de transport que la hausse de la part de ces ménages est susceptible d'engendrer.

En effet, possédant des caractéristiques démographiques différentes et une situation économique plus favorable que celle des ménages mono-actifs, les ménages bi-actifs sont plus susceptibles de choisir de se loger loin des centres d'emploi afin de profiter d'une plus grande surface habitable<sup>1</sup>.

Cependant, vu que dans ces ménages les deux membres effectuent des trajets

---

1. Mills (1972) fait état du fait que des études empiriques avaient conclu que l'élasticité de la demande de logement par rapport au revenu est supérieure à un. Ainsi, les ménages avec les revenus les plus élevés sont susceptibles de privilégier la consommation de logement et par conséquent choisir d'habiter en périphérie en raison du faible prix du logement.

domicile-travail dont le coût monétaire et surtout temporel risquent d'être difficilement supportables<sup>2</sup>, choisir de se loger en périphérie peut leur être préjudiciable.

Les papiers empiriques traitant la question des trajets domicile-travail des travailleurs des ménages bi-actifs présentent des résultats contrastés<sup>3</sup>. A notre sens, cela tient autant à la diversité des villes sujettes aux études et des angles d'étude choisis qu'au recours à des techniques économétriques ne traitant pas les problèmes d'endogénéité éventuels et par conséquent aboutissant à des estimations pouvant être biaisées.

Dans ce chapitre, nous nous intéressons aux trajets domicile-travail des ménages bi-actifs résidant et travaillant en région parisienne. Premièrement, nous déterminons si ces trajets sont plus longs ou plus courts que ceux des travailleurs des ménages mono-actifs. Deuxièmement, nous regardons si les trajets des deux conjoints sont plutôt complémentaires<sup>4</sup> ou plutôt substituables<sup>5</sup>. Enfin, nous examinons s'il y a un ajustement de la structure du triangle formé par le lieu de résidence et les deux lieux de travail de façon à minimiser la somme des distances parcourues.

Pour cela, nous régressons différents modèles dans lesquels nous introduisons des variables explicatives jusque là absentes dans la littérature qui traite de ce sujet comme le statut d'occupation du logement, la possession du permis de conduire, d'un abonnement de transports publics et d'une voiture. Les problèmes d'endogénéité sont traités en ayant recours à la technique de la variable instrumentale et à la technique des 3sls<sup>6</sup>.

Les principaux résultats obtenus après traitement de l'endogénéité montrent qu'en région parisienne les trajets domiciles-travail dans les ménages bi-actifs sont plus courts

---

2. Les membres des ménages bi-actifs disposent de moins de temps à consacrer au loisir.

3. Une revue détaillée de la littérature empirique traitant de la question est présentée en section 2

4. C'est à dire la distance domicile-travail parcourue par l'un des conjoints croît avec celle parcourue par l'autre.

5. C'est-à-dire lorsque l'un des conjoints parcourt un long trajet pour se rendre à son lieu de travail le trajet de l'autre se trouve raccourci.

6. La stratégie empirique est présentée en section 3.

que dans les ménages mono-actifs, que c'est la femme qui adapte son trajet à celui de l'homme et que les ménages bi-actifs ne configurent pas le triangle LT1-DOM-LT2<sup>7</sup> de façon à minimiser la somme des distances parcourues.

La suite du chapitre se présente comme suit. Dans la section 2 nous présentons une revue de la littérature traitant des trajets domicile-travail au sein des ménages bi-actifs. Dans la section 3 nous détaillons la stratégie empirique, les modèles régressés et les variables de régressions utilisées. Dans la section 4 nous fournissons quelques statistiques descriptives relatives aux déplacements domicile-travail en Ile-de-France et aux caractéristiques des ménages qui les effectuent. Dans la section 5 nous présentons les résultats des modèles. Enfin, nous concluons par quelques remarques et des perspectives de travaux à venir.

## 3.2 Revue de littérature

Une grande partie de la littérature traitant des trajets domicile-travail se concentre sur la différence entre les distances parcourues par les hommes et celles parcourues par les femmes. Le résultat le plus robuste, commun à toutes les études empiriques, est que la portée des trajets des femmes est moins grande que celle des trajets des hommes (Chaple et Weinberger 2000 ; Clark et al. 2003 ; Erickson 1977 ; Fuchs 1971 ; Madden 1977 ; Sultana 2005, 2006 ; Surprenant-Legault 2013 ; White 1977, 1986 ...) et ce qu'il s'agisse des ménages mono-actifs ou des ménages bi-actifs (Madden 1981 - Surprenant-Legault 2013 ...).

Deux explications sont souvent avancées pour justifier cet état de fait. La première est que les femmes ont plus de responsabilités domestiques ce qui réduit leur périmètre géographique de recherche d'emplois (Johnson et Anumanwo 1992 ; Turner et Niemer 1997) et la seconde est que les gains salariaux auxquels elles peuvent prétendre si elles

---

7. LT1 renvoie au lieu de travail de l'homme, Dom au domicile et LT2 au lieu de travail de la femme.

acceptent des postes éloignés de leurs domiciles sont beaucoup moins intéressants que ce à quoi les hommes peuvent prétendre<sup>8</sup>. Toutefois, la seconde explication n'est pas toujours soutenue empiriquement. Plaut (2005) montre par le biais d'une étude réalisée sur les ménages américains que la sensibilité du revenu à la distance domicile-travail est la même pour les hommes et les femmes.

Un des facteurs qui intuitivement paraît déterminant lorsqu'on s'intéresse aux trajets domicile-travail, particulièrement du point de vue des femmes, est la présence d'enfants dans le ménage. Les études empiriques n'arrivent pas toutes aux mêmes conclusions vis-à-vis de ce facteur. A titre d'exemple, Madden (1980) et Hanson et Johnson (1985) trouvent que la présence d'enfants n'impacte pas de façon significative la longueur des trajets domicile-travail, Singell et Lillydahl (1986) observent qu'elle conduit à une réduction de la distance domicile-travail pour les deux conjoints, White (1986) observe le contraire et Davis (1993) conclue que la présence d'enfants fait baisser la distance domicile-travail du conjoint de la personne de référence.

L'étude des déplacements domicile-travail des femmes a motivé l'intérêt envers l'analyse du cas des ménages bi-actifs. Curran et al (1982) explique, via un modèle théorique de choix résidentiel, qu'en raison des différences entre les coûts de déplacements, la bid-rent des ménages bi-actifs est différente de celle des mono-actifs. Il en résulte qu'il existe au sein de la ville une zone particulière dans laquelle les ménages bi-actifs résident. Toutefois cette zone est impossible à déterminer analytiquement. White (1986) indique que la plus grande difficulté des ménages bi-actifs à optimiser la localisation de leur lieu de résidence relativement à leurs lieux de travail doit engendrer des trajets domicile-travail plus longs que ceux des ménages mono-actifs. Van Ommeren (1999) montre grâce à un modèle de recherche d'emploi intégrant les interactions entre les membres du ménage bi-actif que ces derniers cherchent plus intensément dans le marché

---

8. Il a été montré à travers plusieurs études empiriques que les travailleurs dont les trajets domicile-travail sont élevés gagnent plus que ceux dont les trajets domicile-travail sont plus courts, toutes les choses égales par ailleurs.

du travail et moins intensément dans le marché du logement.

Du côté des papiers empiriques, Madden (1980) conclue que les ménages bi-actifs se comportent de façon identiques quant aux choix du lieu de résidence aux ménages mono-actifs et que par conséquent les différences observées entre les deux types de ménages en terme de longueur du trajet domicile-travail s'explique entièrement par la différence de revenu, de fertilité et des caractéristiques des emplois occupés. Rouwendal et Rietvald (1994) arrive à une conclusion proche puisqu'ils trouvent que les ménages bi-actifs n'ont des trajets domicile-travail ni plus longs ni plus courts que les ménages mono-actifs. Surprenant-Legault et al. (2013) montre qu'à Montréal, les ménages bi-actifs ont des trajets domicile-travail plus courts.

En plus de la comparaison entre les distances domicile-travail dans les ménages bi-actifs et dans les ménages mono-actifs, un certain nombre d'études se sont intéressées aux arbitrages et aux compromis entre les membres de ces ménages avec pour objectif de déterminer si les déplacements des deux conjoints sont substituables ou complémentaires. Singell et Lillydahl (1986) montre que le choix de localisation du lieu de résidence dépend plus de celui du lieu de travail de l'homme, les récents déménagements ayant abouti le plus souvent à une hausse des distances domicile-travail des femmes et à une baisse de celles des hommes. Ce résultat a également été montré par Hanson et Pratt (1991), Davis (1993) et Rouwendal (1998) tandis que Tkocz et Kristensen (1994) trouve que les déménagements sont plutôt favorables aux femmes au Danemark. Van Omerson (1997) montre qu'au sein des ménages bi-actifs la probabilité de déménager est impactée positivement par les distances domicile-travail des deux conjoints et négativement par la distance entre les deux lieux de travail. Clark et al. (2002) Montre que chez les ménage bi-actifs ayant récemment déménagé, la distance domicile-travail a baissé pour les deux conjoints. Par ailleurs, Plant (2005) montre que les distances parcourues par les conjoints sont complémentaires. Ce résultat est également montré par Surprenant-Legault et al. (2013). Celui-ci rajoute que les ménages bi-actifs tendent à configurer le triangle

LT1-DOM-LT2 de façon à minimiser la somme des distances parcourues.

Enfin, notons que pour analyser la configuration spatiale LT1-DOM-LT2, un certain nombre de mesures sont utilisées dans la littérature. La plus directe et par conséquent la plus fréquente est la distance (ou la durée) du trajet domicile-travail de chacun des conjoints. Une seconde mesure, la distance entre les lieux de travail des conjoints, a également été utilisée par quelques auteurs (Van Ommeren en particulier). Cela se justifie par le fait que plus les lieux de travail des conjoints sont proches plus les contraintes pesant sur le choix du lieu de résidence sont lâches.

Les angles peuvent également être utilisés pour mieux cerner la configuration du triangle LT1-DOM-LT2. Dans le cas de la ville mono-centrée l'angle d'intérêt est celui formé par l'intersection des droites CBD-Résidence et CBD-lieu de travail. Dans une ville multi-centrée, le recours à cet angle n'est pas pertinent du fait qu'il n'existe pas un unique CBD. L'angle utilisé est LT1-DOM-LT2. Si cet angle est petit cela indique que les conjoints se déplacent dans « la même direction » et s'il est grand cela indique qu'ils se déplacent dans des directions « opposées » (Van Ommeren 2000). Par ailleurs, l'angle LT1-DOM-LT2 contient l'information relative à la distance entre les deux lieux de travail. Il est donc préférable d'y recourir quand les données le permettent.

### 3.3 Stratégie empirique

Nous commençons par tester l'existence d'une disparité entre les distances domicile-travail parcourues par les travailleurs des ménages bi-actifs et celles parcourues par les travailleurs des ménages mono-actifs et la mesurer le cas échéant. Pour cela, nous effectuons une régression en utilisant les observations relatives à tous les travailleurs et en insérant parmi les explicatives une variable indicatrice informant sur le type de ménage auquel le travailleur appartient.

Ensuite, nous testons l'existence de la complémentarité / substituabilité entre les trajets des travailleurs des ménages bi-actifs et nous mesurons son ampleur le cas échéant. Pour s'y faire, nous régressons dans un premier temps une équation simple en utilisant uniquement les observations relatives aux travailleurs des ménages bi-actifs et en insérant parmi les explicatives la distance domicile-travail du conjoint<sup>9</sup>. Puis, dans un second temps, pour une meilleure mesure de la complémentarité / substituabilité mais surtout pour déterminer si les deux conjoints font des compromis ou si l'un adapte ses trajets à ceux de l'autre, nous régressons un système d'équations simultanées formé de l'équation de la distance domicile-travail de l'homme et celle de la femme. Nous insérons parmi les explicatives de chaque équation la distance parcourue par le conjoint<sup>10</sup>.

Enfin, pour déterminer si les ménages bi-actifs adaptent la configuration du triangle LT1-DOM-LT2 de façon à minimiser la somme des distances parcourues par les deux conjoints, nous régressons un modèle dont l'endogène est cette somme et dont le vecteur des explicatives contient l'écart entre la plus grande et la plus petite distance et la transformation logistique de l'angle LT1-DOM-LT2<sup>11</sup>. Si le coefficient associé à l'écart des distances est positif cela indique que les trajets des conjoints sont complémentaires et si celui qui est associé à l'angle LT1-DOM-LT2 est négatif, cela indique que les ménages adaptent la configuration du triangle (Surprenant-Legault 2013) de façon à minimiser la sommes des distances parcourues.

---

9. Ceci nous permet entre autre de comparer entre les impacts des différents facteurs sur les distances parcourues par les travailleurs des ménages bi-actifs et l'impact de ces mêmes facteurs sur les distances parcourues par les travailleurs des ménages mono-actifs. Pour ces derniers, nous régressons la même équation que celle des travailleurs des ménages bi-actifs. La distance domicile-travail du conjoint n'existe pas dans ce cas.

10. L'estimation d'un système d'équation simultanées se justifie d'autant plus qu'il existe au sein des ménages bi-actifs des facteurs qui influencent les distances domicile-travail parcourues par chaque membre mais pour lesquels il n'y a pas de variables dédiées dans la base. De ce fait, l'impact de ces facteurs est absorbé par les résidus des régressions. Et comme ces facteurs sont très vraisemblablement communs aux deux conjoints, il y a une forte chance que les résidus de la régression relative à l'homme et ceux de la régression relative à la femme soient corrélés.

11. La transformation logistique de l'angle est la fonction qui transforme un angle  $\alpha$  en  $\log\left(\frac{\alpha}{180-\alpha}\right)$ . Le but de cette transformation est d'avoir une variable qui prend des valeurs sur  $\mathbb{R}$  plutôt qu'une variable qui prend des valeurs entre 0 et 180.

Dans toutes les régressions nous contrôlons pour la couronne de résidence, le sexe, le statut d'occupation du logement<sup>12</sup>, le revenu du ménage<sup>13</sup>, la présence d'enfants, la possession du permis de conduire, la possession d'un abonnement de transports publics le nombre de voitures à la disposition du ménage, la durée hebdomadaire de travail<sup>14</sup>, l'âge, l'accessibilité des emplois au lieux de résidence et l'accessibilité des emplois au lieu de travail.

Le contrôle pour la possession d'un abonnement de transports publics et pour le nombre de véhicules impose le traitement du problème d'endogénéité (par simultanéité) provoqué par l'introduction de ces variables parmi les explicatives. Pour ce faire, nous instrumentons la première par la surface du logement<sup>15</sup> et le niveau d'étude du travailleur et la seconde par le type de logement<sup>16</sup> et le paiement ou non d'un parking à domicile. Dans le cas du système d'équations, l'instrumentation s'effectue via la méthode 3sls.

Du côté des variables d'intérêt, il s'avère que l'angle LT1-DOM-LT2 est endogène à la somme des distances domicile-travail. Nous l'instrumentons par la surface du logement. Cette variable ne pouvant plus être utilisées comme instrument pour la possession d'un abonnement de transports publics, nous nous contentons d'instrumenter cette dernière par le niveau d'étude de l'homme et celui de la femme dans la régression sur la somme des distances.

Pour ce qui est de l'impact des variables de contrôle, nous nous attendons à ce que les travailleurs qui résident dans Paris se déplacent moins loin que ceux qui résident dans la petite couronne et que ces derniers se déplacent moins loin que ceux qui résident dans la grande couronne. Compte tenu des contraintes de mobilités moins importantes

---

12. Propriétaire, propriétaire accédant, locataire du secteur social ou locataire du secteur libre.

13. Nous ne disposons pas ici du salaire exact de chaque membre mais nous disposons de la tranche de revenu du ménage.

14. Exercice d'un emploi à temps complet ou à temps partiel.

15. Nous avons effectué des régressions avec la surface du logement comme explicative. Les coefficients obtenus ne sont pas statistiquement significatifs.

16. Maison individuelle ou logement collectif.

chez les locataires nous nous attendons à ce que leurs trajets soient plus courts que ceux des propriétaires. Aussi, nous pensons que la possession du permis de conduire, d'une voiture ou d'un abonnement de transports publics ont un impact positif sur les distances domicile-travail. Par ailleurs, nous présumons que les personnes qui travaillent à temps partiel se déplacent moins loin que ceux qui travaillent à temps complet<sup>17</sup> et, compte tenu de l'existence d'un nombre d'activités de loisir bien plus grand dans Paris qu'en banlieue, nous pensons que les jeunes préfèrent une résidence proche du centre, d'où des trajets domicile-travail plus courts pour eux.

Les accessibilités aux emplois sont présentées et estimées dans le chapitre 2. L'accessibilité du lieux de résidence doit influencer négativement la distance domicile-travail tandis que l'accessibilité des lieux de travail doit agir dans le sens inverse. Bien que contre-intuitif, l'impact positif de l'accessibilité du lieu de travail s'explique par le fait qu'une grande concentration d'emplois dans une zone données fait que les entreprises surenchérisent pour la terre dans cette zone, d'où un manque de résidences et l'obligation pour ces entreprises de recourir à des travailleurs qui résident loin.

Les bases de données utilisées dans le travail statistique et économétrique sont l'Enquête Globale Transport 2010 et les données MODUS fournies par la Société du Grand Paris.

## 3.4 Statistiques descriptives

### 3.4.1 Statistiques relatives aux trajets domicile-travail

Les statistiques descriptives relatives à la distance du trajet domicile-travail sont présentées dans le Tableau 1. Elles sont ventilées par type de ménage, par couronne de résidence et par sexe.

---

17. En raison de leur plus grande sensibilité aux coûts des déplacements.

TABLEAU 3.1 – Distance des trajets domicile-travail en Km ventilée par couronne de résidence et par sexe

<b>Tous les ménages</b>												
<b>Région</b>		<b>Paris</b>			<b>Petite Couronne</b>			<b>Grande Couronne</b>				
	Moyenne	Écart	Type	Moyenne	Écart	Type	Moyenne	Écart	Type	Moyenne	Écart	Type
<b>Ensemble</b>	11.79	12.03		6.25	6.51		8.21	6.95		15.88	14.29	
<b>Femmes</b>	10.70	11.34		5.63	5.98		7.31	6.91		14.47	13.70	
<b>Hommes</b>	12.97	12.33		7.17	7.28		9.33	7.64		17.45	14.60	
<b>Ménages mono-actifs</b>												
<b>Région</b>		<b>Paris</b>			<b>Petite Couronne</b>			<b>Grande Couronne</b>				
	Moyenne	Écart	Type	Moyenne	Écart	Type	Moyenne	Écart	Type	Moyenne	Écart	Type
<b>Ensemble</b>	10.45	11.03		6.46	7.02		8.03	7.01		14.49	13.94	
<b>Femmes</b>	9.04	9.76		5.62	6.33		6.98	5.84		13.27	13.03	
<b>Hommes</b>	11.70	11.76		7.25	7.46		9.07	7.77		16.01	14.60	
<b>Ménages bi-actifs</b>												
<b>Région</b>		<b>Paris</b>			<b>Petite Couronne</b>			<b>Grande Couronne</b>				
	Moyenne	Écart	Type	Moyenne	Écart	Type	Moyenne	Écart	Type	Moyenne	Écart	Type
<b>Ensemble</b>	13.67	12.68		7.08	7.08		9.39	7.53		18.08	14.67	
<b>Femmes</b>	10.93	11.43		5.54	5.21		7.45	6.52		14.54	13.68	
<b>Hommes</b>	13.86	12.65		7.12	7.11		9.53	7.54		18.26	14.55	

Globalement, les trajets domicile-travail des femmes sont plus courts que ceux des hommes et la distance de ces trajets augmente en allant de Paris vers la grande couronne.

Par ailleurs, les trajets des travailleurs des ménages bi-actifs sont plus longs que ceux des travailleurs des ménages mono-actifs, quelque soit le sexe et la couronne de résidence.

### 3.4.2 Statistiques relatives aux caractéristiques des ménages

Les statistiques descriptives relatives à la répartition des ménages entre mono-actifs et bi-actif, à la taille des ménages, au revenu, au statut d'occupation du logement et au nombre de véhicules par ménage sont présentées dans le Tableau 2. Elles sont ventilées par type de ménage et par couronne de résidence.

Sur l'ensemble de la région, la part des ménages mono-actifs est supérieure à celle des ménages bi-actifs<sup>18</sup>. La ventilation par couronne de résidence fait apparaître que cela n'est vrai que dans Paris. Dans la petite couronne les ménages mono-actifs représentent 44.85% et dans la grande couronne leur part n'est que de 36.78%.

Pour ce qui est de la taille des ménages, celle des mono-actifs est plus petite que celle des bi-actifs. Cela peut s'expliquer par le coût très élevé du logement en Ile-de-France, chose qui réduit les possibilités des ménages mono-actifs de posséder les moyens financiers suffisants pour acquérir ou louer des logements suffisamment spacieux pour accueillir plusieurs enfants<sup>19</sup>. Cette intuition est renforcée par le fait que la taille des ménages dans la petite et la grande couronne est nettement plus grande qu'à Paris.

Concernant les revenus, ceux des ménages bi-actifs sont supérieurs à ceux des ménages mono-actifs quelque soit la couronne de résidence. Par ailleurs, les revenus des ménages qui résident à Paris sont supérieurs à ceux des résidents en banlieue où, en moyenne,

---

18. L'ensemble de la population ici est formé uniquement des ménages mono-actifs et bi-actifs.

19. Nous avons exclu ici les ménages mono-actifs composés d'une seule personne.

les revenus des ménages de la petite couronne sont inférieurs à ceux des ménages de la grande couronne.

Au sujet du statut d'occupation, la part des propriétaires est nettement plus élevée chez les ménages bi-actifs que chez les ménages mono-actifs, et ce quelque soit la couronne de résidence. Par ailleurs, à Paris, la part des propriétaires est plus grande que dans la banlieue et dans celle-ci, la part des propriétaires est plus grande dans la grande couronne que dans la petite. Notons que la petite couronne contient le département de la Seine-St-Denis (93) dans lequel règne un taux de pauvreté très élevé et où les logements sociaux sont nombreux. Ceci tire vers le bas les statistiques relatives au revenu des ménages et à leur statut de propriétaire dans la petite couronne.

Pour ce qui est du nombre de voitures à la disposition du ménage, les ménages bi-actifs sont plus motorisés que les ménages mono-actifs, le taux de motorisation augmentant en allant de Paris vers la grande couronne.

Enfin, concernant la possession d'un abonnement de transports publics, les travailleurs des ménages bi-actifs sont moins souvent abonnés que les travailleurs des ménages mono-actifs et le taux d'abonnement diminue en allant de Paris vers la grande couronne.

Les statistiques relatives au nombre de véhicules dans le ménage et à la possession d'un abonnement de transports publics peuvent s'expliquer par le fait que l'offre de transport public est plus dense à Paris qu'en Banlieue et que la structure des métros et des trains de banlieue franciliens est radiale, chose qui rend les déplacements de banlieue à banlieue en transports publics très coûteux en temps.

TABLEAU 3.2 – Statistiques descriptives relatives à quelques caractéristiques des ménages ventilées par type de ménage et par couronne de résidence

	Région		Paris		Petite Couronne		Grande Couronne	
	Mono-actifs	Bi-actifs	Mono-actifs	Bi-actifs	Mono-actifs	Bi-actifs	Mono-actifs	Bi-actifs
<b>Part de ménages mono-actifs et bi-actifs</b>								
	54,5	45,5	51,49	48,51	44,85	55,15	36,78	63,22
<b>Taille moyenne des ménages</b>								
	3.01	3.40	3.02	3.25	3.24	3.41	3.25	3.43
<b>Parts de ménages par tranches de revenus mensuels en euro</b>								
< 1600	26.53	2.47	14.5	2.20	30.11	2.78	24.44	2.31
1600 - 3000	49.94	23.80	35.22	11.29	42.50	28.32	46.03	23.45
3000 <	23.47	73.74	50.43	86.51	27.39	68.90	29.53	74.24
<b>Parts de propriétaires et de locataires</b>								
Locataires	37.49	20.64	24.78	14.37	44.63	28.56	34.32	16.61
Propriétaires	62.51	79.36	75.22	85.63	55.37	71.44	65.58	83.39
<b>Parts de ménages sans véhicule, avec 1 et 2 véhicules ou plus</b>								
Aucun	24.67	9.21	49.57	36.95	30.46	9.85	13.85	2.70
1 véhicule	54.06	43.15	44.35	55.13	54.07	56.55	56.31	31.38
2 ou plus	21.27	47.64	6.09	7.92	15.47	33.60	29.84	65.92
<b>Abonnement Transports publics</b>								
Non	53.41	59.93	31.22	37.24	49.19	54.24	66.32	68.78
Oui	46.59	40.07	68.78	62.76	50.81	45.76	33.68	31.22

## 3.5 Résultats

Dans cette section nous présentons les résultats de toutes les estimations réalisées mais nous commentons uniquement ceux obtenus après instrumentation. L'objectif ici est de montrer les différences entre les estimateurs obtenus et non de s'attarder sur les biais d'estimation engendrés par une mauvaise spécification et sur les recommandations de politiques publiques, au mieux inefficaces et au pire contre-productives, qui en découlent.

### 3.5.1 Distance des trajets domicile-travail

Toutes les variables quantitatives, mis à part l'âge, sont log-transformées. Les coefficients qui leurs sont relatifs s'interprètent donc comme des élasticités. Les tests d'endogénéité et de sur-identification sont présentés en annexe.

Dans toutes les régressions, les coefficients relatifs à la couronne de résidence, aux accessibilités et à l'âge du travailleur sont conformes aux attentes. Par ailleurs, le coefficient associé au sexe indique que les femmes se déplacent moins loin que les hommes et ce quelque soit le type de ménage.

#### **Ensemble des travailleurs et travailleurs des ménages mono-actifs**

Le Tableau 3 présente les résultats des régressions effectuées sur l'ensemble des travailleurs et le Tableau 4 ceux des régressions effectuées sur les travailleurs des ménages mono-actifs.

Les résultats montrent que les locataires du secteurs social sont ceux qui se déplacent le moins loin, suivis des locataires du secteur privé, puis des propriétaires puis des accédant à la propriété.

La distance domicile-travail augmente avec le revenu et diminue si le travailleur passe d'un contrat à temps complet à un contrat à temps partiel.

La possession du permis de conduire, d'un abonnement de transports publics<sup>20</sup> et d'un ou de plusieurs véhicules privés favorisent l'augmentation de la distance domicile-travail.

Enfin, la régression sur l'ensemble des travailleurs montre que, toutes les choses égales par ailleurs, les travailleurs des ménages bi-actifs ont des trajets domicile-travail moins longs que ceux des travailleurs des ménages mono-actifs. Ce résultat est identique à celui de Surprenant-Legault et al. (2013) consacré au travailleurs résidant dans Montréal et ses environs. Il peut s'expliquer par le fait que les ménages bi-actifs disposent de moins de temps à consacrer au loisir et de ce fait, la valeur qu'ils lui attribuent est suffisamment élevée pour faire en sorte de minimiser le temps consacré aux transports, d'autant qu'en Ile-de-France, c'est au sein de ces ménages que la probabilité d'avoir des enfants est la plus élevée.

Ce résultat reste valable même en retirant les travailleurs sans conjoint et sans enfants de l'échantillon de régression.

---

20. Le coefficient relatif à la possession d'un abonnement de transports public n'est pas significatif dans le cas des travailleurs des ménages mono-actifs.

TABLEAU 3.3 – Régression sur la distance domicile-travail de tous les travailleurs

	MCO		Variable instrumentale	
	Estimateur	Ecart type	Estimateur	Ecart type
<b>Constante</b>	11.59	7.05	22.14***	6.11
<b>Couronne de Résidence</b>				
Grande couronne	0.44***	0.05	0.45***	0.04
Petite couronne	0.14***	0.04	0.16***	0.03
Paris			Ref	
<b>Sexe</b>				
Femme	-0.40***	0.02	-0.33***	0.02
Homme	Ref		Ref	
<b>Statut d'occupation du logement</b>				
Propriétaire accédant	0.20***	0.04	0.20***	0.03
Locataire privé	0.09**	0.04	0.06**	0.03
Propriétaire	0.12***	0.04	0.10**	0.03
Locataire social			Ref	
<b>Revenu</b>				
Plus de 3000	0.15**	0.06	0.22***	0.04
Entre 1600 et 3000	0.11**	0.05	0.17***	0.03
Moins de 1600			Ref	
<b>Type de contrat</b>				
Temps partiel	-0.09**	0.04	-0.08**	0.04
Temps complet			Ref	
<b>Enfant dans le ménage</b>				
Oui	-0.02	0.03	-0.03	0.02
Non			Ref	
<b>Possession du permis</b>				
Non	-0.19***	0.04	-0.12***	0.03
Oui			Ref	
<b>Possession d'un Abonnement TC</b>				
Non	-0.76***	0.03	-1.08***	0.14
Oui			Ref	
<b>Véhicules dans le ménage</b>				
2 ou plus	0.42***	0.05	0.34***	0.09
1	0.14***	0.04	-0.17	0.18
Aucun			Ref	
<b>Log accessibilité résidence</b>	-54.46***	2.55	-51.86***	2.23
<b>Log accessibilité Lieu de travail</b>	50.62***	2.47	43.98***	2.05
<b>Age</b>	0.01	0.01	0.02***	0.009
<b>Age au carré</b>	-0.0003**	0.0001	-0.0004	0
<b>Ménage Bi-actif</b>				
Oui	-0.12***	0.03	-0.17***	0.03
Non			Ref	

TABLEAU 3.4 – Régression sur la distance domicile-travail des travailleurs membres de ménages mono-actifs

	MCO		Variable instrumentale	
	Estimateur	Ecart type	Estimateur	Ecart type
<b>Constante</b>	31.64***	10.00	33.85***	10.29
<b>Couronne de Résidence</b>				
Grande couronne	0.45***	0.07	0.47***	0.07
Petite couronne	0.16***	0.05	0.17***	0.05
Paris			Ref	
<b>Sexe</b>				
Femme	-0.25***	0.03	-0.25***	0.03
Homme			Ref	
<b>Statut d'occupation du logement</b>				
Propriétaire accédant	0.23***	0.05	0.24***	0.05
Locataire privé	0.10**	0.04	0.11**	0.05
Propriétaire	0.10**	0.05	0.11**	0.05
Locataire social			Ref	
<b>Revenu</b>				
Plus de 3000	0.27***	0.05	0.28***	0.06
Entre 1600 et 3000	0.19***	0.04	0.20***	0.04
Moins de 1600			Ref	
<b>Type de contrat</b>				
Temps partiel	-0.11	0.07	-0.12*	0.07
Temps complet			Ref	
<b>Enfant dans le ménage</b>				
Oui	-0.05	0.03	-0.04	0.04
Non			Ref	
<b>Possession d'un Abonnement TC</b>				
Non	-0.89	0.04	-1.02	0.64
Oui			Ref	
<b>Véhicules dans le ménage</b>				
2 ou plus	0.58***	0.07	0.44***	0.11
1	0.41***	0.04	0.001	0.20
Aucun			Ref	
<b>Log accessibilité résidence</b>	-45.76***	3.73	-46.02***	3.90
<b>Log accessibilité Lieu de travail</b>	33.98***	3.33	33.49***	3.34
<b>Age</b>	0.028**	0.01310649	0.02**	0.01
<b>Age au carré</b>	-0.0004***	0.0001	-0.0004	0

**Travailleurs des ménages bi-actifs**

Le Tableau 5 contient les résultats de la régression effectuée sur l'ensemble des travailleurs des ménages bi-actifs sans tenir compte de l'appartenance de deux conjoints au même ménage et les Tableaux 6 et 7 contiennent les résultats des régressions des systèmes d'équations simultanées.

Les résultats figurant sur le Tableau 5 montrent que, contrairement à la distance domicile-travail des travailleurs des ménages mono-actifs, celle des travailleurs des ménages bi-actifs n'est affectée ni par le revenu du ménage, ni par le type du contrat de travail, ni même par le nombre de véhicules à disposition.

Par ailleurs, les travailleurs des ménages bi-actifs sont moins sensibles que les travailleurs des ménages mono-actifs au statut d'occupation du logement, le coefficient relatif à accédant à la propriété étant le seul statistiquement significatif.

La mise en parallèle des résultats des Tableaux 4 et 5 permet une comparaison sommaire de la sensibilité des distances domicile-travail des travailleurs des deux types de ménages aux différents paramètres. Premièrement, la différence entre la portée des trajets entre les travailleurs résidant dans Paris et ceux qui résident en banlieue est plus importante chez les travailleurs des ménages mono-actifs que chez les travailleurs des ménages bi-actifs. Deuxièmement, le coefficient relatif au sexe est en valeur absolue plus grand pour les travailleurs des ménages bi-actifs. Ceci indique que les femmes membres d'un ménage bi-actif se déplacent moins loin que les femmes membres d'un ménage mono-actif. Enfin, les travailleurs des ménages bi-actifs sont plus sensibles à l'accessibilité aux emplois du lieu de résidence et du lieu de travail que les travailleurs des ménages mono-actifs.

Par ailleurs, dans la régression relatives à l'ensemble des ménages bi-actifs, le coefficient relatif à la distance domicile-travail du conjoint est positif et statistiquement significatif, ce qui indique que les trajets domicile-travail des deux conjoints sont

complémentaires.

Les résultats obtenus par les régressions des systèmes d'équations simultanées apportent des précisions importantes sur les différences de sensibilité et sur les compromis consentis par chacun des conjoints dans les ménages bi-actifs<sup>21</sup>. Premièrement, la présence d'un enfant dans le ménage impacte positivement la distance domicile-travail de la femme mais n'a aucun impact sur celle de l'homme<sup>22</sup>. Deuxièmement, les femmes sont plus sensibles à la possession d'un abonnement de transports publics et au nombre de véhicules dans le ménage que les hommes. Le coefficient relatif au nombre de véhicules n'est d'ailleurs pas significatif pour les hommes. Troisièmement, la distance domicile-travail des hommes est positivement impactée par le revenu du ménage tandis que le revenu n'a aucun impact sur les distances parcourues par les femmes. Ceci va dans le sens de l'insensibilité du salaire donné aux femmes à la longueur de leurs trajets domicile-travail montrée dans la littérature. Quatrièmement, les femmes membres d'un ménage accédant à la propriété se déplacent plus loin que celles qui font partie d'un ménage avec un autre statut d'occupation du logement. Concernant les hommes, le statut d'occupation du logement n'a aucun impact sur la distance domicile-travail qu'ils parcourent. Enfin, et ce n'est pas le moins important, les femmes adaptent la longueur de leurs trajets à celle de leurs conjoints mais pas les hommes. Ce résultat n'apparaît qu'après le recours à la méthode des 3SLS, la méthode SURE donnant un résultat qui indique que les deux membres adaptent la longueur de leurs trajets.

### 3.5.2 La somme des distances domicile-travail des travailleurs des ménages bi-actifs

Les résultats relatifs à la régression sur la somme des distances domicile-travail dans les ménages bi-actifs sont présentés dans le Tableau 8. Ils montrent que celle-ci

21. Nous considérons ici uniquement les ménages bi-actifs dont les conjoints sont de sexes différents.

22. Nous avons effectué un certain nombre de tests. Nous choisissons de présenter uniquement les résultats qui nous paraissent pertinents.

TABLEAU 3.5 – Régression sur la distance domicile-travail des travailleurs des ménages bi-actifs

	MCO		Variable instrumentale	
	Estimateur	Ecart type	Estimateur	Ecart type
<b>Constante</b>	3.77***	8.07	6.22	7.97
<b>Couronne de Résidence</b>				
Grande couronne	0.32***	0.06	0.36***	0.06
Petite couronne	0.08	0.05	0.13**	0.05
Paris			Ref	
<b>Sexe</b>				
Femme	-0.45***	0.03	-0.43***	0.03
Homme			Ref	
<b>Statut d'occupation du logement</b>				
Propriétaire accédant	0.10**	0.04	0.11***	0.04
Locataire privé	0.02	0.05	-0.007	0.04
Propriétaire	0.07	0.05	0.08	0.05
Locataire social			Ref	
<b>Revenu</b>				
Plus de 3000	0.13	0.10	0.12	0.10
Entre 1600 et 3000	0.11	0.10	0.09	0.10
Moins de 1600			Ref	
<b>Type de contrat</b>				
Temps partiel	-0.06	0.05	-0.03	0.05
Temps complet			Ref	
<b>Enfant dans le ménage</b>				
Oui	-0.03	0.03	-0.03	0.03
Non			Ref	
<b>Possession du permis</b>				
Non	-0.19***	0.05	-0.19***	0.05
Oui			Ref	
<b>Possession d'un Abonnement TC</b>				
Non	-0.73***	0.03	-1.06***	0.14
Oui			Ref	
<b>Véhicules dans le ménage</b>				
2 ou plus	0.36***	0.07	0.17	0.13
1	0.07	0.06	-0.35	0.25
Aucun			Ref	
<b>Log accessibilité résidence</b>	-51.87***	2.90	-51.65***	2.88
<b>Log accessibilité Lieu de travail</b>	50.85***	2.85	49.90***	2.68
<b>Age</b>	0.03**	0.01	0.03**	0.01
<b>Age au carré</b>	-0.0005***	0.0001	-0.0005	0
<b>Log distance du conjoint</b>	0.15***	0.01	0.14***	0.01

TABLEAU 3.6 – Distance domicile-travail des travailleurs des ménages bi-actifs - Méthode SURE

	Hommes		Femmes	
	Estimateur	Ecart type	Estimateur	Ecart type
<b>Constante</b>	32.96***	11.05	-58.30***	9.88
<b>Couronne de Résidence</b>				
Grande couronne	0.28***	0.08		
Petite couronne	0.04	0.07		
Paris			Ref	
<b>Statut d'occupation du logement</b>				
Propriétaire accédant			0.35***	0.06
Locataire privé			0.13*	0.07
Propriétaire			0.12*	0.07
Locataire social			Ref	
<b>Revenu</b>				
Plus de 3000	0.25*	0.15		
Entre 1600 et 3000	0.18	0.15		
Moins de 1600			Ref	
<b>Enfant dans le ménage</b>				
Oui			0.003**	0.001
Non			Ref	
<b>Possession d'un Abonnement TC</b>				
Non	-0.49**	0.04	-0.86***	0.05
Oui			Ref	
<b>Véhicules dans le ménage</b>				
2 ou plus	0.40***	0.09	0.60***	0.09
1	0.28***	0.08	0.01	0.09
Aucun			Ref	
<b>Log accessibilité résidence</b>	-43.50***	3.78		
<b>Log accessibilité Lieu de travail</b>	30.65***	3.69	22.74***	3.80
<b>Age</b>	0.07***	0.01		
<b>Age au carré</b>	-0.001***	0.0002		
<b>Log distance du conjoint</b>	0.30***	0.01	0.48***	0.02

TABLEAU 3.7 – Distance domicile-travail des travailleurs des ménages bi-actifs - Méthode 3SLS

	Homme		Femme	
	Estimateur	Ecart type	Estimateur	Ecart type
<b>Constante</b>	11.04	11.91	-124.53***	19.61
<b>Couronne de Résidence</b>				
Grande couronne	0.51***	0.09		
Petite couronne	0.13	0.08		
Paris			Ref	
<b>Statut d'occupation du logement</b>				
Propriétaire accédant			0.36**	0.15
Locataire privé			0.15	0.16
Propriétaire			0.03	0.19
Locataire social			Ref	
<b>Revenu</b>				
Plus de 3000	0.40**	0.16		
Entre 1600 et 3000	0.26	0.16		
Moins de 1600			Ref	
<b>Enfant dans le ménage</b>				
Oui			0.005*	0.003
Non			Ref	
<b>Possession d'un Abonnement TC</b>				
Non	-0.72*	0.40	-5.02**	2.52
Oui			Ref	
<b>Véhicules dans le ménage</b>				
2 ou plus	0.43	0.41	3.68***	1.83
1	-0.11	0.47	0.98	1.39
Aucun			Ref	
<b>Log accessibilité résidence</b>	-54.31***	4.38		
<b>Log accessibilité Lieu de travail</b>	50.36***	3.75	48.07***	7.53
<b>Age</b>	0.06***	0.02		
<b>Age au carré</b>	-0.0009***	0.0002		
<b>Log distance du conjoint</b>	-0.14	0.13	0.97*	0.54

augmente en allant de Paris vers la grande couronne, qu'elle est plus faible chez les locataires que chez les propriétaires<sup>23</sup> et qu'elle n'est impactée ni par le revenu, ni par la présence d'enfants dans le ménage, ni même par le nombre de véhicules disponibles.

Concernant les abonnements de transports publics, les ménages dont les deux conjoints en possèdent sont ceux qui se caractérisent par la somme des distances domicile-travail la plus élevée, suivis des ménages où un seul conjoint en possède, puis des ménages dans lesquels aucun n'en possède.

Pour ce qui est de l'accessibilité aux emplois du lieu de résidence et des lieux de travail, leurs impacts sont conformes aux attentes avec une plus grande sensibilité au lieu de travail de la femme.

En fin, concernant les variables relatives à la configuration spatiale du triangle LT1-DOM-LT2, le coefficient relatif à l'écart entre la plus grande et la plus petite distance domicile-travail au sein des ménages bi-actifs est 0.33. Cela indique que lorsque cette différence augmente de 1%, la somme des distances domicile-travail des ménages augmente seulement de 0.33%. Puisque ce chiffre est inférieur à 1, cela indique que lorsque le trajet du conjoint qui se déplace le plus loin augmente d'un certain pourcentage, celui de son conjoint augmente d'un pourcentage qui lui est inférieur. Cela confirme le fait que les trajets des deux conjoints sont complémentaires et que l'un des conjoints adapte ses trajets à ceux de l'autre.

Pour ce qui est de l'angle LT1-DOM-LT2, le coefficient qui lui est relatif est non significatif. Ceci suggère que les ménages bi-actifs en région parisienne n'ont pas recours à des stratégies de choix de localisation pour faire baisser la somme des distances parcourues<sup>24</sup>. Ce résultat n'apparaît qu'après instrumentation et peut s'expliquer, compte tenu du dynamisme économique de l'IDF, par la saturation du marché immobilier de la région.

---

23. La somme des distances domicile-travail des locataires du secteur libre est plus élevée que celle des locataires du secteur social et celle des accédants est plus élevée que celle des propriétaires.

24. La distribution des angles LT1-DOM-LT2 est disponible en annexe.

TABLEAU 3.8 – Somme des distances domicile-travail

	MCO		Variable instrumentale	
	Estimateur	Ecart type	Estimateur	Ecart type
<b>Constante</b>	23.03***	6.83	24.70***	7.27
<b>Couronne de Résidence</b>				
Grande couronne	0.30***	0.05	0.30***	0.05
Petite couronne	0.09**	0.04	0.11**	0.04
Paris			Ref	
<b>Statut d'occupation du logement</b>				
Propriétaire accédant	0.18***	0.03	0.17***	0.03
Locataire privé	0.09**	0.03	0.10**	0.04
Propriétaire	0.19***	0.03	0.18***	0.043681
Locataire social			Ref	
<b>Possession d'un Abonnement TC</b>				
Aucun	-0.61***	0.03	-1.12***	0.20
Un des deux conjoints	-0.29***	0.03	-0.50***	0.09
Les deux conjoints			Ref	
<b>Véhicules dans le ménage</b>				
2 ou plus	0.33***	0.05	0.16	0.12
1	0.10**	0.04	-0.24***	0.22
Aucun			Ref	
<b>Log accessibilité résidence</b>	-46.80***	2.37	-47.34***	2.57
<b>Log accessibilité Lieu de travail 1</b>	12.23***	2.07	13.39***	2.14
<b>Log accessibilité Lieu de travail 2</b>	26.42***	2.24	25.42***	2.32
<b>Age moyen</b>	0.006	0.011	-0.002	0.01
<b>Age moyen au carré</b>	-0.0001	0.0001	-0.00007	0
<b>Log différence des distances dom-tr</b>	0.35***	0.01	0.33***	0.01
<b>Logit angle LT1-DOM-LT2</b>	-0.04***	0.006	-0.07	0.06

## 3.6 Conclusion

La littérature empirique qui traite des trajets domicile-travail des travailleurs des ménages bi-actifs foisonne de conclusions qui vont dans des sens opposés. Cela s'explique non seulement par le fait que chaque ville possède ses propres aménités, ses propres lieux d'intérêt et son propre héritage historique, mais aussi par le recours à des techniques d'estimation économétriques trop simples qui ne traitent pas les problèmes d'endogénéité pouvant générer des résultats biaisés.

Dans ce chapitre, nous explorons le cas des ménages bi-actifs résidant en région parisienne. Les différents tests d'endogénéité révèlent son existence et de ce fait, nous la traitons tantôt via la méthode de la variable instrumentale tantôt via la méthode des 3SLS.

Les résultats obtenus montrent que les trajets des travailleurs des ménages bi-actifs sont plus courts que ceux des travailleurs des ménages mono-actifs, que les femmes sont impactées par la présence d'enfants dans le ménage et pas les hommes et que ce sont elles qui adaptent leurs trajets à ceux des hommes et non l'inverse.

Par ailleurs, la non significativité du coefficient relatif à l'angle  $LT1-DOM-LT2$  montre que les ménages bi-actifs en région parisienne n'ont pas recours à des stratégies de choix de localisation pour faire baisser la somme des distances domicile-travail parcourues.

Pour conclure, notons quelques limites à ce travail. Premièrement, la base de données ne nous renseigne pas sur le moyen de transport utilisé habituellement pour effectuer le trajet domicile-travail mais nous renseigne uniquement sur le moyen utilisé pour effectuer le trajet le jour de l'enquête. Deuxièmement, les distances domicile-travail dont nous disposons sont en réalité des distances euclidiennes. Nous aurions aimé avoir les distances réelles parcourues d'une part parce que la géographie de la région parisienne n'est pas uniforme et de l'autre parce que cela nous aurait permis de contrôler pour la circuité

des trajets<sup>25</sup>. Concernant les caractéristiques des logements nous ne disposons pas d'informations assez détaillées pour bien appréhender l'arbitrage entre l'éloignement du lieu de travail et la qualité du logement. Enfin, pour ce qui est des revenus des ménages, nous ne disposons que des tranches chose qui est problématique quand on cherche à contrôler pour la relation entre la distance domicile-travail et les salaires des travailleurs.

Cependant, les résultats que nous présentons ici restent robustes et suffisamment fiables pour que des enseignements relatifs à la région parisienne pertinents et constructifs en soient tirés.

---

25. La circuité ici est au sens de la différence entre la distance parcourue pour aller d'un point A à un point B et la distance euclidienne entre ces points.

## 3.A Annexe

### 3.A.1 Tests d'endogénéité et efficacité des instruments

TABLEAU 3.9 – Test d'endogénéité

H0 : Absence d'endogénéité			
Variable	Type de test	Valeur de la stat	P-value
Nombre de véhicules	Wald	0.00	1
Abonnement TC	Wald	0.00	1

TABLEAU 3.10 – Orthogonalité des instruments

H0 : Orthogonalité des éventuels l'instruments		
Instrument éventuel	Statistique	P-value
Log surface	1.82	<0.17
Diplôme	0.05	0.89
Paiement parking domicile	1.68	0.19
Contrat du conjoint	2.14	0.14
Type de logement	2.02	0.13
Log loyer hors charge	4.02	0.05
Abonnement Vélo	9.49	0.002

TABLEAU 3.11 – Efficacité de l'instrumentation de la possession d'un abonnement TC

	Estimateur	Écart type
<b>Constante</b>	1.18***	0.11
<b>Log de surface</b>	-0.50***	0.02
<b>Études</b>		
Pas le Bac	-0.10**	0.04
Bac +2	0.06	0.04
Bac +3 et plus	0.18***	0.04
Bac	Ref	

TABLEAU 3.12 – Efficacité de l'instrumentation de la possession de voitures

	Estimateur	Écart type
<b>Constante</b>	0.19***	0.02
<b>Logement collectif</b>	-0.11***	0.02
<b>Logement individuel</b>		Ref
<b>Parking domicile</b>		
Oui - ne connaît pas le montant exacte	-0.61***	0.23
Non - Montant inclu dans les charges	-0.35***	
N'en paie pas		Ref

TABLEAU 3.13 – Test d'endogénéité du logit LT1-DOM-LT2

H0 : exogénéité de la variable			
Variable	Type de test	Statistic de test	P-value
Logit angle LT1-DOM-LT2	Wald	87469	<.0001

TABLEAU 3.14 – Efficacité de l'instrumentation de la possession d'un abonnement TC

	Estimateur	Écart type
<b>Constante</b>	0.15***	0.03
<b>Homme diplômé du supérieur</b>		
Non	-0.24***	0.05
Oui		Ref
<b>Femme diplômée du supérieur</b>		
Non	0.07	0.05
Oui		Ref

TABLEAU 3.15 – Efficacité de l'instrumentation de la variable possession d'un véhicule

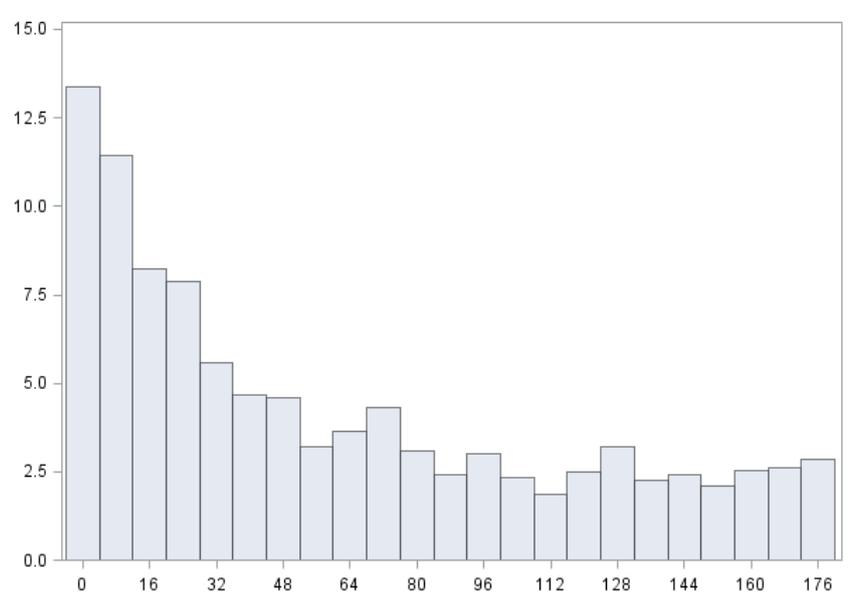
	Estimateur	Écart type
<b>Constante</b>	0.05***	0.03
<b>Type de logement</b>		
Logement collectif	0.31***	0.05
Logement individuel		Ref
<b>Parking domicile</b>		
Oui - ne connaît pas le montant exacte	-0.90	0.17
Non - Montant inclu dans les charges	-0.27***	0.05
N'en paie pas		Ref

TABLEAU 3.16 – Efficacité de l'instrumentation de la variable angle LT1-DOM-LT2

	Estimateur	Ecart type
<b>Constante</b>	1.28**	0.52
<b>Log surface du logement</b>	-0.55***	0.11

### 3.A.2 Distribution de l'angle LT1-DOM-LT2

GRAPHIQUE 3.1 – Distribution de l'angle LT1-DOM-LT2





# Conclusion générale

Ce travail de thèse explore, à travers des contributions théoriques novatrices et des contributions empiriques rigoureuses, quelques facettes du rôle des infrastructures de transport urbain dans la fluidification des frictions du marché du travail, causées par la dissociation spatiale entre les lieux de résidence et les opportunités d'emploi.

Cette thèse est construite en trois chapitres. Dans le premier, nous construisons, en recourant à un modèle de recherche d'emploi spatial et micro-fondé, une série de fonctions d'appariement spatiales entre les travailleurs au chômage et les postes vacants. Ces fonctions tiennent compte de la dimension spatiale de la recherche d'emploi, dépendent des paramètres de l'infrastructure de transport et ne sont pas conditionnées par la structure de la ville dans laquelle l'appariement se déroule. De ce fait, elles peuvent servir de base pour mieux fonder les modèles économétriques estimés pour évaluer l'impact d'un changement dans les paramètres de l'infrastructure de transport sur les niveaux de dissociation entre les postes vacants et les travailleurs au chômage, aussi bien au niveau global qu'aux niveaux locaux.

Les résultats obtenus dans ce chapitre montrent qu'une amélioration de la qualité des infrastructures de transport mène à un meilleur appariement entre les travailleurs et les postes vacants et que cela conduit à ce qu'à l'équilibre du marché du travail, la configuration emploi-chômage qui émerge soit plus favorable.

Le travail entrepris dans ce chapitre peut être prolongé dans différentes directions.

Il peut notamment servir de base pour formaliser le rôle de l'accessibilité des lieux de résidence dans la formation des salaires de réserve des travailleurs et leurs conséquences en terme d'employabilité. Il peut également constituer un point de départ pour la modélisation des choix des lieux de résidence des travailleurs arbitrant entre prix du logement et accessibilité aux opportunités d'emploi et la modélisation des choix de localisation des firmes arbitrant entre prix du foncier et proximité géographique à l'offre de travail.

Le second chapitre de cette thèse tient son importance du fait que nous y présentons un outil d'évaluation de politiques publiques novateur, utilisé ici pour prédire l'une des conséquences du projet du Grand Paris, mais qui peut être utilisé dans d'autres contextes et pour d'autres régions.

Le travail entrepris dans ce chapitre consiste en la mesure du niveau de dissociation entre les travailleurs et les emplois en IDF et en l'exploration de l'impact de l'accessibilité aux emplois sur les taux de chômage locaux de la région. Pour ce faire, nous calculons, en nous basant sur une formulation proche de celle d'un modèle gravitaire, des indices d'accessibilité aux emplois originaux et plus pertinents que les ratios d'emplois disponibles à une distance ou à une durée de déplacement données, actuellement utilisés dans la littérature.

La plus grande pertinence des indices que nous présentons et utilisons dans ce chapitre vient du fait qu'ils sont estimés via une méthode économétrique semi-paramétrique qui prend en considération différentes durées de déplacement. De ce fait, ils ne souffrent pas du principal problème d'effet de seuil dont souffrent les indices utilisés dans la littérature, à savoir considérer toutes les opportunités d'emplois situées en dehors d'un certain périmètre ou au-delà d'une certaine durée de déplacement comme inexistantes.

Le travail effectué dans ce chapitre présente un second aspect novateur qui, à nos yeux,

revêt la même importance que le premier. Il s'agit de la considération de la concurrence spatiale des travailleurs pour les emplois. Celle-ci est prise en compte à travers le calcul d'un certains nombre indices de concurrence pour les emplois. Cette idée nous est venue à l'esprit après avoir constaté qu'en IDF, il existe des zones dont les résidents jouissent d'une très bonne accessibilité aux emplois mais dans lesquelles les taux de chômage sont très élevés.

Les indices d'accessibilité et de concurrence calculés sont utilisés comme explicatives dans l'estimation de modèles issus de l'économétrie spatiale. Le recours à ces techniques d'estimation se justifie par l'existence d'une forte auto-corrélation spatiale des taux de chômage dans les zones qui composent l'IDF. Une fois obtenus, les résultats de nos estimations sont utilisés pour évaluer l'impact de la mise en service du GPE sur les taux de chômage locaux. Les principaux résultats des estimations font état du fait que l'accessibilité aux emplois par travailleur impacte négativement les taux de chômeurs locaux et que la concurrence pour les emplois les impacte négativement. Pour ce qui est de l'apport du GPE, les résultats montrent que sa mise en service est susceptible de réduire le taux de chômage moyen dans la région de trois points.

Enfin, le troisième chapitre se concentre sur une facette de la dissociation résidence-lieux de travail jamais examinée pour la France, à savoir l'exploration des déterminants des distances domicile-travail parcourues par les travailleurs membres des ménages bi-actifs. L'intérêt de ce chapitre réside dans le fait que la part de ces ménages est en constante augmentation et compte tenu de la différence de leur demande de transport par rapport aux travailleurs des ménages mon-actifs, il est nécessaire de prendre en considération les déterminants de leurs choix de déplacement dans l'élaboration des politiques d'aménagement du territoire futures.

Le travail entrepris dans ce chapitre présente deux originalités méthodologiques : la première consiste en l'inclusion de variables jusque là jamais considérées dans l'étude des

trajets domicile-travail des ménages bi-actifs et la seconde en le traitement des problèmes d'endogénéité en recourant à la méthode des variables instrumentales et à la méthodes des 3SLS.

Les résultats principaux obtenus montrent qu'en IDF, toutes les choses égales par ailleurs, les trajets des travailleurs des ménages bi-actifs sont plus courts que ceux de leurs homologues dans les ménages mono-actifs, que les femmes adaptent la longueur de leurs trajets à celle de leurs conjoints hommes et que les ménages bi-actifs ne choisissent pas leur lieux de résidence et leurs lieux de travail de façon à minimiser la sommes des distances domicile-travail parcourues.

Le travail effectué dans ce chapitre peut être complété si un accès à des données relatives aux caractéristiques des logements, à leurs prix et aux salaires des membres actifs qui y résident nous parviennent. Dans ce cas, nous pourrions proposer des extensions aux modèles théoriques existant dans la littérature et traitant des arbitrages et des négociations par rapport au choix de localisation résidentiels au sein des ménages bi-actifs et nous pourrions nous appuyer sur ces extensions pour estimer des modèles économétriques relatifs à la région IDF.

Le travail réalisé dans cette thèse ouvre la porte à une série de travaux à venir. Sur le plan théorique, il convient de se pencher sur la littérature traitant de la valeur du temps et d'en adapter un ou plusieurs modèles de façon à examiner l'impact du GPE sur le consommation des ménages et son influence sur les firmes locales. Pour ce qui est des travaux empiriques, il est déjà envisagé d'étudier la conséquence du GPE en terme de report modal du véhicule privé vers les transports publics et d'analyser le rapport entre accessibilité au lieux de travail et rémunération des travailleurs. Le travail sur ce dernier point a déjà été entamé et sa dimension théorique déjà bouclée.

# Références bibliographiques

1. Alban, T. (2000) *Econométrie des Variables Qualitatives*, Dunod.
2. Amemiya, T., (1985) *Advanced Econometrics*, Harvard University Press.
3. Amemiya, T., (1981) *Qualitative Response Models : A Survey*, *Journal of Economic Literature*, Vol. 19, No. 4, pp. 481-536.
4. Anselin, L., (1988a) *Spatial Econometrics : Methods and Models*, Kluwer Academic, Dordrecht.
5. Anselin, L., (1988b) *Lagrange Multiplier Test Diagnostics for Spatial Dependence and Spatial Heterogeneity*, *Geographical Analysis*, Vol. 20, pp. 1-17.
6. Anselin, L., Bera, A., K., Florax, R., Yoon, M., J., (1996) *Simple Diagnostic Tests for Spatial Dependence*, *Regional Science and Urban Economics*, Vol. 26, pp. 77-104.
7. Aslund, O., Osth, J., Zenou, Y., (2010) *How crucial is distance to jobs for ethnic minorities ? Old question – Improved answer*, *Journal of Economic Geography* 10(3) pp. 389-422.
8. Ben-Akiva, M., Lerman, S. R., (1987) *Discrete Choice Analysis Theory and Application to Travel Demand*, The MIT Press  
Brueckner, J., K., Martin, R., W., (1997) *Spatial mismatch : An equilibrium analysis*, *Regional Science and urban economics* 27.
9. Brueckner, J., K., Martin, R., W., (1997) *Spatial mismatch : An equilibrium analysis*, *Regional Science and urban economics* 27

10. Brueckner, J., K., Zenou, Y. (2003) Space and unemployment : the labor-market effects of spatial mismatch, *Journal of Labor Economics*, 21, pp. 242–266.
11. Brun, J., Fagnani, J., (1994) Lifestyles and locational choices - Trade-offs and compromises : A case-study of Middle-class couples living in the Ile-de-France Region, *Urban Studies*, Vol. 31, No. 6, pp. 921-934.
12. Chapple, K., Weinerberger, R., (2000) Is shorter better? An analysis of gender, race, and industrial segmentation in San Fransisco bay area commuting patterns. University of California, Berkeley
13. Clark, W.A.V., Huang, Y.Q., Withers, S.D. (2003), Does commuting distance matter? Commuting tolerance and residential change, *Regional Science and Urban Economics* 33 (2), 199–221.
14. Colletaz, G., (2001), *Modèles à Variables Expliquées Qualitatives*, Miméo Université Orléans.
15. Coulson, E., Laing, D., Wang, P. (2001) Spatial mismatch in search equilibrium, *Journal of Labor Economics*, 19, pp. 949–972.
16. Croissant, Y., *Estimation of multinomial logit models in R : The mlogit Packages*.
17. Curran, C., Carlson, L.A., Ford, D.A., (1982) A theory of residential location decisions of 2-worker households, *Journal of Urban Economics* 12 (1), 102–114
18. Davis, J.S., (1993) The commuting of exurban home buyers, *Urban Geography* 14 (1), 7–297
19. Duguet, E., L'Horty, Y., Sari, F. (2009) Sortir du chômage en Ile-De-France : Disparités territoriales, spatial mismatch et segregation résidentielle, *Revue économique*, Vol. 60, 979-1010.
20. Dujardin, C., Selod, H., Thomas, I., (2008) Residential segregation and unemployment : the case of Brussels, *Urban Studies* 45(1) pp. 89-113.
21. Erikson, J. A. (1977) An analysis of a journey to work for women, *Social Problems*, Vol. 24, 428-45

22. Fieldhouse, E., (1999) Ethnic Minority Unemployment and Spatial Mismatch : the Case of London , *Urban Studies* 36(9) pp. 1569-96.
23. Freedman, O., Kern, C.R., (1997) A model of workplace and residential choice in two-worker households, *Regional Science and Urban Economics* 27 (3), 241–260
24. Fuchs, V. R., (1971) Difference in hourly earning between men and women, *Monthly Labor Review*, Vol. 94, 9-15
25. Fujita, M., (1989) *Urban Economic Theory*, Cambridge University Press.
26. Fujita, M., Thisse, J.-F., Zenou, Y. (1997) On the endogenous formation of secondary employment centers in a city, *Journal of Urban Economics*, 41, pp. 337–357.
27. Gobillon, L., Magnac, T., Selod, H., (2011) The effect of location on finding a job, *Journal of Applied Econometrics*, pp 1079-1112.
28. Gobillon, L., Selod, H., Zenou, Y. (2007) The mechanisms of spatial mismatch, *Urban studies*, Vol. 44, No. 12, 2401-2427, November 2007.
29. Gourieroux, C. (1989) *Econométrie des Variables Qualitatives*, Economica.
30. Gourieroux, C., Montfort, A., (1981) Asymptotic Properties of the Maximum Likelihood Estimator in Dichotomous Logit Models, *Journal of Econometrics*, Vol. 17, pp. 83-97.
31. Green, A., E., (1997) A question of compromise? Case study evidence on the location and mobility strategies of dual career households, *Regional Studies*, Vol. 31, No. 7, pp. 641-657.
32. Greene, W., H., (2003) *Econometric Analysis*, Prentice Hall, 5th edition.
33. Gurland, J., Lee, I., Dahm, P., (1960) Polytchotomous Quantal Response in Biological Assay, *Biometrics*, pp. 382-388.
34. Hanson, S., Johnston, I., (1985) Gender differences in work-trip length : explanations and implications, *Urban Geography* 6 (3), 193–219
35. Hanson, S., Pratt, G., (1991) Job search and the occupational segregation of women. *Annals of the Association of American Geographers* 81 (2), 229–253

- IAU, INSEE, CCI PARIS ILE-DE-FRANCE (2016) Chiffres-Clés de la Région Ile-de-France.
36. Hausman, J., A., (1978) Specification Test in Econometrics, *Econometrica*, vol. 46, pp. 1251-1272.
  37. Hausman, J., Wise, D. (1978) A conditional probit model for qualitative choice : discrete decisions recognizing interdependence and heterogeneous preferences, *Econometrica*, 48, pp 403-429.
  38. Ihlanfeldt, K. (1997) Information on the spatial distribution of job opportunities within metropolitan areas, *Journal of Urban Economics*, 41, pp. 218–242.
  39. Henningsen, A., Hamann, J., D., (2007) `systemt` : A Package for Estimating Systems of Simultaneous Equations in R, *Journal of Statistical Software*, Vol. 23(4).
  40. Jayet, H., (1990) Spatial search processes and spatial interaction : 1. Sequential search, intervening opportunities, and spatial search equilibrium, *Environment and Planning A*, Vol. 22, pp. 583-599.
  41. Jayet, H., (1990) Spatial search processes and spatial interaction : 2. Polarization, concentration, and spatial search equilibrium, *Environment and Planning A*, pp. 719-732.
  42. Jayet, H., Paty, S., (2006) Capital indivisibility and tax competition : Are there too many business areas when some of them are empty ?, *Journal of Urban Economics*, 399-417.
  43. Johnston-Anumonwo, I., (1992) The influence of household type on gender differences in work trip differences, *Professional Geographer* 44 (2), 161–169
  44. Kain, J., F. (1968) Housing segregation, negro employment, and Metropolitan decentralization, *Quarterly Journal of Economics*, 82, pp. 175-197.
  45. Kim, S. (1995), Excess commuting for two-worker households in the Los Angeles metropolitan area, *Journal of Urban Economics*, Vol. 38, 166-182
  46. L'Horty, Y. , Sari, F. (2013) Le Grand Paris de l'emploi : l'extension des infrastructures de transport peut-elle avoir des effets positifs sur le chômage local ?,

- Revue d'Economie Régionale et Urbaine, 2013/3 pp.461-489.
47. Le Gallo, J., (2002) Économétrie spatiale : l'autocorrélation spatiale dans les modèles de régression linéaire, *Economie et Prévisions*, No 155, pp. 139-157.
  48. Le Gallo, J., (2004) Hétérogénéité spatiale. Principes et méthodes, *Économie et Prévision*, Vol. 1, N 162, pp. 151-172.
  49. Lippman, S., A., McCall, J., J., (1976) The economics of job search, *Economic Inquiry*, Vol. 14. June 1976.
  50. Luc, A., (2007) Spatial Regression Analysis in R A Workbook .
  51. Maddala., G., S., (1983), *Limited-dependent and Qualitative Variables in Econometrics*, Cambridge University Press.
  52. Madden, J. F., (1977) A spatial theory of sex discrimination, *Journal of Regional Science*, , Vol. 17, 369-380
  53. Madden, J. F., (1981) Urban Land Use en the Growth in Two-Earner Households, *The American Economic Review*, Vol. 70, No. 2
  54. Matas, A., Raymond, J., L., Roig, J., L., (2010) Job accessibility and female employment probability : the cases of Barcelona and Madrid, *Urban Studies* 47(4) pp. 769-787.
  55. McElroy M., B., (1977) Goodness of Fit for Seemingly Unrelated Regressions, *Journal of Econometrics*, Vol. 6, pp. 381-387.
  56. McFadden D., (1974) The measurment of urban travel demand, *Journal of public economics*, 3 pp 303-328.
  57. Mills, E. S. (1972) *Urban Economics*, Glenview
  58. Mortensen, D., T., (1986) Job search and labor market analysis, *Handbook of Labor Economics*, Volume II, p . 849-919.
  59. Mortensen, D., T., Pissarides, C., A., (1999) New developments in models of search in the labor market, *Handbook of Labor Economics*, pp. 2567-2627.
  60. Ong, P., Miller, D. (2005) Spatial and transportation mismatch in Los Angeles, *Journal of Planning Education and Research*, 25, pp. 43-56.

61. Petrongolo, B., Pissarides, C., A., (2001) Looking into the Black Box : A survey of the Matching Function, *Journal of Economic Literature*, pp. 390-431
62. Pissarides, C., A., (1979) Job matchings with state employment agencies and random search, *The Economic journal*, pp. 818-833.
63. Pissarides, C., A., (200) *Equilibrium unemployment theory* Second edition, The MIT Press.
64. Plaut, P. O., (2006) The intra-household choices regarding commuting and housing, *Transportation research Part A*, Vol 40, 561-571.
65. Rogeron, S., (1982) Spatial models of search, *Geographical Analysis*, Vol. 14, pp. 217-278
66. Rouwendal, J., (1998) Search theory, spatial labor markets and commuting, *Journal of Urban Economics* 43, 1–22
67. Rouwendal, J., Rietvald, P., (1994) Changes in commuting distances of Dutch households, *Urban Studies* 31 (9), 1545–1557
68. Sang, E., Song, J., Xu, T., (2011) From “spatial bond” to “spatial mismatch” : An assessment of changing jobs-housing relationship in Beijing. *Habitat International* 35(2) pp. 398-409.
69. Schmidt, P., (1990) Three-Stage Least Squares with Dierent Instruments for Dierent Equations, *Journal of Econometrics*, Vol 43, pp. 389-394.
70. Selod, H., Gobillon, L., (2007) Les déterminants locaux du chômage en région parisienne, *Economie et Prévision* pp. 19-38
71. Singell, L. D., Lillydahl, J. H., (1986) An emprical analysis of the commute to work patterns of males ans females in two-earner households, *Urban*
72. *Studies* (2), 119-129
73. Smith, T., Zenou, Y. (1997) Dual labor markets, urban unemployment and multicentric cities, *Journal of Economic Theory*, 76, pp. 185–214.
74. Smith, T., Zenou, Y. (2003) A discrete-time stochastic model of job matching, *Review of Economic Dynamics* 6, 54, pp. 129–156.

75. Smith, T., Zenou, Y. (2003) Spatial mismatch, search effort and urban spatial structure, *Journal of Urban Economics*, 54, pp. 129–156.
76. Stigler, G., J., (1961) The economics of information, *Journal of Political Economy*, Vol. 69, No. 3 Jun., 1961, pp. 54-79.
77. Stigler, G., J., (1962) Information in the labor market, *Journal of Political Economy*, Vol. 70, No. 5, Part 2 : Investment in Human Beings (Oct., 1962), pp. 94-105.
78. Suhong, Z., Zhidong, W., Luping, C (2012) The impact of spatial mismatch in low-income housing neighbourhoods : A study of Guangzhou Metropolis, China , *Urban Studies*, 50(9) 1817-1835, July 2013.
79. Sultana, S., (2005) Effects of married-couple dual-earner households on metropolitan commuting : evidence from the Atlanta metropolitan area, *Urban Geography* 26 (4), 328–352
80. Sultana, S., (2006) What about dual-earner households in jobs-housing balance research? An essential issue in transport geography, *Journal of Transport Geography* 14 (5), 393–395
81. Surprenant-Legault, J., Patterson, Z., El-Geneidy, A. M., (2013) Commuting trade-offs and distance reduction in two worker households, *Transportation Research Part A* (51), 12-18
82. Tkocz, Z., Kristensen, G. (1994). Commuting distance and gender : a spatial urban model. *Geographical Analysis* 26, 1–14
83. Turner, T., Niemeier, D. (1997) Travel to work and household responsibility : new evidence, *Transportation* 24 (4), 397–419
84. Van Ommeren, J., (2000) Job and residential search behaviour of two-earner households, *Papers in Regional Science* 79 (4), 375–391
85. Van Ommeren, J., (2009) Spatial mobility and commuting : the case of two-earner households, *Journal of Regional Science* Vol. 49, No. 1, 113-147

86. Van Ommeren, J., Rietveld, P., Nijkamp, P., (1999) Impacts of employed spouses on job-moving behavior, *International Regional Science Review* 22 (1), 54–68
87. Wasmmmer, E., Zenou, Y. (2002) Does city structure affect job search and welfare ?, *Journal of Urban Economics*, 51, pp. 515–541.
88. White, M.J., (1977) A model of residential location choice and commuting by men and women workers, *Journal of Regional Science*, No. 1, 41-52.
89. White, M.J., (1986) Sex differences in urban commuting patterns. *The American Economic Review* 76 (2), 332–368.
90. Wooldridge J., M., (2002b) *Econometric Analysis of Cross Section and Panel Data*, The MIT Press.
91. Wooldridge J., M., (2013) *Introductory Econometrics A modern approach*, 5th Edition, South-Western.
92. Zatersky, M., A., Coughlin, C., C., (1995) An introduction to the theory and estimation of job-search model, Federal Reserve Bank of St. Louis. Zenou, Y., (2009), *Urban Labor Economics*, Cambridge University Press.
93. Zenou, Y., (2009), *Urban Labor Economics*, Cambridge University Press.
94. Zenou, Y., Boccard, N. (2000) Labor discrimination and redlining in cities, *Journal of Urban Economics*, 48, pp. 260-285.