Impact du Grand Paris Express sur le marché du travail et le marché du logement

Guillaume Flamerie de La Chapelle, Etienne Wasmer, Pierre-Henri Bono, Florian Oswald, Camille Urvoy

▶ **To cite this version:**

Guillaume Flamerie de La Chapelle, Etienne Wasmer, Pierre-Henri Bono, Florian Oswald, Camille Urvoy. Impact du Grand Paris Express sur le marché du travail et le marché du logement. [Rapport de recherche] Laboratoire interdisciplinaire d'évaluation des politiques publiques. 2017, pp.91. hal-03612915

HAL Id: hal-03612915

https://sciencespo.hal.science/hal-03612915

Submitted on 18 Mar 2022

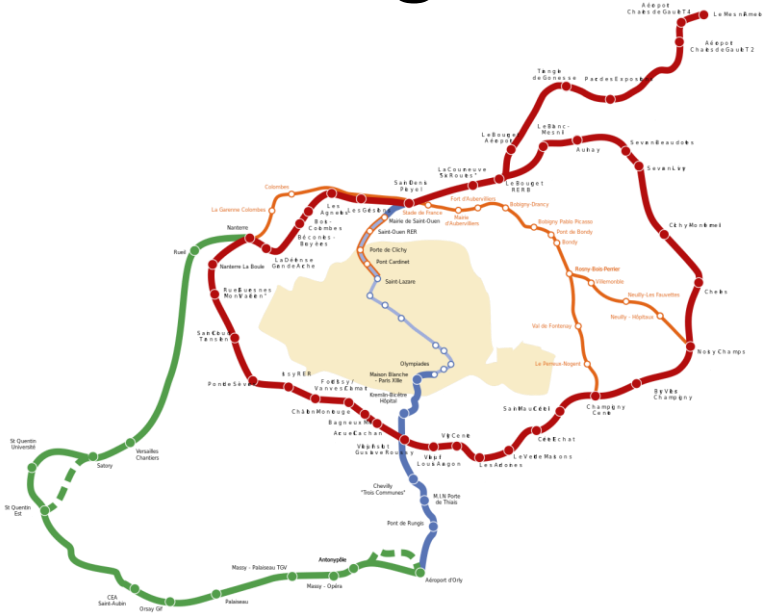
HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

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

SciencesPo
LABORATOIRE INTERDISCIPLINAIRE
D'ÉVALUATION DES POLITIQUES PUBLIQUES

2017

Impact du Grand Paris Express sur le marché du travail et le marché du logement



Ce rapport est une version d'étape d'un travail de recherche toujours en cours.

Les opinions émises dans ce rapport sont propres aux auteurs et n'engagent pas nécessairement la position du LIEPP et de Sciences Po.

Guillaume Chapelle
Etienne Wasmer
Pierre-Henri Bono
Florian Oswald
Camille Urvoy

Le Laboratoire Interdisciplinaire d'Évaluation des Politiques Publiques (LIEPP) est un centre d'excellence soutenu par l'Agence Nationale de la Recherche dans le cadre des « Investissements d'Avenir » (ANR-11-LABX-0091, ANR-11-IDEX-0005-02).

SciencesPo
LABORATOIRE INTERDISCIPLINAIRE
D'ÉVALUATION DES POLITIQUES PUBLIQUES

Impact du Grand Paris Express sur le marché du travail et le marché du logement

Ont participé à ce rapport :

Guillaume Chapelle[i], Etienne Wasmer[i],

Pierre-Henri Bono[i], Florian Oswald[i] et Camille Urvoy[i],

ainsi que

Julien Pascal, Thomas Bourany, Sacha Dray, Benoit Rauturier, en tant qu'assistants de recherche ayant collecté et exploité les données du STIF

17 Avril 2017

Ce rapport est une version d'étape d'un travail de recherche toujours en cours. Le rapport a été rédigé notamment dans le cadre d'un séjour au CREI à Barcelone en novembre 2016 et à Hoover Institution et au département d'économie à l'Université de Stanford entre février et avril 2017. Nous remercions chaleureusement ces institutions pour leur hospitalité. La version finale de ce travail a été présentée à l'Université de Lausanne (Workshop Housing and Transport in the City en décembre 2016), à la conférence des 5 ans du LIEPP à Sciences Po en janvier 2017 et à l'Université de Californie-Berkeley (Haas Business School seminar) en avril 2017. Nous remercions Dominique Bureau, Gilles Duranton, Sylviane Gastaldo, Anne Laferrere, Jean-Claude Prager, Diego Puga, Emile Quinet, Juliette Seban et Jacques Thisse pour leur relecture, commentaires et suggestions très utiles.

Les opinions émises dans ce rapport sont propres aux auteurs et n'engagent pas nécessairement la position du LIEPP et de Sciences Po.

Le Laboratoire Interdisciplinaire d'Évaluation des Politiques Publiques (LIEPP) est un centre d'excellence soutenu par l'Agence Nationale de la Recherche dans le cadre des « Investissement d'Avenir » (ANR-11-LABX-0091, ANR-11-IDEX-0005-02).

i : Sciences Po, LIEPP.

Résumé non technique

1. Afin d'évaluer l'impact socioéconomique de la mise en service du Grand Paris Express (GPE), la Société du Grand Paris (SGP) a commandé une étude permettant d'étudier les effets de ces nouvelles infrastructures de transport sur les marchés du travail et du logement.

2. Le Laboratoire Interdisciplinaire d'Évaluation des Politiques Publiques (LIEPP) de Sciences Po propose, dans ce rapport final, un modèle d'analyse des relations entre la structure des loyers dans l'agglomération, les créations d'emploi et le niveau du chômage d'équilibre. Ce modèle constitue un cadre théorique original pour répondre à cette demande. Les paramètres clés de ce modèle ont été estimés grâce à des données de l'agglomération parisienne collectées à cette fin.

3. Ce cadre théorique vise, d'une part, à simplifier le calcul des créations d'emplois induites dans une « équation unique » et, d'autre part, à identifier le rôle des différentes hypothèses de travail sur l'impact économique des infrastructures de transport.

4. L'approche de modélisation retenue innove par rapport à la littérature existante en ce qu'elle est conçue pour décrire un marché du logement explicitement dual, représentant ainsi plus précisément l'agglomération parisienne que les modèles urbains existants. En effet, l'hypothèse habituellement retenue pour son caractère simplificateur est un marché unique et concurrentiel d'enchères sur la rente foncière pour l'occupation de l'espace. Dans notre analyse, nous avons décidé de modéliser les conséquences des réglementations du marché locatif privé et social parisien. La modélisation prend donc en compte la coexistence d'un marché dit « libre », où les prix du logement et les loyers s'ajustent à l'offre et à la demande, et d'un marché

« contrôlé », où les loyers sont contraints. Le marché contrôlé regroupe le parc social ainsi qu'une partie du parc locatif privé dont les loyers sont régulés et ne peuvent pas s'ajuster (notamment pour les baux anciens dont les loyers ne sont réajustés qu'à travers l'indice de référence des loyers). Le parc libre comprend lui les constructions nouvelles, l'achat-vente dans l'ancien et enfin le renouvellement des baux locatifs privés lorsque l'encadrement du loyer n'est pas contraignant.

5. La quantification du modèle est explicitée dans le rapport. Celle-ci vise à mettre en adéquation certains paramètres du modèle et des statistiques caractéristiques du marché du travail, du marché du logement (et notamment de ses gradients spatiaux) et, enfin, du foncier d'entreprise. Le modèle permet ainsi de reproduire les principales caractéristiques de l'économie de l'agglomération parisienne, notamment l'emploi, le chômage, sa durée, sa répartition spatiale et, plus généralement, des inégalités et la ségrégation spatiale.

6. Le modèle est développé dans deux horizons distincts : dans le court terme, c'est-à-dire dans un contexte de ville dite « fermée » de population stable, et dans le long terme, en ville dite « ouverte » avec une population qui s'ajuste parfaitement. Cette distinction est importante : l'hypothèse selon laquelle la population s'ajuste ou non aux changements de l'environnement socioéconomique et notamment les infrastructures de transport conditionne le volume des créations d'emploi que nous pouvons attendre du Grand Paris Express.

7. Un autre élément souligné dans le cadre de la modélisation retenue est un arbitrage collectif peu étudié dans la littérature économique : en l'absence de régulation du secteur du logement, le marché concurrentiel produit des inégalités spatiales et de la ségrégation, tout en permettant la fluidité et l'efficacité du marché du travail. A contrario, une politique de régulation du logement à travers le blocage

des prix permet de diminuer de façon notable la ségrégation spatiale, mais elle peut augmenter les inefficacités économiques. Cela peut être préjudiciable à l'activité économique. Dans ce contexte, une politique visant à améliorer le système de transport urbain permet de concilier les deux objectifs de cohésion spatiale et d'efficacité économique. Ce rapport souligne donc la complémentarité entre les politiques de transports urbains et les politiques de régulation du parc de logement. D'une part les politiques de transports urbains peuvent diminuer la contrainte de l'arbitrage entre ségrégation spatiale et efficacité socioéconomique de l'occupation de l'espace (également qualifiée d'efficacité « allocative » dans ce rapport). D'autre part, la mixité sociale n'entrave pas le dynamisme de l'économie si la politique de transport permet de transporter plus de personnes plus rapidement d'un endroit à l'autre de l'agglomération.

8. Nos résultats indiquent que sous une hypothèse de population pouvant croître au rythme de l'amélioration des différentes infrastructures de transport, les effets en emploi du Grand Paris Express sont significatifs. Dans le court terme et à population inchangée, on peut espérer une diminution des loyers, des prix de l'immobilier et des gradients de loyers, en déviation par rapport aux tendances actuelles. Ces effets sont de l'ordre de 1,7 % à la baisse, soit un peu plus de la moitié de la baisse des temps de transports dans l'agglomération issue des nouvelles infrastructures. À long terme, si la population croît à mesure de l'attractivité croissante de l'agglomération que ces nouvelles infrastructures impliquent, on peut espérer des créations d'emploi de l'ordre de 160 000 emplois sur la durée d'investissement des infrastructures. Différentes variantes sont étudiées. Lorsque la population ne peut pas s'ajuster dans le long terme faute de logements disponibles, les effets en emplois sont très diminués et l'essentiel de l'ajustement est porté par une baisse des loyers au centre de

l'agglomération puisque la pression sur l'occupation de l'espace au centre est réduite. Le bien-être des ménages augmente ,mais l'emploi reste stable. De même, lorsque la consommation de la surface de logement est choisie librement par les ménages, l'amélioration de l'emploi est réduite, mais les ménages augmentent l'occupation d'espace. Des hypothèses complémentaires d'externalités productives et d'amélioration de l'efficacité des salariés lorsqu'ils ont des temps de transports plus courts augmentent légèrement le chiffre attendu d'emplois créés. Une dimension explorée théoriquement, mais non chiffrée à ce stade est que le GPE pourrait améliorer sensiblement l'appariement du marché du travail. Une extension de notre analyse à la prospection d'emploi permettrait de calculer d'éventuels effets amplificateurs. Tous ces éléments sont décrits dans un rapport scientifique et technique en anglais annexé au présent rapport en français.

9. Ce rapport est structuré en 4 grandes parties. Nous commençons par la présentation de la littérature économique sur l'impact des infrastructures de transport sur les économies urbaines. Une seconde partie vient présenter les principales caractéristiques de l'agglomération parisienne que nous cherchons à modéliser et présente les grandes lignes du modèle. Celui-ci est décrit complètement dans l'annexe théorique jointe à ce rapport puis discute les paramètres retenus pour la calibration et présente le comportement du modèle simulé à partir de notre calibration. La troisième partie étudie des extensions de la modélisation. La quatrième partie résume l'analyse et conclut.

Table des matières

Introduction 10
Partie 1 : 18
Les principaux mécanismes liant l'emploi et le logement 18
1. Le lien entre transport et emploi en économie urbaine 19
2. Quel modèle pour l'agglomération parisienne : éléments de cadrage 32
2.1. La population et l'emploi 33
2.2. Les trajets domicile-travail 36
2.3. Les loyers, les prix de l'immobilier et le foncier d'entreprise 38
3. Un modèle économique monocentrique adapté au Grand Paris 41
4. Résumé des principaux mécanismes liant le marché de l'emploi aux infrastructures de transport 51
5. Un facteur affectant le lien entre emplois et transport : la consommation endogène d'espace 53
Partie 2 : 54
Les effets du Grand Paris Express sur l'emploi 54
1. Calibration du modèle monocentrique du Grand Paris 55
1.1. Description des étapes de la calibration 55
1.2. Étude de l'économie francilienne stylisée au prisme du modèle 60
1.2.1. Marché du logement 60
1.2.2. Revenu des ménages 61
1.2.3. Bien-être des ménages 63
1.2.4. Taux de chômage et répartition des demandeurs d'emploi 65
1.2.5. L'impact de la taille du secteur contrôlé 65
1.2.6. Impact de la croissance de la ville 67
1.3. L'équation unique : les déterminants du niveau d'emploi 68
2. L'impact du Grand Paris Express sur les déplacements 69
3. L'impact du Grand Paris Express à court terme à population constante 70
3.1. Impact sur les marchés fonciers 71
3.2. Impact sur l'emploi 71
3.1. Impact sur l'utilité des ménages 74
4. L'impact du Grand Paris Express à long terme avec population s'ajustant par migration 75

4.1. Impact sur les marchés fonciers 75
4.1. Impact sur l'emploi 75
Partie 3 : 78
Les mécanismes complémentaires liant emploi et infrastructures de transport .. 78
1. Les dynamiques de transition 80
2. Endogénéiser l'effort de recherche d'emploi 81
3. Un modèle polycentrique 83
Partie 4 : 84
Conclusion du rapport 84

Introduction

La puissance publique a décidé de doter l'agglomération parisienne de nouvelles infrastructures de transport. Cet accroissement de l'offre de transport est ambitieux et devrait prendre la forme de la création ou de l'extension de plus de 200 km de nouvelles lignes de métro dans l'agglomération. Une grande partie de ces nouvelles lignes constitueront un métro circulaire permettant de relier les banlieues entre elles sans nécessairement transiter par les gares de Paris intra-muros.[1] Ces nouvelles lignes doublent la taille du métro actuel et constituent un « choc » d'offre important sur les temps de transports dans l'agglomération. Les équipes du Grand Paris nous ont communiqué leur estimation de l'impact des nouvelles infrastructures. Cet impact prévu est une diminution de 3 % des coûts de transport dits généralisés (la résultante des temps, de la pénibilité et des coûts financiers directs pour les usagers). Ce projet de métro a pour nom le Grand Paris Express (GPE) et la société en charge de sa mise en œuvre est la Société du Grand Paris (SGP).

Cette amélioration des infrastructures aura des effets induits sur l'emploi, le logement, les loyers et les prix de l'immobilier et, par conséquent, sur le niveau de vie et de bien-être des ménages franciliens. Notre recherche a pour ambition de comprendre et de modéliser ces forces et d'estimer différents niveaux d'impact. Ces résultats sont basés sur un jeu d'hypothèses habituellement retenues dans la littérature économique urbaine : l'existence de forces d'agglomération[2] et l'importance, dans les choix économiques et de localisation, des coûts de transport dits généralisés pour les ménages, qui incluent à la fois les coûts directs et implicites liés aux temps de transport.

[1] Afin de clarifier la rédaction du texte, sauf mention contraire, Paris représente l'ensemble de l'agglomération parisienne en tant qu'entité économique. Le cœur est constitué de la commune de Paris intramuros. Vient ensuite la petite couronne qui englobe l'ensemble des communes des départements limitrophes de la ville de Paris : les Hauts-de-Seine (92), la Seine-Saint-Denis (93) et le Val-de-Marne (94). Et enfin la grande couronne qui se compose des quatre départements périphériques de la région : la Seine-et-Marne (77) qui conserve ses limites, les Yvelines (78), l'Essonne (91) et le Val-d'Oise (95).

[2] En économie urbaine, les villes sont perçues comme la résultante de forces et de coûts d'agglomération. Les forces d'agglomérations sont les éléments poussant ménages et entreprises à se concentrer au sein des villes : les économies d'échelles générant des gains de productivité (par exemple partage d'infrastructures), l'échange de connaissances entre travailleurs qualifiés ou un meilleur appariement entre l'offre et la demande de travail. Les coûts d'agglomérations sont les forces venant freiner la croissance urbaine à mesure que l'agglomération s'accroit : par exemple, la congestion des infrastructures de transport ou l'augmentation des prix du foncier.

L'agglomération parisienne représente le plus grand marché immobilier de France, le plus grand parc privé et le plus grand parc social, avec respectivement 104 180 ventes de logements en 2015 (soit 12,7 % du total de la France), 4,4 millions de logements dans le parc privé (soit 14,7 % du total national) et 1,2 million de logements sociaux (soit 25,5 % du parc national).[3] Il est également régulé de façon importante.

Nous présentons dans cette analyse une analyse du parc de logements d'Île-de-France qui reflète deux aspects importants, la présence de mécanismes de marché et l'importance des régulations visant à en atténuer les effets. Les mécanismes de marché déterminent les prix de vente et le niveau des loyers du parc privé, grandeurs qui sont partiellement le résultat d'un équilibre entre offre et demande et qui déterminent le positionnement des travailleurs dans l'agglomération. Nous modélisons aussi explicitement les régulations de ce parc, à travers le parc social et les contrôles de loyer de type I, II et III (voir l'encadré ci-dessous).

L'encadrement des loyers[4]

« L'impact des réglementations du marché locatif est un sujet complexe tant d'un point de vue juridique qu'économique. En effet, la grande diversité des réglementations nationales rend toute comparaison délicate. Toutefois, la recherche a progressivement établi quelques conclusions. Une typologie a été établie et distingue trois générations de dispositifs d'encadrement des loyers :

- Les contrôles de première génération qui correspondent au gel des loyers tel que le prévoyait la loi de 1948.

- Les contrôles de seconde génération qui encadrent l'évolution du loyer entre les baux, un changement de locataire ne permettant pas au propriétaire de réévaluer son loyer à un niveau supérieur à l'Indice de Référence des Loyers (IRL). Le décret de juillet 2012 appliqué dans les zones tendues s'inscrit dans cette ligne.

[3] Sources respectives: http://www.notaires.paris-idf.fr/sites/default/files/presse/immo/dossier_de_presse_t1_2016.pdf; http://www.cgedd.developpement-durable.gouv.fr/prix-immobilier-evolution-a-long-terme-a1048.html, http://www.insee.fr/fr/themes/comparateur.asp?codgeo=reg-11 + http://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/publications/p/2348/831/parc-locatif-social-1er-janvier-2015.html et http://www.aorif.org/logement-social-en-idf/repartition-du-parc-hlm-1/nombre-de-logements-par-departement/view

[4] Source : Trannoy, A., Wasmer, É. et Chapelle Guillaume (2013), version longue de « La politique du logement locatif », notes du conseil d'analyse économique, (10), 1-12 disponible sur le site du CAE : www.cae.gouv.fr.

- Les contrôles de troisième génération qui correspondent au dispositif actuel, dans lequel l'évolution du loyer est encadrée pendant la durée du bail alors qu'il peut être fixé librement lors de l'arrivée d'un nouveau locataire.

Le dispositif prévu par le projet de loi ALUR (accès au logement et un urbanisme rénové) correspond essentiellement au passage d'un contrôle de troisième génération à un contrôle de deuxième génération.

Les contrôles de troisième génération ont été l'objet principal des modélisations théoriques dans la littérature économique. Cette littérature suggère qu'ils pourraient conduire à augmenter le niveau des loyers et favoriseraient les locataires les moins mobiles.

En revanche, l'impact des dispositifs de seconde génération est intermédiaire entre ceux des contrôles de première et de troisième génération. Par exemple, si certains modèles prédisent qu'un contrôle des loyers pourrait modérer le pouvoir de marché des propriétaires dans le cadre d'un marché oligopolistique ou améliorer la qualité du parc, d'autres pointent de nombreux effets néfastes. Par exemple, nous pouvons nous attendre à une réduction de la mobilité au sein du parc, une dégradation de la qualité des logements et une contraction de l'offre. Des inégalités entre les ménages logés dans ce parc et ceux recherchant un logement pourraient émerger et la qualité des appariements pourrait baisser avec la mobilité. Nous assistons souvent au versement illégal de « droits d'entrée » lors de la location d'un logement sur les marchés contrôlés. Enfin, de nombreux modèles suggèrent que la coexistence d'un parc contrôlé avec un parc libre augmenterait le taux d'effort des locataires du secteur libre.

La littérature empirique sur les modèles de première et deuxième génération tend à confirmer ces prédictions théoriques :

- Des études ont établi à plusieurs reprises que l'existence d'un secteur contrôlé pouvait augmenter le taux d'effort des locataires (Caudill 1993; Early et Phelps 1999).

- Les bénéfices liés au contrôle des loyers sont souvent répartis de manière inéquitable au sein de la population et favorisent un petit groupe au détriment du plus grand nombre (Caudill 1993).

- Les locataires des secteurs contrôlés sont beaucoup moins mobiles (Sims 2007) ce qui peut avoir des répercussions sur la durée de leurs périodes de chômage (Krol et Svorny 2005).

- Une étude de l'OCDE met en avant également les effets négatifs des contrôles des loyers sur l'offre en montrant qu'ils sont souvent associés à une moindre qualité des logements et une diminution de l'offre caractérisée par le fait que les locataires y manquent souvent d'espace (Andrews, Sánchez et Johansson 2011). Sims suggère également que les dispositifs de contrôle des loyers incitent les propriétaires à retirer leurs biens du marché.

Il semble donc que les dispositifs d'encadrement des loyers puissent réduire considérablement le bon développement du marché locatif. En effet, lors de la mise en place de tels dispositifs il est nécessaire de prendre en compte les ajustements des propriétaires qui peuvent être très réactifs, comme le montre l'étude de l'OLAP sur l'impact des dispositifs Perissol, Besson et Robien ».

Pour mettre en œuvre cette approche, nous modélisons les forces conduisant aux créations d'emplois du secteur privé, ainsi que les freins s'opposant à ces dernières. Le modèle détermine donc le nombre d'emplois comme résultant d'effets de nombreux facteurs : d'une part, des effets de productivité : les entreprises de la région parisienne génèrent des profits indépendamment de leur localisation ; ensuite, des effets d'agglomération : la concentration de l'emploi a en soi un effet positif sur la productivité ; enfin des effets d'infrastructures : les entreprises réalisent des gains potentiels de productivité par le développement des infrastructures.

Par ailleurs, la productivité des entreprises génère des recettes qui sont grevées par les salaires et les charges foncières ou immobilières des entreprises. Les salaires dépendent des négociations collectives ou individuelles ; ces négociations prennent en compte, explicitement ou implicitement, les effets suivants : les loyers payés par les travailleurs ; les coûts de transport généralisés (incluant le temps et le coût direct du temps de transport domicile-travail) ; la valeur de sortie de la négociation qui elle-même inclut l'indemnisation du chômage et la capacité à retrouver un emploi dans l'agglomération. Les loyers et les charges immobilières des entreprises sont eux-mêmes le résultat d'un équilibre entre la pression foncière au centre et la capacité des infrastructures à permettre les déplacements dans l'agglomération.

Sur le plan théorique, un marché de l'immobilier sans régulations conduit à une allocation des travailleurs dans l'espace francilien qui est à la fois inégalitaire (les personnes avec les plus grandes capacités productives pourront vivre dans les quartiers les plus chers et les plus proches des lieux de production) et efficace (les personnes désirant payer le plus pour se rapprocher le pourront, et celles n'ayant pas d'intérêt particulier pour être dans les zones tendues s'éloigneront). Cette efficacité, alliée à une inégalité spatiale, peut cependant être dynamiquement inefficace du fait de la création de zones à faible emploi, à l'origine d'externalités négatives importantes à travers l'école, par les effets de pairs (voir sur le premier point notamment *Le ghetto français* d'Éric Maurin (2004)).

Un marché du logement dual : un secteur « libre » et un secteur « contrôlé

L'espace immobilier de l'Île-de-France est articulé autour d'un marché du logement dual dont ce rapport rend compte de façon explicite. En effet, il existe, d'une part, un secteur dit « libre », dans lequel les prix s'ajustent sans contraintes

extérieures et, d'autre part, un secteur dit « contrôlé » dans lequel les prix sont sujets à des réglementations.

Le secteur libre du logement, dans le cadre de la modélisation, représentera le parc immobilier à l'acquisition (achat-vente), dont les prix sont déterminés librement, et une partie du parc locatif privé dont la rotation naturelle (nouveaux baux, fin de baux, location meublée) s'établit à un peu moins de 40 % et permet un ajustement des prix non contraint. Ce secteur libre permet d'établir un niveau de loyer globalement en accord avec l'offre et la demande de logement. Il représentera une fraction du parc total que nous estimons donc à un peu plus de 60 % (plus de détails sur ces chiffres sont disponibles dans la section calibration du modèle).

Le secteur dit contrôlé sera le complémentaire du secteur libre : il inclut le parc social et l'autre partie du parc locatif privé. Tout changement dans la taille du parc social ou dans le degré de régulation des loyers du parc privé locatif[5] est susceptible de modifier la paramétrisation du modèle et, notamment, la répartition de la population entre le secteur libre et le secteur contrôlé.

Efficacité économique et cohésion territoriale

La ligne générale de ce rapport est que la coexistence d'un secteur libre et d'un secteur contrôlé permet un arbitrage entre l'efficacité économique et la cohésion territoriale. Par cohésion territoriale nous entendons la possibilité de loger dans des quartiers chers des populations à revenus intermédiaires (professeurs des écoles, infirmières, commerçants de proximité, etc.) et à faibles revenus (demandeurs d'emploi, retraités, inactifs). Le curseur entre ces deux forces de cohésion et d'efficacité économique est le fruit de décisions politiques et il n'appartient pas aux auteurs du rapport d'en déterminer la « meilleure valeur ». Tout au plus peut-on souligner les gains et les inefficacités de déplacer le niveau de curseur dans un sens ou dans l'autre. En revanche, une fois ces deux effets reconnus, il est possible de calculer un effet multiplicateur des infrastructures de transport : dans un monde avec des transports inefficaces et lents, perturber le fonctionnement économique du parc de logements a des effets antiéconomiques importants ; *a contrario*, plus les modes de transports sont fiables et rapides, plus le fait de réguler le marché du logement peut être compensé par des mobilités pendulaires qui atténuent largement les

[5] Par exemple, le changement du mode de calcul de l'indice des prix à la relocation, les limitations à la liberté de fixer les loyers des nouveaux baux, les contraintes liées à l'encadrement des loyers de la loi Duflot ou les décrets annuels sur le blocage des loyers en agglomération parisienne.

inefficacités productives. Autrement dit, la moindre fluidité du parc de logement (liée à la fois à un parc social dont le taux de rotation est faible et à l'existence d'incitations à ne pas quitter un logement du parc privé après quelques années si le loyer acquitté devient progressivement plus faible que le loyer de marché) rend indispensable la modernisation des moyens de transport dans l'agglomération parisienne.

Un mécanisme important est l'existence d'un arbitrage entre ségrégation spatiale et niveau d'emploi dans l'agglomération. Si le marché immobilier est parfaitement fluide, le niveau d'emploi de l'agglomération est maximisé. En revanche, une introduction de frictions sur le marché du logement augmente le taux de chômage d'équilibre. Par exemple, nous montrons que le passage du secteur contrôlé de 38 % à 48 % réduit la concentration des demandeurs d'emploi dans la ville de 25 %[6], mais contribue en revanche à une hausse du chômage de 0,47 point de pourcentage. En outre, une amélioration concomitante des infrastructures de transport permet d'annuler l'effet perturbateur du contrôle des loyers sur le marché du travail.

Il existe une volonté légitime des pouvoirs publics et des élus de préserver la cohésion sociale en réduisant la ségrégation et en conservant au centre de l'agglomération des populations inactives ou à revenus intermédiaires et modestes. Cette volonté peut être rendue compatible avec celle de préserver un environnement économiquement dynamique et compétitif. Les infrastructures de transport permettent précisément d'atteindre une meilleure allocation des ressources humaines dans l'agglomération et de contenir les forces de divergence du marché de l'emploi, notamment les spirales salaires-loyers. En effet, lorsque le secteur contrôlé voit sa taille augmenter, en l'absence de constructions supplémentaires, le parc « libre » se raréfie relativement, ce qui se traduit à population et parc total de logement constant par des logements du parc « libre » qui voient leur prix augmenter et, en conséquence, les entreprises doivent subir elles-mêmes la hausse des prix du foncier, celui-ci n'étant pas extensible à court terme. À cela s'ajoute un effet de rationnement de l'offre du secteur contrôlé, qui limite la mobilité entrante dans l'agglomération pour les jeunes et une baisse de la mobilité sortante pour ceux qui bénéficient d'une place dans le secteur contrôlé.

[6] L'indice de concentration est un indice de Herfindahl calculé sur 20 quartiers.

Un modèle quantitatif du gradient de loyers/prix de l'immobilier et de chômage frictionnel

Le modèle inclut, outre les frictions du marché du logement, des frictions sur le marché du travail et un chômage d'équilibre peut être calculé. Le modèle est ensuite quantifié et utilisé pour prédire l'impact potentiel du projet du Grand Paris Express (GPE). Les paramètres structurels du modèle peuvent être mesurés directement. Ils peuvent aussi, s'ils ne peuvent pas être mesurés directement, faire l'objet d'une « calibration » : un algorithme d'optimisation permet de choisir les valeurs des paramètres de façon à reproduire les valeurs principales des variables du modèle (ces valeurs sont appelées les moments de la calibration). Nous disposons alors d'une « maquette » de l'interaction emploi-logement-loyers et population sous une forme semi-agrégée : il y a bien agrégation des forces économiques dans le modèle au sens du calcul d'un équilibre d'emploi et de loyer dans toute l'agglomération ; mais le modèle ne délivre pas que des statistiques agrégées. Il permet de modéliser et mesurer des gradients de loyer, de salaire et d'emploi. Ceux-ci sont présents et répartis de façon différentielle, en fonction de la distance au centre de Paris et donc mesurables dans toute l'agglomération. Nous étudions en particulier l'évolution de la rente foncière et de l'emploi tout en analysant les facteurs pouvant altérer la relation entre l'évolution des transports et ces variables.

Des résultats quantifiés qui dépendent de l'horizon temporel considéré et notamment de l'accroissement possible de la population dans le long terme

À partir d'un premier jeu de simulations, nous présentons le comportement de notre économie francilienne simplifiée. Le choc de 3 % de gains de temps/pénibilité/coûts financiers directs du transport, hypothèse retenue par les équipes du Grand Paris, conduit à des gains en emplois, qui sont approximativement linéaire en l'ampleur de ce choc. Si celui-ci était de 1,5 % ou de 4,5 %, les chiffres en emploi du scénario central devraient être réduits ou augmentés de 50 %. Le scénario central est le suivant : sous une hypothèse de population pouvant croître au rythme de l'amélioration des différentes infrastructures de transport, les effets en emploi sont significatifs et de l'ordre de 160 000 emplois. Différentes variantes sont étudiées. Lorsque la population ne peut pas s'ajuster, les effets en emploi sont très diminués et l'essentiel de l'ajustement est porté par une baisse des loyers au centre de l'agglomération puisque la pression sur l'occupation de l'espace au centre est réduite.

Le bien-être des ménages augmente, mais l'emploi reste stable. De même, lorsque la consommation de surface est choisie par les ménages, l'amélioration de l'emploi est réduite, mais les ménages augmentent l'occupation d'espace. Des hypothèses complémentaires d'externalités productives et d'amélioration de la productivité des salariés (notamment lorsqu'ils ont des temps de transports plus courts) augmentent légèrement le chiffre attendu de créations d'emploi. Une dimension explorée théoriquement, mais pas chiffrée à ce stade est que le GPE pourrait améliorer sensiblement l'appariement du marché du travail. Une extension de notre analyse à la prospection d'emploi permettrait de calculer d'éventuels effets amplificateurs. Tous ces éléments sont décrits dans un rapport scientifique et technique annexé au présent rapport.

Après cette introduction, nous présentons en Partie 1 de ce rapport la littérature économique sur l'intégration des marchés du logement et des marchés de l'emploi dans les modèles urbains en insistant sur le faible nombre de travaux en mesure de lier le taux de chômage et les prix de l'immobilier et des éléments de cadrage socioéconomique de la métropole parisienne. En Partie 2, nous développons la modélisation proprement dite, et détaillons les résultats quantifiés de l'analyse. Dans la Partie 3, nous étudions différents mécanismes économiques et proposons des extensions de la modélisation. Nous résumons et concluons ce rapport en Partie 4.

Partie 1 :

Les principaux mécanismes liant l'emploi et le logement

1. Le lien entre transport et emploi en économie urbaine

Comprendre l'impact économique du Grand Paris Express, c'est s'intéresser à la mécanique interne d'une ville ou d'une aire urbaine. Une branche particulière de l'économie tente de relever le défi de la modélisation des villes : l'économie urbaine. L'économie urbaine intègre l'espace, le transport ainsi que la structure et la composition sociale des villes.

Les fondateurs

L'allocation optimale des ressources foncières figure parmi les premiers travaux de la science économique. Dès le XIXe siècle, Ricardo (1817) et von Thünen (1826) élaborent des raisonnements économiques sur l'utilisation de la terre. Samuelson (1983) qualifie von Thünen du titre de fondateur de l'économie urbaine. Ce dernier s'est précocement intéressé à la répartition des activités agricoles autour d'une ville typique de l'Allemagne préindustrielle, intégrant dans sa réflexion un arbitrage entre le coût de chaque parcelle et le coût du transport depuis cette parcelle jusqu'au marché de la ville, où ont lieu les transactions économiques. Il propose aussi une réflexion sur les forces centrifuges et centripètes présentes dans les villes qui pourraient influencer les décisions de localisation des entreprises. D'autres auteurs, tels que Marshall (1890) ou Smith (1776), ont aussi, très tôt, identifié les avantages de l'agglomération, à travers la spécialisation du travail et des fournisseurs, ou bien encore à travers la meilleure circulation des idées par exemple.

Cependant, l'économie urbaine n'a connu de véritables avancées qu'à partir de la seconde partie du XXe siècle. Dans les années 1960, la vision monocentrique de la ville, c'est-à-dire une ville organisée de manière radiale autour d'un centre unique concentrant l'activité économique, connaît un développement extraordinaire. Alonso (1964) reprend le concept de rente d'enchères (*bid-rent curve*) développé par von Thünen et l'adapte à un contexte urbain, au centre duquel se trouve le *CBD* (*Central Business District*, le centre-ville[7]) qui concentre les emplois. Dans un monde où les individus sont libres de choisir leur lieu d'habitation, vivre à distance du *CBD* génère une désutilité qui doit être compensée par un coût du logement plus faible. Tandis

[7] Par souci de cohérence avec la littérature existante, nous gardons l'acronyme anglais pour le reste du document.

que le modèle d'Alonso supposait que les individus consomment de simples parcelles de tailles différentes, Muth (1969) et Mills (1967) développent des modèles plus réalistes dans lesquels les individus consomment des logements de tailles variées, dont un des facteurs de production est la terre. Ces trois auteurs sont considérés comme les pères du modèle monocentrique canonique qui permet de prendre en compte simultanément l'utilisation de la terre, le transport domicile-travail, le logement et la gouvernance de la ville.

Le modèle monocentrique

Le modèle monocentrique est un modèle descriptif d'allocation du foncier. Dans sa formulation initiale, la ville monocentrique est modélisée comme un disque où l'ensemble des emplois se situe ponctuellement au centre du disque. Duranton et Puga (2015), dont cette présentation du modèle monocentrique s'inspire fortement, résument le modèle canonique en 6 hypothèses simplificatrices :

- La ville est unidimensionnelle : il n'y a pas de différence dans la valeur des gradients en fonction de la direction choisie et la caractérisation d'un point dans l'espace urbain peut être entièrement déterminée par sa distance au centre.
- Les seuls déplacements des agents sont les déplacements pendulaires entre leurs lieux de résidence et leur lieu d'emploi.
- Les coûts de transport des individus, au sens large, augmentent avec la distance au centre.
- Le modèle est statique et converge vers un équilibre stationnaire.
- Tous les emplois sont regroupés dans un point au centre de la ville.
- Les agents sont homogènes avec les mêmes préférences et le même niveau de salaire. Ils obtiennent le même niveau d'utilité *ex ante* malgré des consommations de logement différentes à différentes localisations.

Le modèle se caractérise par un ensemble de gradients du centre vers la périphérie où l'utilisation de la terre et la formation des prix sont déterminées de manière endogène au modèle en fonction de leur accessibilité. Le modèle établit que, pour un éloignement marginal du *CBD,* le coût du logement diminue d'autant que les prix des transports augmentent ce qui se traduit par une diminution des prix des logements à mesure que la distance au *CBD* augmente. L'autre gradient concerne la consommation de logement qui augmente avec la distance au centre. Ensemble, ces

deux gradients supposent des prix des logements convexes avec la distance et qui n'ont pas besoin de diminuer aussi rapidement que les coûts de transport augmentent, car les agents consomment plus de logements avec la distance.

La production de logement est parfaitement compétitive avec pour seul intrant de la terre et du capital avec des rendements d'échelle constants pour produire du logement. Le gradient des prix des logements entraîne un gradient sur le prix des terrains. Le secteur du bâtiment réagit à des prix des terrains moins élevés en construisant des logements avec un ratio capital sur foncier qui diminue avec la distance au *CBD*. Le foncier est construit tant que la rente foncière est supérieure à la rente agricole.

En ajoutant la population, aussi bien en ville fermée où la population est exogène qu'en ville ouverte où la population est endogène, le modèle est aussi capable de prévoir la taille de la ville. Conjugué avec les gradients de l'augmentation de la consommation de logement et celui de la diminution de l'intensité de développement, le modèle produit un nouveau gradient : la densité de population diminue lorsque la distance augmente.

Malgré un cadre très simplifié, ce modèle a permis de mettre en avant et de modéliser un grand nombre de phénomènes urbains. À partir de ce modèle séminal toute la littérature sur la ville monocentrique a consisté à analyser et relâcher une ou plusieurs de ces hypothèses.

La prise en compte des formes d'hétérogénéité

Une des principales extensions du modèle monocentrique initial a été de relâcher l'hypothèse d'agents homogènes en autorisant différents groupes de personnes avec les mêmes revenus. La question est alors de savoir où se localisent les ménages les plus riches comparativement aux ménages les plus pauvres. Si les coûts de transport sont uniquement monétaires et ne dépendent que de la distance alors les ménages les plus pauvres vivront dans des cercles concentriques plus proches du centre (Beckmann (1969); Hartwick, Schweizer et Varaiya (1976)). Cette vision théorique s'ajuste bien avec les villes nord-américaines, mais s'oppose aux villes européennes où les plus riches tendent à vivre plus proches du centre. Pour prendre en compte le particularisme des villes européennes, les coûts de transport peuvent être modélisés comme un coût du temps avec un coût d'opportunité du temps largement supérieur pour les ménages les plus riches. Avec des coûts de transport différents pour

différents groupes de revenu, la localisation des ménages riches par rapport aux ménages pauvres dépend donc de l'élasticité des coûts de transport par rapport aux revenus et de l'élasticité de la demande de logement par rapport aux revenus. Si la première élasticité est supérieure à la seconde alors les ménages les plus riches habiteront plus proche du *CBD*. Nous pouvons nous référer aux travaux de Wheaton (1977) et Glaeser, Kahn et Rappaport (2008) pour des estimations de ces élasticités. Notons que pour un groupe particulier le modèle de base reste le même au sein de ce groupe. Parce qu'à chaque localisation les différents groupes vont consommer différentes quantités de logement alors les courbes d'enchère des loyers auront des pentes différentes pour chaque groupe. Les courbes les plus pentues auront le consentement à payer le plus élevé pour vivre près du centre et les pentes plus aplaties vivront à la périphérie de la ville. La courbe d'enchère globale est l'enveloppe supérieure de l'ensemble des courbes des sous-groupes. Le passage d'une distribution discrète à une distribution continue des revenus ne change pas fondamentalement les conclusions du modèle monocentrique standard. Il le rend cependant beaucoup plus difficile à analyser, car la condition d'égalité des préférences pour chaque localisation n'existe plus. Beckmann (1969) montre que les gradients des loyers, de la consommation de logement et de la densité continuent d'exister. À noter qu'à l'équilibre, le gradient des prix immobiliers ne dépend plus des coûts de transport, mais uniquement des paramètres de la distribution des revenus.

Brueckner, Thisse et Zenou (1999) proposent une autre explication pour les différences entre les villes américaines et européennes. Pour ces auteurs, la localisation des aménités joue aussi un rôle important dans la localisation des ménages. Brueckner, Thisse et Zenou (1999) adaptent le modèle monocentrique en ajoutant aux déplacements pendulaires, des déplacements pour profiter des aménités de la ville. En fonction des hypothèses faites sur la demande de la terre, différents équilibres peuvent surgir. Si la demande pour la terre est inélastique et les aménités localisées au centre de la ville, alors les ménages les plus riches se localiseront au centre (ville de type européenne). Dans le cas contraire, avec des aménités à la périphérie de la ville et une demande pour la terre suffisamment élastique, les ménages les plus riches se localiseront en périphérie (ville de type américaine).

Les choix de localisation et du foncier des entreprises

Le modèle sera adapté pour endogénéiser la création du centre urbain. Le modèle d'Alonso, Muth et Mills suppose la préexistence d'un *CBD* dans lequel a lieu l'activité économique. Beckmann (1976) montre ainsi que, si l'on suppose que les individus apprécient d'être à proximité d'autres individus, en ce que cela favorise leurs interactions sociales et économiques, alors, à l'équilibre, la population se répartit autour d'un centre et que la densité diminue à mesure que l'on s'éloigne de celui-ci. Le modèle aboutit néanmoins à une ville plus diffuse, dans laquelle la densité centrale est plus faible que dans le modèle monocentrique original. Dans la même lignée, Helsley et Strange (2007) développent un modèle dans lequel le volume d'interaction est endogène. Zenou (2009) élabore un modèle dans lequel l'utilisation du territoire est déterminée de manière endogène à la fois pour les entreprises et pour les individus, qui peuvent être en emploi ou non. Il en résulte que les entreprises occupent une situation centrale, les individus en emploi s'installent autour de ces dernières et les individus au chômage s'établissent en périphérie.

Modéliser l'emploi de la terre pour la production n'est pas techniquement très difficile. Il suffit, comme l'avait déjà fait Alonso en 1964, de modéliser le *CBD* non pas comme un point, mais comme un disque. De même, conceptuellement, l'ajout d'autres centres d'emplois ne change pas qualitativement les conclusions obtenues avec un modèle monocentrique. Ioannides (2012) revient sur les principaux apports des modèles polycentriques. Ainsi, Fujita et Ogawa (1982) montrent que si les entreprises et les individus valorisent le fait d'être proches, leur volonté d'agglomération tire le coût du foncier et les salaires vers le haut à proximité du centre. Par ailleurs, les emplois étant concentrés, les distances domicile-travail s'accroissent. Ces phénomènes constituent des forces centrifuges qui peuvent donner lieu à la création de centres secondaires avec la formation endogène de zones commerciales, résidentielles ou encore mixtes. McMillen et Smith (2003) se basent sur des données américaines pour montrer que la croissance de la population et les coûts de transport expliquent environ 80 % de la variation du nombre de centres secondaires. Baum-Snow (2010) appuie l'idée que la diminution des coûts de transport favorise l'émergence de centres secondaires. Pour ce faire, il analyse l'impact de la création de voies d'autoroutes aux États-Unis. Henderson et Mitra (1996) proposent un modèle où un centre d'emploi secondaire se forme de manière endogène à la périphérie de la ville monocentrique. Des investisseurs possédant de

grandes réserves foncières à la périphérie de la ville choisissent de développer ces centres secondaires de manière à maximiser leur profit. Ces investisseurs exercent un pouvoir de monopsone dans le marché du travail à la périphérie de la ville. Un centre secondaire diminue la tension sur le foncier et diminue les coûts, mais affaiblit la productivité générale de l'agglomération. Lucas et Rossi–Hansberg (2002) proposent la contribution la plus récente à cette littérature qui tente d'endogéniser la localisation à la fois des firmes et des travailleurs.

Mismatch spatial et suburbanisation

Une autre branche de la littérature étudie plus en détail les problématiques d'emploi en contexte urbain. En effet, dès les années 1960, se pose la question de savoir si les coûts de transport élevés qui incombent aux individus éloignés des emplois seraient à l'origine du chômage important observé dans certains quartiers. À une époque où les villes américaines sont marquées par une forte ségrégation, et où les populations pauvres se concentrent dans des ghettos, Kain (1968) fait l'hypothèse d'une inadéquation spatiale. Selon lui, la distance croissante entre les emplois, principalement situés en périphérie, et les habitants des quartiers défavorisés du centre-ville serait à l'origine du chômage ou de la faible qualité des emplois de ces derniers. Dans ce sillage, une série de travaux empiriques ont entrepris de tester cette hypothèse et de documenter le phénomène. Les principales contributions sur les différences raciales sont Holzer (1986, 1987, 1988), Ihlanfeldt (1997), Zax et Kain (1996), Coulson, Laing et Wang (2001), Brueckner et Zenou (2003), Van Vuuren (2015), Nenov (2015). L'approche communément utilisée consiste à mettre en relation un indice de distance à l'emploi et la situation d'emploi des individus.

D'autres travaux se sont intéressés davantage à expliquer la suburbanisation des emplois dans nombre de villes américaines lors de la seconde moitié du XX^{e} siècle. L'importance de cette tendance est soulignée chez Gobillon, Selod et Zenou (2007) qui énumèrent les mécanismes liés au spatial mismatch identifiés dans la littérature. D'un point de vue théorique, Fujita, Thisse et Zenou (1997) mettent au point un modèle dans lequel la situation périphérique d'une entreprise lui permet de bénéficier d'un pouvoir de marché et ainsi d'influencer les salaires à la baisse. Fujita et Thisse (2002) expliquent que l'intensification de la compétition entre les entreprises du centre en termes de parts de marché et de marché de l'emploi les pousse à se relocaliser davantage à l'extérieur de la ville. Anas, Arnott et Small (1998)

abordent la problématique du point de vue du processus de production et expliquent que la décentralisation de certaines activités économiques peut inciter d'autres entreprises à elles aussi se déplacer en périphérie. Smith et Zenou (1997) envisagent un marché du travail dual, constitué d'emplois qualifiés et non qualifiés. Les entreprises nécessitant davantage de travail peu qualifié ont aussi tendance à requérir plus d'espace et donc, à s'implanter en périphérie.

Le temps de transport domicile travail et l'éloignement des emplois

Une des questions résiduelles est celle des mécanismes par lesquels un accroissement de la distance entre emplois et habitants peut être dommageable pour la situation d'emploi de ces derniers. Gobillon, Selod et Zenou (2007) répertorient les mécanismes liés au spatial mismatch identifiés dans la littérature économique, les principaux travaux qu'ils évoquent sont détaillés ci-dessous.

Une des explications avancées dans la littérature est que la distance entre un habitant et les emplois vient dégrader l'efficacité de ses recherches d'emploi. L'efficacité de la recherche d'emploi et la qualité des appariements entre emploi et employé ont été tout particulièrement approfondies par la littérature de *Search and Matching* (recherche et appariement) qui repose sur l'idée qu'il existe des frictions sur le marché de l'emploi. Ainsi Pissarides (2000) explique que le processus de recherche d'emploi est décentralisé et non coordonné et, de plus, est coûteux en termes de temps et d'argent (asymétrie d'information, hétérogénéité des emplois et des candidats…), à la fois pour les individus cherchant un emploi et pour les entreprises cherchant à en pourvoir un. Ces frictions sont généralement modélisées par une fonction d'appariement (*matching function*) qui indique le nombre d'emplois créés pour chaque unité de temps en fonction du nombre d'emplois à pourvoir, du nombre de chercheurs d'emploi, et éventuellement d'autres aspects du marché du travail (efficacité des institutions). L'introduction de telles frictions sur le marché de l'emploi permet d'expliquer, entre autres, la présence simultanée d'emplois vacants et de demandeurs d'emploi à l'équilibre, la durée du chômage, etc. L'idée que la recherche d'emploi était un processus coûteux a émergé dans les années 1960 dans les travaux, notamment, d'Alchian (1969), Phelps (1968) ou Mortensen (1970). D'autres leur ont succédé et ont contribué à sophistiquer cette approche du marché du travail. De nos jours, un modèle de référence dans ce champ de recherche est celui

développé par Diamond (1982), Mortensen (1982) et Pissarides (1985), mais ce dernier n'inclut aucune dimension spatiale.

Dans cette littérature liant les déplacements pendulaires et le marché de l'emploi nous pouvons citer les contributions de Cheshire (1979), Rogerson (1982), Manning et Petrongolo (2011), Gobillon, Magnac et Selod (2011), Marinescu et Rathelot (2013) et Guglielminetti et al. (2015). Dans la contribution la plus récente Guglielminetti et al. (2015) modélisent l'intensité de la recherche d'emploi et le salaire minimum en fonction des déplacements pendulaires issus d'une offre d'emploi. Empiriquement les résultats des travaux précédemment cités, montrent une décroissance plus ou moins prononcée du *matching* plus la distance entre le lieu de résidence et le lieu d'emploi augmente.[8]

Wasmer et Zenou (2002) et Wasmer et Zenou (2006) vont apporter une extension significative au modèle monocentrique y insérant les principales caractéristiques des modèles de *search and matching*. Désormais, l'efficacité de la recherche d'emploi dépend aussi de la distance entre l'entreprise et le lieu de résidence du demandeur. Ainsi, la dimension spatiale est une source de friction supplémentaire sur le marché du travail. L'intuition derrière cette modification du modèle repose sur l'idée que les entreprises utilisent des méthodes de diffusions locales pour communiquer leurs offres d'emplois (affichettes placardées sur la devanture, journaux locaux, etc.), phénomène mis en évidence par la littérature empirique (Turner (1997), Holzer et Reaser (2000) par exemple). Le manque d'information des habitants éloignés des emplois peut être encore accentué s'ils vivent dans un quartier où de nombreux résidents sont au chômage, et tel est le cas dans l'un des deux équilibres possibles du modèle de Wasmer et Zenou (2002).

Un autre mécanisme, proposé par Coulson, Laing et Wang (2001), implique que les demandeurs d'emploi pourraient refuser un emploi éloigné s'il est peu rémunéré, en ce que les coûts occasionnés par les trajets domicile-travail seraient perçus comme trop lourds par rapport au salaire. Smith et Zenou (2003) considèrent, pour leur part, que les individus éloignés des emplois, et qui paient généralement un loyer plus faible du fait de cette situation géographique désavantagée, pourraient avoir moins

[8] Cette littérature récente et très riche permet potentiellement d'augmenter l'impact prédit des politiques de transport, en ce qu'elle permet de mieux appréhender le décloisonnement des quartiers périphériques sur les activités de recherche.

d'incitations à trouver un emploi qui leur correspond. En effet, dans les modèles, ces derniers doivent arbitrer entre se loger près de la zone d'emploi, à un loyer plus élevé, ce qui leur permet de maximiser leur chance de trouver un emploi adapté, ou de résider plus loin des emplois, payer un loyer plus faible, mais subir des coûts de transports plus élevés au moment de chercher un emploi. Dans le court terme, la situation de ces derniers est plus enviable, mais c'est l'inverse qui se produit dans le long terme. Cette réflexion a été étayée par des travaux empiriques, notamment Patacchini et Zenou (2007). Dans un registre similaire, les individus pourraient décider d'eux-mêmes de réduire leur zone de prospection en ce qu'en dehors de cette zone, les coûts de recherche sont trop élevés. Ortega (2000) modélise ce mécanisme tandis que Gautier et Zenou (2010) étudient l'impact des différences de richesse, qui se manifestent par la possession ou non d'une voiture, sur le périmètre de recherche d'emploi. D'autres explications se placent du côté des entreprises : celles-ci pourraient refuser d'embaucher des résidents de certains quartiers (Zenou et Boccard (2000) par exemple). Elles pourraient aussi avoir une politique salariale consistant à payer moins les salariés résidant à distance en ce qu'elles supposent que de longs trajets affecteront leur implication dans leur travail. Zenou (2002) propose un modèle dans lequel les entreprises refusent d'embaucher des demandeurs d'emploi résidant au-delà d'une distance donnée.

Les effets d'agglomération

Les récentes décennies ont vu les coûts de transport chuter et les moyens de communication proliférer, ce qui pourrait laisser penser que le rôle des villes diminuerait progressivement. Pourtant, la population mondiale s'agglomère de manière croissante dans les villes, le taux d'urbanisation ayant dépassé les 50 % à la fin des années 2000 dans le monde entier (Banque Mondiale) et dépassant les 77 % à la même époque en France (INSEE). De ce contexte, les économistes cherchent à comprendre les raisons pour lesquelles les individus et les entreprises semblent tant attirés par les zones les plus denses, alors même que les prix du foncier et les salaires sont généralement plus élevés dans les villes. Fujita et Thisse (2013) proposent dans un ouvrage de référence un panorama exhaustif des principales contributions concernant les économies d'agglomération.

Une des explications de ce phénomène réside dans l'existence d'économies d'agglomération, concept qui, tel que défini par Glaeser et Resseger (2010), englobe

tous les bénéfices tirés de la concentration des entreprises et des individus dans les villes. Techniquement, les économies d'agglomération peuvent être introduites dans le modèle monocentrique en faisant dépendre positivement le salaire avec la taille de la population (Duranton et Puga 2004). Ce concept peut aussi être compris comme une forme d'économie d'échelle externe, concept initialement développé par Marshall (1879), et qui fait échos au théorème d'impossibilité spatial de Starrett (1978). Ce dernier démontre que, abstraction faite de l'hétérogénéité du territoire, en présence de coûts de transports non nuls et en l'absence de rendements croissants, il n'y a d'autre équilibre possible qu'un équilibre dans lequel les individus vivraient en autarcie économique. C'est à partir des années 1980 que les économistes ont commencé à accorder une importance croissante aux économies d'agglomération[9], au moment où émergeait la Nouvelle Économie Géographique, avec la création de partenariats commerciaux qui attirent l'attention de spécialistes du commerce international, tels que Paul Krugman, sur les enjeux spatiaux. Ce dernier (1991) met au point un modèle dit centre-périphérie dans lequel les économies d'agglomération dérivent de manière endogène des interactions entre les coûts de transports, les économies d'échelle et le potentiel de marché, et expliquent l'émergence des villes. Dans ce sillage, de nombreux travaux cherchent, par différents moyens, à expliquer ainsi qu'à quantifier ces économies d'agglomération.

Duranton et Puga (2004) développent une classification de ces économies d'agglomération : elles peuvent reposer sur le partage, l'appariement ou encore sur l'apprentissage. Ces auteurs soulignent cependant qu'elles sont difficiles à identifier empiriquement, car ces différents mécanismes débouchent sur les mêmes prédictions (*équivalence Marshallienne*). Cette classification est reprise dans Puga (2010), la suite de cette revue de littérature s'inspire de cette présentation. Parmi les économies de partage, les gains peuvent provenir de la mise en commun de coûts fixes (voir Buchanan (1965) par exemple), du partage du travail et de la parcellisation des tâches, tels qu'illustrés dans l'exemple de la fabrique d'épingles d'Adam Smith (1776).

[9] "What you have to understand is that in the late 1980s mainstream economists were almost literally oblivious to the fact that economies aren't dimensionless points in space – and to what the spatial dimension of the economy had to say about the nature of economic forces. You may find this implausible – how could economists fail to take into account facts of life that are part of everyone's daily experience? –but I can assure you that it was true. I recall a conversation at one conference on the "new growth theory" in which a fairly eminent economist challenged some of us, in belligerent tones, for any evidence that increasing returns and positive external economies actually play any important economic role. I think I replied "Cities" – to be greeted with a stare of incomprehension." Paul Krugman, The New Economic Geography, Now Middle-Aged (2011).

Abdel-Rahman et Fujita (1993) développent un modèle dans lequel le partage de fournisseurs est à l'origine de rendements croissants : une augmentation de la production du produit final implique une augmentation moins proportionnelle des consommations intermédiaires. Overman et Puga (2010) utilisent des indices à la Ellison et Glaeser pour mettre en évidence l'importance de ce mécanisme. Ellison, Glaeser et Kerr (2010), quant à eux montrent que les entreprises ayant les mêmes consommations intermédiaires ont tendance à se regrouper.

Les effets externes de la concentration des emplois et du recrutement

Les gains de partage peuvent aussi résulter de la mise en commun du marché de l'emploi, il permet de répartir le risque en lissant les fluctuations salariales. C'est l'intuition partagée par les modèles de Krugman (1991) et d'Overman et Puga (2010). Ces derniers montrent empiriquement que les secteurs faisant face à plus de volatilité tendent à se regrouper. Un second mécanisme pouvant être à l'origine des économies d'agglomération repose sur une qualité d'appariement entre emploi et employé accrue dans les plus grandes villes. Helsley et Strange (1990) ont souligné l'externalité d'appariement qui résulte de l'augmentation de la qualité attendue de l'appariement emploi-employé quand la population urbaine croit. Dans une grande ville, le spectre des qualifications est supposé plus dense, réduisant ainsi l'écart entre les qualifications recherchées et disponibles. Coles et Smith (1998) développent un modèle dans lequel la fonction d'appariement est caractérisée par des économies d'échelle. À supposer qu'un demandeur d'emploi puisse postuler simultanément à plusieurs annonces, un plus grand nombre d'annonces augmente la probabilité d'appariement. Les économies d'agglomération peuvent aussi émerger d'externalités d'apprentissage. Cette idée avait déjà été développée par Jacobs (1969) qui expliquait que la densité facilite la transmission du savoir. Glaeser (1999) développe un modèle dans lequel les jeunes travailleurs emménagent en ville pour bénéficier des interactions avec les travailleurs plus expérimentés. Duranton et Puga (2001) construisent un modèle dans lequel les entreprises, à leurs débuts, ont besoin d'expérimenter pour améliorer leur productivité, ce qui est facilité par l'environnement varié offert par les grandes villes. À l'inverse, une fois matures, elles cherchent à se spécialiser. D'un point de vue empirique, Glaeser et Mare (1994) analysent les dynamiques salariales des individus qui arrivent et qui quittent les villes. Le premium de salaire persiste dans le temps chez ceux qui partent tandis que les arrivants n'en bénéficient pas immédiatement, ce qui encourage à penser qu'il

s'agit d'un processus dynamique, d'apprentissage ou d'appariement. Glaeser et Resseger (2010) montrent que la relation entre productivité et population est particulièrement forte dans les villes comptant le plus d'individus qualifiés, ce qui suggère que les connaissances se propagent davantage dans les villes.

La mesure des effets d'agglomération

D'un point de vue empirique, Ioannides (2012) revient sur les nombreux travaux qui ont tenté de documenter les économies d'agglomération en les mesurant, bien que l'équivalence marshallienne rende leur nature difficile à identifier. La partie suivante s'appuie sur son travail.

Une première approche pour documenter l'importance des économies d'agglomération est d'estimer la part de la concentration de l'activité économique qui ne revient ni au hasard ni à l'exploitation d'avantages comparatifs. C'est ainsi que Dumais, Ellison et Glaeser (1997) développent un indice de concentration de l'activité économique, grâce à un modèle dit de cible (*dartboard approach*), en ce qu'ils estiment la mesure dans laquelle la situation géographique des entreprises dévie d'une localisation aléatoire. Ellison et Glaeser (1999) montrent que cette concentration ne peut s'expliquer qu'à hauteur de 20 % par des avantages naturels. Cet indicateur, qui évite de possibles biais de découpages a été largement réutilisé dans la littérature. Par exemple, Rosenthal et Strange (2001) calculent l'indice d'Ellison et Glaeser en utilisant des données américaines sur le secteur manufacturier à différentes échelles pour déterminer le type d'économie d'agglomération à l'œuvre à ces différentes échelles. Dumais, Ellison et Glaeser (2002) emploient aussi cet indice et concluent que les forces d'agglomérations varient selon le secteur d'activité et du stade de développement des entreprises. Une autre méthode permettant de mesurer le degré de concentration des activités consiste à estimer la distribution des distances interentreprises dans un secteur d'activité donné. C'est l'approche retenue par (Duranton et Overman (2005), (2008)) et qui leur permet de mettre en évidence la concentration spatiale des entreprises d'un même secteur et des entreprises entretenant des relations verticales. Une autre approche repose sur l'estimation du premium de salaire existant dans les villes. En effet, la théorie économique avance que, sur le marché du travail, les individus sont payés relativement à leur productivité marginale. Bien que les marchés ne soient pas parfaitement compétitifs, un salaire moyen plus élevé peut être interprété comme une preuve d'une productivité plus

élevée en milieu dense, car les entreprises pourraient se relocaliser là où la main d'œuvre être moins coûteuse. Cependant, mesurer un tel premium n'est pas si aisé, car il est difficile de savoir si les individus se concentrent dans les villes du fait de la présence de facteurs y améliorant la productivité, ou si la productivité plus élevée résulte de la densité de population. Pour pallier à ce problème d'endogénéité, Rosenthal et Strange (2008) utilisent des caractéristiques géologiques pour instrumenter la densité de population et trouvent une relation positive entre cette dernière et les salaires. Cependant, un autre facteur peut venir biaiser la mesure de ce premium de salaire : l'autosélection des individus. En effet, les agents qui vivent en ville ne présentent pas nécessairement les mêmes caractéristiques que ceux qui n'y résident pas. Combes, Duranton et Gobillon (2010) utilisent aussi la géologie pour instrumenter la densité de population tout en exploitant la dimension longitudinale des bases de données pour contrôler l'hétérogénéité inobservable des individus. Ils trouvent un effet positif de la densité sur les salaires, mais ce coefficient est fortement amoindri par l'introduction d'effets individuels, mettant en évidence la force de l'autosélection. Une autre manière de mesurer les économies d'agglomération consiste à s'intéresser aux variations spatiales de la productivité (*total factor productivity*). Là encore, pour pallier au risque de causalité inverse, Ciccone et Hall (1993) instrumentent la densité avec des données historiques, ils postulent que les déterminants de la densité dans un passé lointain sont considérés exogènes aux déterminants actuels de la productivité. Greenstone, Hornbeck et Moretti (2008) mesurent la productivité d'entreprises de villes dans lesquelles une entreprise de taille substantielle s'est implantée et la comparent à celle des entreprises de villes candidates à l'accueil de ces mêmes entreprises. Cette quasi-expérience met en évidence un accroissement de la productivité dans les villes « gagnantes » par rapport aux autres. Cependant, d'autres travaux ont mis en avant une explication alternative concernant les premiums de salaires ou de productivité présents dans les villes : ils pourraient résulter de la sélection des entreprises. En effet, dans les zones plus denses, la compétition est plus féroce et pourrait, par un mécanisme darwinien, entraîner l'éviction des entreprises les moins performantes. C'est l'intuition formalisée par Melitz et Ottaviano (2008). Combes et al. (2012) analysent la distribution de la productivité dans des villes de différentes tailles, car si les économies d'agglomération et la sélection darwinienne des entreprises aboutissent à la même productivité moyenne, la distribution de cette dernière est différente selon le

scénario envisagé. Ils concluent que, pour la plupart des secteurs, la sélection des entreprises semble assez indépendante de la taille de la ville alors que les économies d'agglomérations sont plus fortes dans les milieux les plus denses. Dans la lignée de cette réflexion, Behrens, Duranton et Robert-Nicoud (2014) développent un modèle dans lequel la sélection des individus, la sélection des entreprises et les économies d'agglomérations interagissent. Ainsi, la littérature empirique, à travers différentes méthodes, documente largement l'existence d'économies d'agglomérations.

Ce survol de la littérature n'a pas vocation à être exhaustif. La littérature en économie urbaine est dense et foisonnante, et nous avons surtout insisté sur les contributions clés dans chacune des sous-branches de la discipline. Néanmoins ce survol nous permet de situer notre modélisation à l'aune des travaux existants, d'appréhender nos choix méthodologiques et d'apprécier les apports de ce travail novateur. Dans la partie suivante, nous présentons un panorama descriptif de l'agglomération parisienne afin d'appuyer nos hypothèses théoriques.

2. Quel modèle pour l'agglomération parisienne : éléments de cadrage

Dans cette partie nous mettons en exergue les principaux faits stylisés de la métropole parisienne, afin de proposer une modélisation théorique cohérente avec la situation socioéconomique et urbaine de Paris. En particulier, il est important de proposer une modélisation qui soit capable à la fois de reproduire le caractère fortement monocentrique de l'agglomération parisienne et, par ailleurs, qui permette de prendre en considération les frictions sur le marché du travail et les imperfections sur le marché du logement.

Le modèle monocentrique se caractérise par un certain nombre de gradients entre le centre de l'aire urbaine c'est-à-dire le *CBD* (*Central Business District*), et sa périphérie. Dans notre cas le centre de la métropole est représenté par l'emplacement de la mairie du premier arrondissement. Pour les gradients en ratio au niveau communal, la valeur de référence sera, sauf mention contraire, les valeurs du premier arrondissement de Paris.

Tableau 1 : Population en fonction de la distance au centre de Paris

	Nbre. Com.	Moyenne (Écart type)	Médiane	Somme	Somme Cumulée (%)
Paris intra-muros	20	112 192 (72 388)	116 847	2 243 833	2 243 833 (19,04%)
De 5 à 10 km	52	45 238 (25 035)	40 549	2 352 367	4 596 200 (39,00%)
De 10 à 20 km	152	23 623 (20 589)	18 491	3 590 696	8 186 896 (69,46%)
De 20 à 30 km	203	8 963 (10 240)	4 985	1 819 570	10 006 466 (84,90%)
Plus de 30 km	873	2 039 (4 477)	768	1 779 768	11 786 234 (100%)
Total Île-de-France	1 300	9 066 (21 316)	1 339	11 786 234	-

Source : Insee Recensement de la population 2013

2.1. La population et l'emploi

Concernant l'emprise géographique, le GPE débordant en deuxième couronne, nous restreindrons notre analyse aux communes situées à moins de 30 km du centre de Paris.

À moins de 20 kilomètres du centre de Paris, se concentrent déjà près de 70 % de la population d'Île-de-France, et près de 85 % dans un rayon de 30 kilomètres. Au-delà de 30 kilomètres, le territoire est conséquent, mais n'est que faiblement peuplé.

Dans la Figure 2, nous représentons la densité communale en deux dimensions en la superposant avec les lignes de chemin de fer et les axes autoroutiers. Nous constatons une forte association entre la densité de population d'une commune et la présence d'une gare de chemin de fer sur son territoire. Cette association est absente pour les lignes de TGV. De même l'association entre les autoroutes et la densité est moins importante que pour les chemins de fer. Les autoroutes ont des tracés plus récents qui ont moins façonné le développement urbain. De plus, il y a moins de sorties d'autoroute sur un tracé autoroutier qu'il peut y avoir de gares sur un tracé de chemin de fer.

Pour nous rendre compte du caractère fortement monocentrique de la région Île-de-France, dans la Figure 3, nous représentons en trois dimensions la densité de population et d'emploi de la région. Le caractère monocentrique se révèle sans ambiguïté avec des densités de population et d'emploi extrêmement élevées pour les arrondissements de Paris intra-muros, puis une certaine décroissance à mesure que nous nous éloignons du centre. À noter que cette représentation en trois dimensions permet de prendre toute la mesure des différences qui existent en termes de densité de population et d'emploi entre Paris intra-muros et les autres communes.

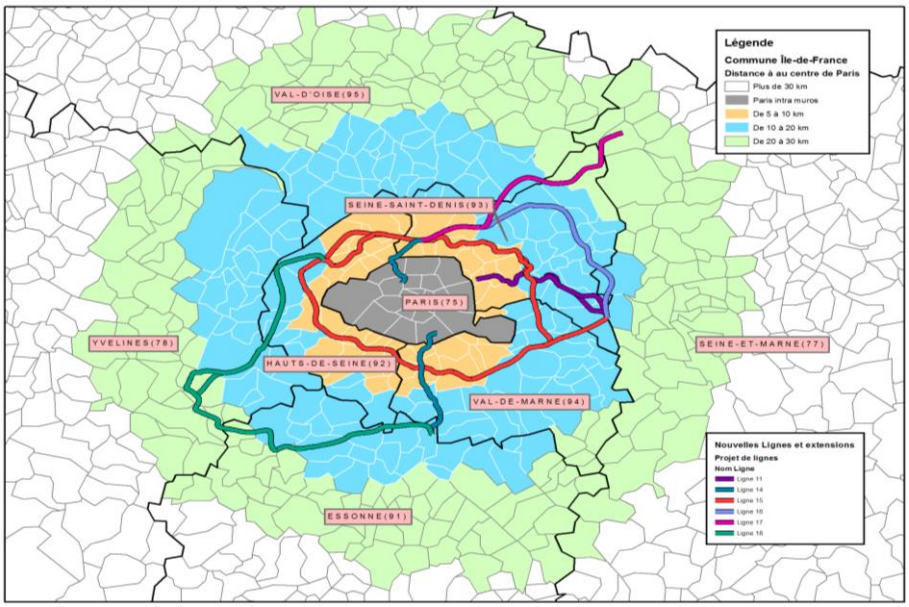


Figure 1 : Tracé du Grand Paris Express

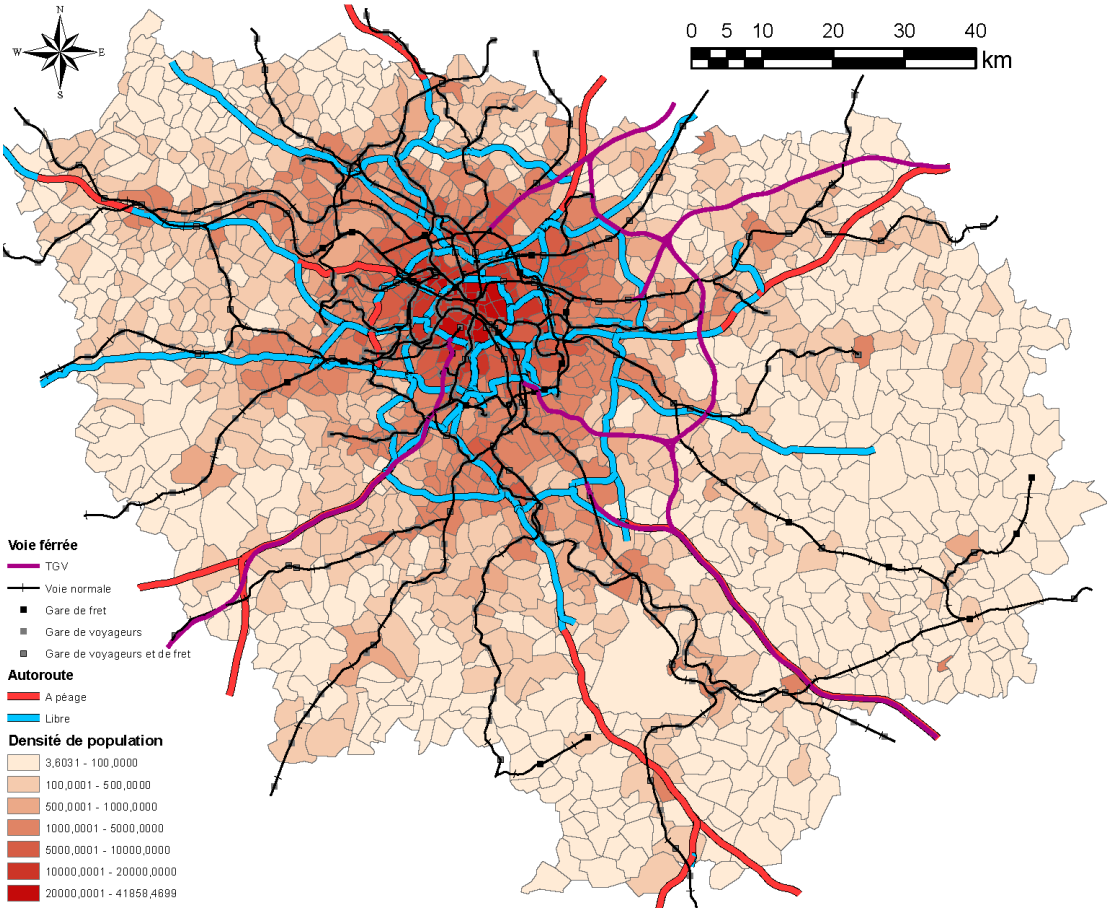


Figure 2 : Densité de population et réseaux de transport

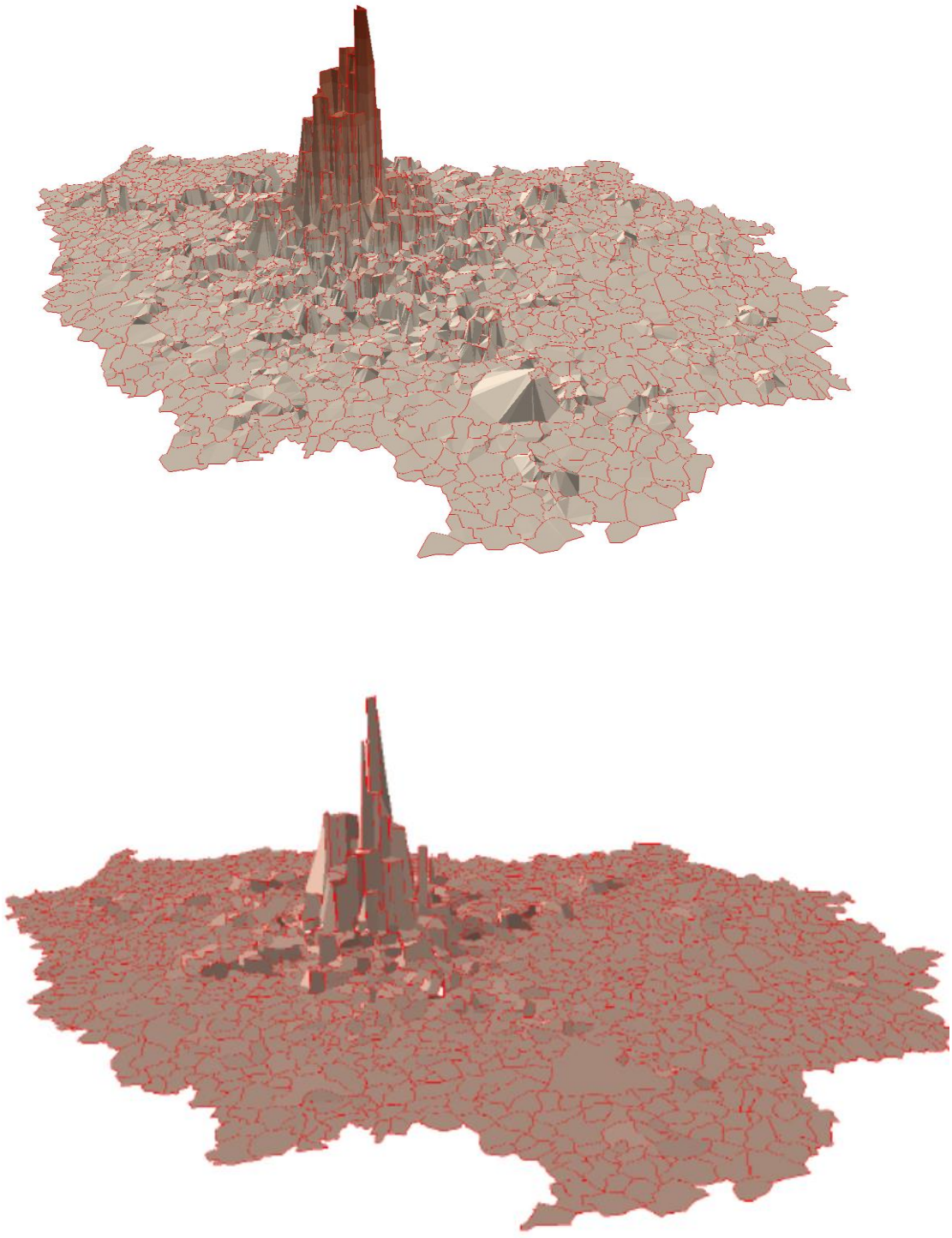


Figure 3 : Densité de population (haut) et d'emploi (bas) en trois dimensions

Tableau 2: Nombre d'emplois dans la commune

	Nbre. Com.	Moyenne (écart type)	Médiane	Somme (%)	Somme Cumulée (%)
Paris intra-muros	20	89 884(37 050)	86 979	1 797 679 (31,71 %)	1 797 679 (31,71 %)
De 5 à 10 km	52	24 014 (21 436)	16 290	1248 738 (22.03 %)	3 046 417 (53,74 %)
De 10 à 20 km	152	8 384 (11 022)	5 339	1 274 429 (22,48 %)	4 320 846 (76,22 %)
De 20 à 30 km	203	3 865 (8 141)	1 370	784 596 (13,94 %)	5 105 442 (90,00 %)
Plus de 30 km	873	645 (2 069)	115	563 460 (9,94 %)	5 668 902 (100,0 %)
Île-de-France	1300	4 361 (14 307)	289	5 668 902	-

Source : Insee Recensement de la population 2013

L'emploi est aussi fortement concentré au centre de l'agglomération et principalement dans la commune de Paris.

À la lecture du Tableau 2, nous constatons que 90 % des emplois d'Île-de-France se situent à moins de 30 kilomètres du centre de Paris et la moitié des emplois à moins de 10 kilomètres. Avec 1,8 million d'emplois, Paris intra-muros cumule près de 32 % des emplois de la région.

2.2. Les trajets domicile-travail

La Figure 4 représente une visualisation de la densité des flux de transport domicile-travail à partir des données de l'INSEE, au niveau des communes de départ et d'arrivée. Pour chaque commune, seuls les flux supérieurs à 100 personnes sont représentés. Nous constatons que l'essentiel des flux est concentré dans un rayon de 20 kilomètres autour de Paris[10], ce qui renforce notre hypothèse de travail de ville monocentrique en première instance.

[10] 86 % du volume des déplacements pendulaires en Île-de-France ont une destination qui se trouve à moins de 20 km du centre de Paris (Source INSEE, calcul des auteurs).

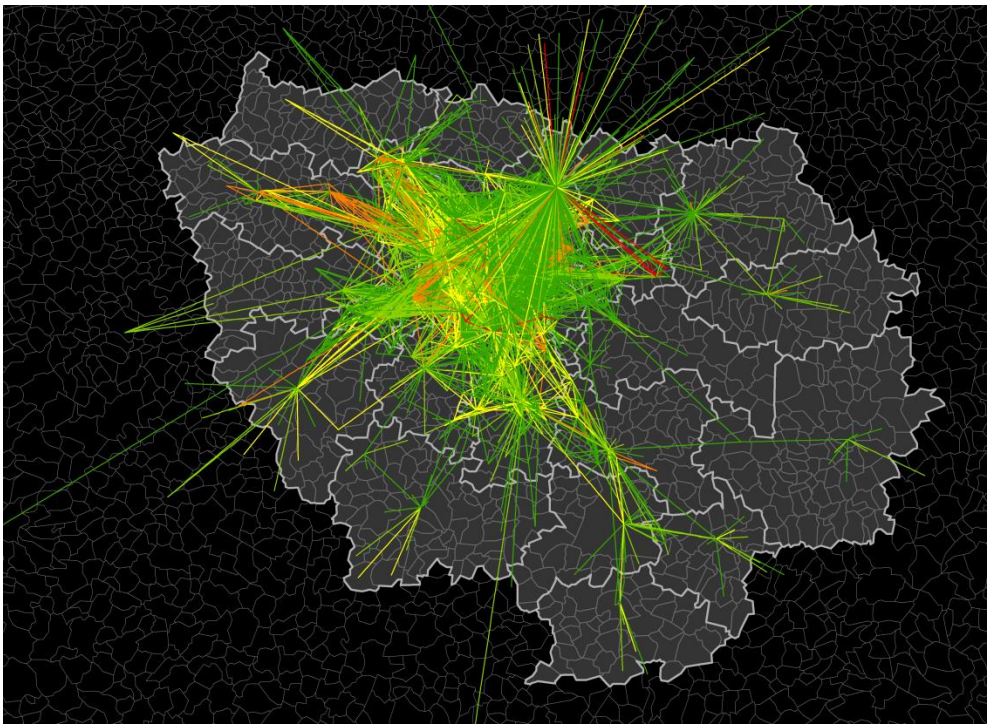


Figure 4 : Flux de transport domicile-travail en Île-de-France

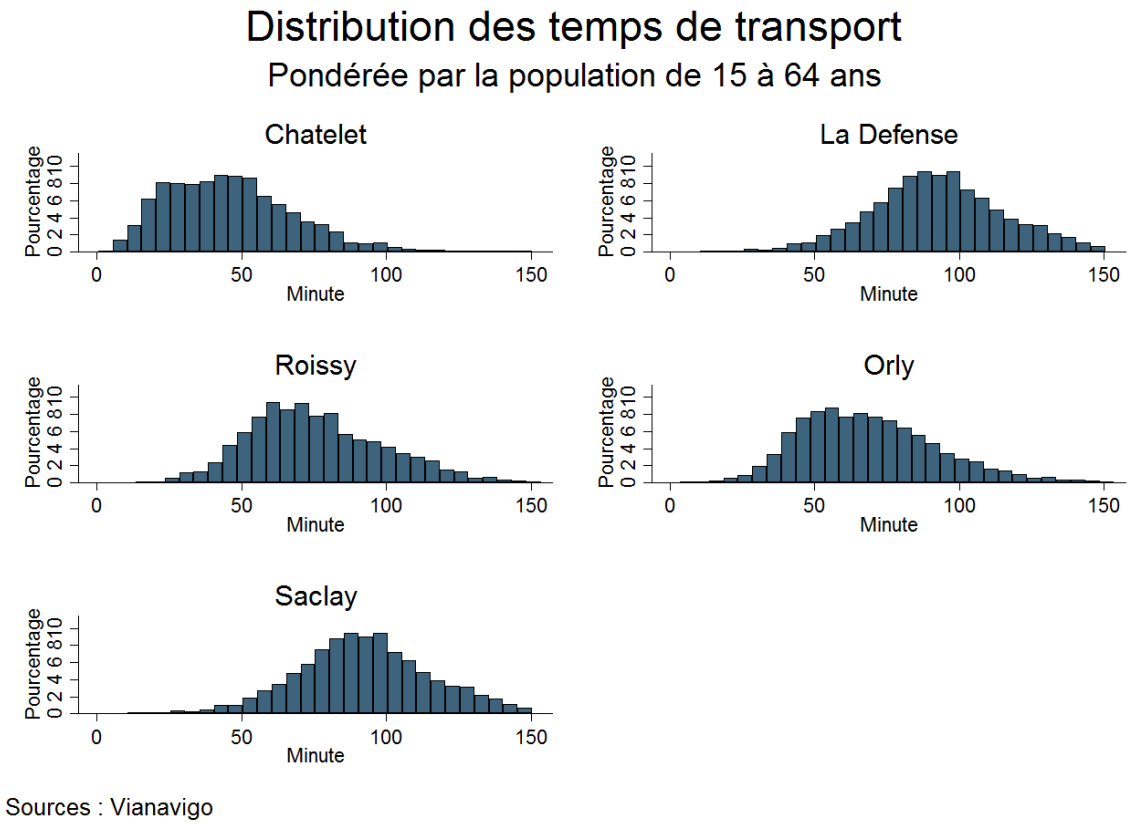


Figure 5 : Temps de transport théoriques en Île-de-France vers ses zones principales d'emploi

La Figure 5 représente des histogrammes des temps de transport entre le centroïde des IRIS (Ilots Regroupés pour l'Information Statistique) et différentes zones d'emploi principales. Ces graphiques ont été construits à partir des données du calculateur *Vianavigo*, qui ont été collectées par un algorithme de calcul en langage de programmation Python par une équipe d'étudiants de master dans le cadre d'un groupe de travail à Sciences Po[11]. Chacun des IRIS du lieu de départ est pondéré par la population des individus entre 15 et 64 ans. Nous voyons que la station Châtelet est le lieu pour lequel la distance moyenne et médiane est la plus faible (environ 40 minutes), ce qui justifie l'hypothèse de centralité de Châtelet qui sera faite par la suite. Les autres lieux (Saclay, Roissy, Orly et la Défense) ont des distances moyennes aux différents IRIS d'Île-de-France comprises entre 70 et 90 minutes. La Défense en particulier apparaît comme étant relativement moins bien desservie par rapport à l'ensemble des IRIS. Cela ne signifie pas nécessairement que toutes les personnes employées à la Défense ont des temps de transport longs, mais qu'il est plus facile, pour une personne aléatoirement choisie en Île-de-France, de travailler autour de Châtelet qu'à la Défense.

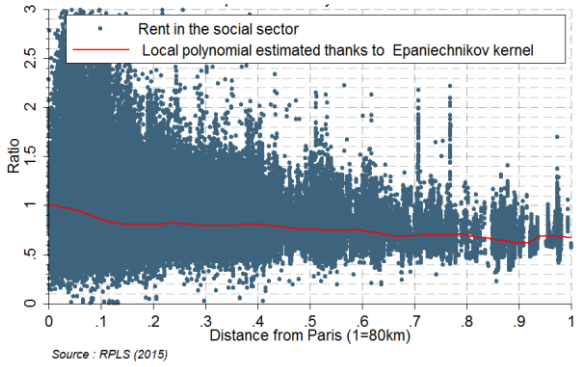
2.3. Les loyers, les prix de l'immobilier et le foncier d'entreprise

Dans ce qui suit, nous allons analyser à la fois l'hypothèse de *monocentricité* des loyers, des prix de l'immobilier et du foncier d'entreprise d'une part, et les écarts de gradient entre les différents parcs d'habitation et de foncier d'entreprise d'autre part. Les conclusions qui émergent sont les suivantes : a) l'hypothèse de *monocentricité* est une hypothèse valide ; b) le marché du foncier d'entreprise est fluide en ce que les prix d'acquisition et de location suivent des gradients dans l'espace très similaires ; c) le marché du logement résidentiel n'est pas fluide, en ce que le secteur libre (prix d'achat et de vente) a un gradient nettement supérieur au gradient du marché locatif privé, lui-même ayant un gradient nettement supérieur à celui du marché locatif social, qui est presque plat dans l'agglomération parisienne. Ce constat nous conforte dans la nécessité de modéliser un marché du logement dual. Le marché du foncier d'entreprise est concentré en centre-ville, son coût est proportionnel au prix du foncier du secteur libre dans l'hypercentre.

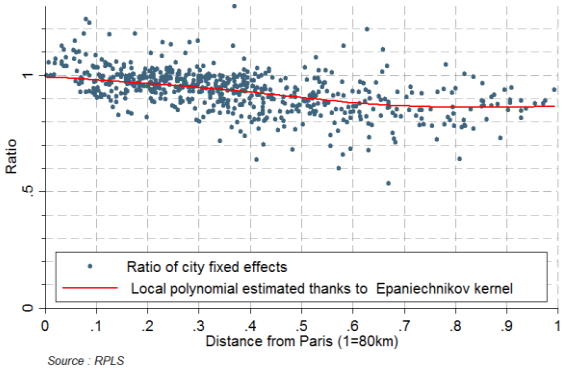
[11] Cours de master-doctorat de Florian Oswald et Etienne Wasmer, travail sous le tutorat de Jean-Benoît Eyméoud.

Les prix fonciers décroissent fortement par rapport à ceux du centre de Paris sur les 15 premiers kilomètres pour se stabiliser ensuite. Pour mettre en exergue la décroissance des prix fonciers, nous utilisons différentes sources, décrites et reprises dans le document annexe (Chapelle, Wasmer et Bono 2017). Pour comparer ces prix, nous construisons le ratio des prix par rapport au prix du premier arrondissement de Paris et nous exprimons ces valeurs en fonction de la distance. Nous reportons aussi l'ajustement polynomial des données à la distance.

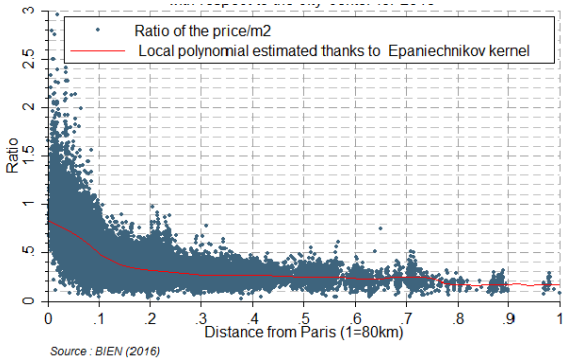
Sur la Figure 6 nous reportons les ratios des prix des logements estimés à partir de la base BIENS (Base d'Informations Économiques Notariales), les loyers dans les logements sociaux issus du RPLS (Répertoire sur le parc locatif social) et les loyers du secteur privé issus d'annonces immobilières récupérées sur internet, en fonction de la distance, en limitant la distance maximale à 80 km. Les distances s'entendent point à point entre le centre de Paris, représenté par convention par la mairie du premier arrondissement et les centres-villes (ou d'arrondissements). Les centres sont fournis dans la carte GEOFLA de l'IGN.



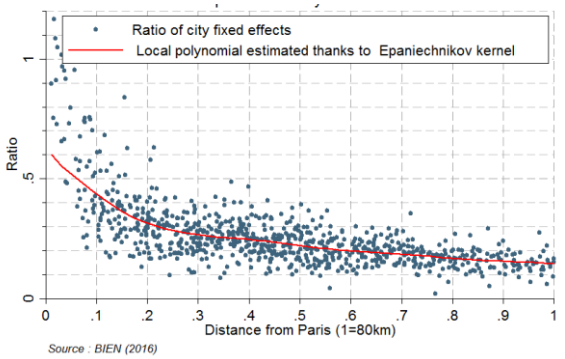
Gradient de loyer dans le secteur locatif social (données individuelles)



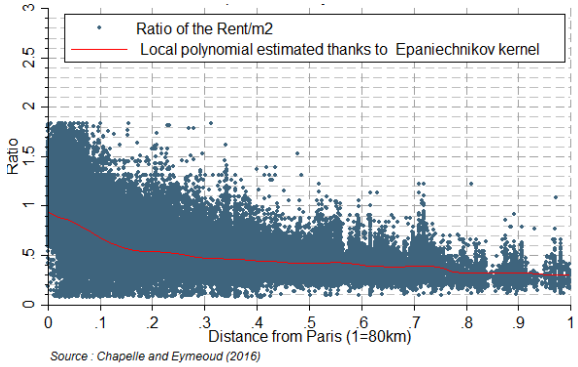
Gradient de loyer dans le secteur locatif social (niveau moyen commune)



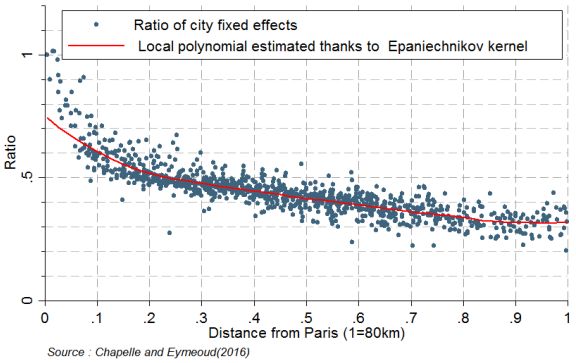
Gradient de prix à l'achat (données individuelles)



Gradient de prix à l'achat (niveau moyen commune)



Gradient de loyer dans le secteur locatif privé (données individuelles)



Gradient de loyer dans le secteur locatif privé (niveau moyen commune)

Figure 6 : Décroissance des prix fonciers en fonction de la distance
Le niveau moyen commune est obtenu par un effet fixe après contrôle par des variables individuelles ; tous les prix et loyers formant les indices sont euro par mètre carré.

3. *Un modèle économique monocentrique adapté au Grand Paris*

L'objectif de cette partie est de présenter un modèle où les effets des infrastructures de transport sur le marché du travail sont caractérisés par une seule équation. Idéalement cette équation décomposerait les effets de manière additive, avec le cas échéant des interactions entre les différents effets. Une fois le modèle produit, l'étape suivante sera d'en calibrer les principaux paramètres.

Une dimension très importante de l'agglomération parisienne est sa propension à interagir avec l'équilibre urbain par des restrictions sur les prix du logement locatif (loyers régulés en cours de bail, à la relocation, en dispersion par rapport aux loyers de référence, secteur social dont les loyers ne sont pas déterminés par le marché) et sur les quantités (régulation de la hauteur des immeubles, de la gestion du foncier constructible). Il nous a donc semblé primordial de placer la régulation des loyers au centre de l'analyse théorique, dans le cadre simplificateur du modèle monocentrique.

Ce modèle n'est pas un modèle prédictif à proprement parler. Il est plutôt une maquette de l'économie de l'agglomération, qui permet l'analyse des effets de loyers sur les salaires et la demande d'emploi dans un contexte spatial. Le modèle est construit de façon à permettre l'intégration de différents blocs (frictions d'appariement des emplois, négociation des salaires, rente foncière, externalités de production) dans un cadre flexible. Le paramètre représentant les rigidités des loyers peut ainsi être ajusté de façon à les neutraliser entièrement dans le modèle ou, au contraire, varier de façon à en augmenter continûment l'effet.

Il est à noter que le paramètre déterminant les rigidités des loyers est quantifié par la taille du secteur de logements à prix contrôlés.

Cette dualité a une importance considérable sur la mixité sociale. Dans un monde où les prix du foncier sont libres, le logement « trie » parfaitement les individus en fonction de leur capacité à payer pour le lieu de résidence. Dans le contexte de l'analyse spatiale du marché de l'emploi, la flexibilité parfaite des prix conduit les personnes employées à vivre près du centre et les personnes en demande d'emploi à être reléguées à la périphérie (Wasmer et Zenou, 2002, 2006). A contrario, la rigidité complète des prix du logement conduit à l'absence totale de « tri » dans la ville ; c'est

plutôt l'histoire économique qui détermine la position des individus et des ménages dans la ville. Ceci s'accompagne d'un rationnement et donc de files d'attente. Dans le cas extrême où les prix dans la ville sont exogènes, la population est répartie uniformément dans l'agglomération indépendamment de sa volonté de se rapprocher ou de s'éloigner du centre. Il en résulte moins de ségrégation, mais une dispersion inefficace des personnes employées, certaines devant effectuer des trajets importants et d'autres, non employées, résidant près du centre sans en avoir autant besoin que les travailleurs pendulaires. Cela peut aussi avoir comme effet induit d'impacter à la baisse les externalités de production des travailleurs les plus performants.

Dans ce qui suit, nous développons un modèle d'agglomération avec deux secteurs de logements : un secteur soumis au contrôle des loyers et un secteur où les prix fonciers sont libres. Dans le secteur libre, les agents enchérissent pour l'espace et les loyers d'équilibre éliminent toute différence *ex ante* dans l'utilité des agents. Dans le secteur contrôlé, les loyers sont exogènes, déterminés par la puissance publique ou par les loyers passés en imposant des contraintes sur leur croissance.

Le modèle utilise une particularité théorique. Les agents choisissent leur localisation *ex ante*, c'est-à-dire avant de savoir s'ils vont être assignés au secteur libre ou au secteur contrôlé. En conséquence, *ex post*, l'utilité dépend de la localisation dans l'espace. Ceci est une nouveauté que nous trouvons appréciable ; en effet la vaste majorité de la littérature considère que l'utilité des individus est homogène dans l'agglomération, ce qui est peu réaliste. Dans le modèle de référence, nous faisons l'hypothèse que les agents ne peuvent pas se relocaliser dans le futur et nous étudions les salaires d'équilibre et l'entrée sur le marché des entreprises.

Notre modèle implique que les salaires des employés vivant dans le secteur libre dépendent fortement et linéairement des loyers, avec un facteur de proportionnalité équivalent au pouvoir de négociation des entreprises vis-à-vis des travailleurs. Nous montrons aussi que les salaires des employés suivent une forme fonctionnelle qui reflète positivement leurs productivités, mais aussi les loyers dont ils s'acquittent et enfin la situation du marché de l'emploi. Réciproquement, la demande de travail dépend négativement du loyer payé par les entreprises et aussi négativement par rapport aux loyers payés par les travailleurs du secteur libre. Par conséquent, tout facteur qui tend à faire monter les loyers, diminue la demande de travail et se

répercute sur les coûts salariaux. Inversement, tout mécanisme facilitant le transport réduit les loyers au centre et favorise l'emploi.

Enfin, les externalités de production dépendent négativement de la distance moyenne entre les employés et leurs lieux de travail, ce qui amplifie l'effet des loyers. Investir dans le réseau de transport entraîne un premier effet direct sur l'emploi à travers la réduction des loyers d'équilibre dans le secteur libre, impliquant une réduction des salaires. Le second effet direct de l'investissement dans les transports concerne la réduction des coûts induits par les loyers et payés par les entreprises. Enfin, investir dans les transports génère aussi un effet agrégé, car cela permet de diminuer le temps de transport des travailleurs à la fois dans le secteur libre et dans le secteur contrôlé.

Dans le cadre d'un marché d'enchère traditionnel, les agents économiques expriment leur désir de payer pour occuper une position dans l'espace urbain. À ce cadre analytique, nous ajoutons deux ingrédients de marchés « imparfaits » visant à améliorer le réalisme de la description du marché foncier et du marché du travail.

D'une part, les agents économiques sont alternativement employés et demandeurs d'emploi, avec des transitions gouvernées par un processus de création d'emploi et de destruction d'emploi dit d'appariement (modèle de *Matching* à la Diamond-Mortensen-Pissarides) et adapté au cadre urbain par Wasmer et Zenou (2002). Les rentes d'enchères des individus dépendent donc de la localisation dans l'espace et du statut dans le marché du travail.

D'autre part, nous ajoutons un secteur contrôlé au secteur libre. Ce secteur contrôlé est gouverné par une règle de loyer dépendant de la position dans l'espace qui est indépendante du statut sur le marché du travail, et par une règle d'assignation aléatoire, gouvernée par une probabilité p^c d'être dans le secteur contrôlé et $1 - p^c$ d'être dans le secteur libre. Ce paramètre p^c gouverne les frictions sur le marché du logement puisque le cas limite où $p^c = 0$ est le retour au modèle de marché du travail urbain frictionnel avec un secteur du logement concurrentiel. Le secteur contrôlé affecte la rente d'enchère du secteur libre ; nous ajoutons une rigidité dans le déroulement de l'expression de la rente d'enchère. Nous faisons l'hypothèse de « *commitment* » : la rente d'enchère exprime le désir de payer pour occuper le parc privé (secteur libre) sous l'hypothèse d'ignorance de la réalisation exacte de l'allocation de l'agent dans le secteur libre ou dans le secteur contrôlé. Cette

hypothèse permet de conserver le résultat essentiel d'iso-utilité *ex ante* dans la ville selon le statut du marché du travail : les individus sont *ex ante* indifférents dans leur choix de localisation, mais *a posteriori* de niveaux d'utilité différents. La richesse des situations *a posteriori* permet de calculer des indicateurs d'inégalités entre quartiers et au sein des quartiers et d'exprimer la relation d'arbitrage entre efficacité économique et inégalités spatiales.

Nous notons par $\bar{R}^c(d)$ le loyer à la distance d dans le secteur contrôlé. Ce loyer est exogène, déterminé par des arbitrages politiques qui sont par définition absents de notre modèle socioéconomique, qui les prend donc comme donnés. Nous faisons l'unique hypothèse qu'à la frontière de la ville, le loyer du secteur contrôlé est égal au rendement agricole de la terre, mais pour les autres localisations à l'intérieur de la ville, le loyer du secteur contrôlé est considéré comme déconnecté du consentement à payer des agents. En revanche, les loyers du secteur libre sont eux endogènes et dépendent de la rente d'enchère des ménages et bien sûr, à l'équilibre, des loyers du secteur contrôlé. Pour simplifier notre analyse, nous faisons les hypothèses suivantes sur la temporalité des évènements dans chaque période.

1. Les agents expriment *ex ante* des enchères conditionnelles pour le secteur libre, avant de connaître le secteur dans lequel ils seront affectés (libre ou contrôlé) et avant de savoir s'ils seront employés ou au chômage. Les fonctions d'enchères sont ainsi conditionnelles au statut vis-à-vis de l'emploi.
2. *Ex ante*, les agents sont indifférents entre toutes les localisations. Ce qui n'est plus vrai une fois qu'ils sont assignés à un secteur et une distance. Cependant leur localisation connue, il leur est possible, dans certains cas détaillés plus loin, de décider de se déplacer dans la ville notamment s'ils sont dans le secteur libre.
3. Les agents sont assignés de manière aléatoire à la localisation d partout dans la ville, avec une probabilité uniforme. Ils sont simultanément assignés au secteur libre ou au secteur contrôlé. Nous étudierons l'équilibre où les employés dans le secteur libre sont tous plus proches du *CBD* que les demandeurs d'emploi du secteur libre avec une densité uniforme dans la ville du secteur contrôlé pour les demandeurs d'emploi et les travailleurs de ce secteur.

a) Si les agents sont dans le secteur contrôlé, ils négocient leurs salaires, mais restent là où ils ont été assignés et ne déménagent pas. Cette caractéristique reflète le manque de mobilité des personnes habitant des logements dans un secteur contrôlé.
b) Si les agents sont dans le secteur du logement contrôlé, ils négocient leur salaire, mais ils restent où ils ont été affectés en cas de désaccord sur les salaires et leur option de sortie dans la négociation dépend de la distance à laquelle ils se trouvent. Cette situation décrit la moindre mobilité des personnes dans le secteur du loyer contrôlé. Ils sont également immobiles lors des transitions entre emploi et chômage.
c) Si les agents sont dans le secteur du loyer libre, ils négocient leur salaire, mais en considérant comme option de sortie une valeur moyenne du chômage conditionnellement à un déménagement dans la ville. De même, ils se relocalisent de façon optimale lors des transitions entre emploi et chômage.
d) Enfin, afin d'améliorer le réalisme du modèle, les individus ont la possibilité de se reloger périodiquement, soit au même endroit, mais entre parc à loyer libre ou contrôlé, soit à un autre endroit de la ville. Ces deux mécanismes de mobilité coexistent et sont introduits dans la calibration des sections ultérieures.

Dans le secteur contrôlé, nous trouvons à la fois des personnes employées et au chômage, ce qui est un équilibre de mixité sociale qui n'existe pas dans la plupart des modèles urbains habituels où le mécanisme d'allocation par la rente d'enchère conduit à un équilibre parfaitement discriminant. Ici, au contraire, cette mixité sociale permet d'obtenir une distribution non dégénérée des revenus et des statuts d'occupation dans la ville qui augmente considérablement le réalisme de la modélisation.

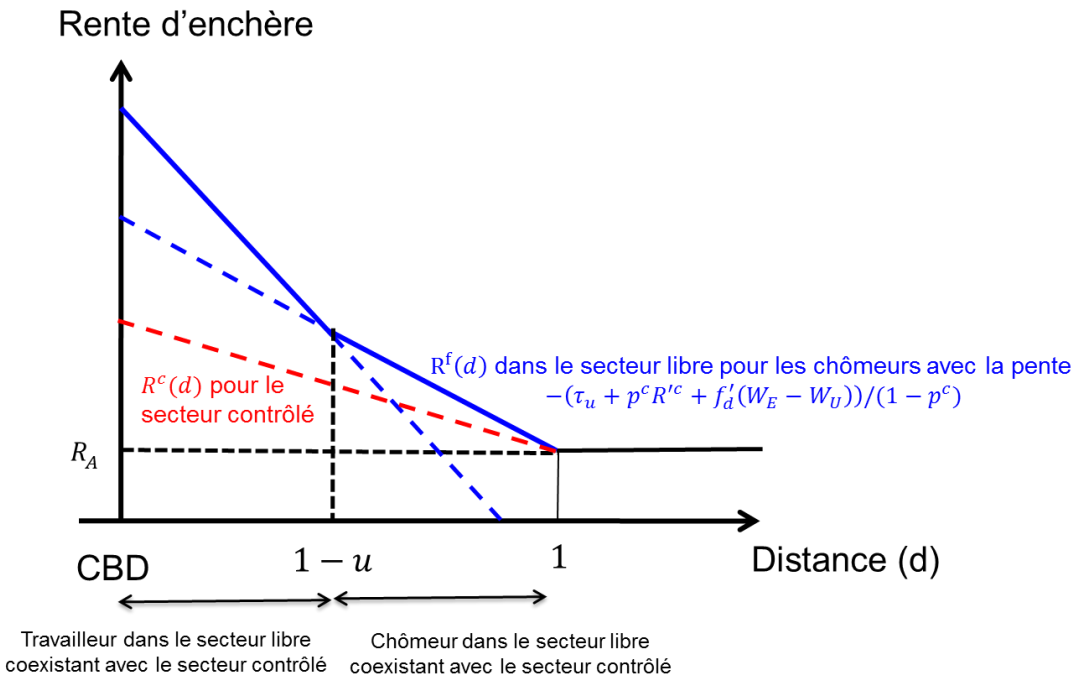


Figure 7 : gradients théoriques de prix du foncier et de loyers en présence d'un marché du travail frictionnel avec coexistence de chômage et d'emploi dans l'agglomération

Il en résulte que l'équilibre urbain peut être représenté comme dans la Figure 7 Les notations sont définies plus précisément en annexe, mais pour la lisibilité de la Figure, R_A est la rente agricole, u est le taux de chômage, CBD est le Central Business District, le lieu de concentration maximale des emplois, R^f est le loyer dans le secteur libre, τ_u est le coût de transport par unité de distance pour les chômeurs, R'^c est le gradient de loyer par unité de distance au centre du secteur contrôlé, f'_d est le supplément de probabilité de sortie du chômage si nous nous rapprochons d'une unité de distance du centre, et $W_E - W_U$ est le gain d'utilité inter-temporelle de sortir du chômage pour retrouver un emploi. La Figure 7 représente l'équilibre urbain où les employés faisant face à des coûts généralisés de transport plus élevés ont une fonction d'enchère plus pentue que celle des chômeurs. Il en résulte un tri spatial parfait des employés et des chômeurs dans le secteur libre : les employés se concentrent entre le centre et la distance $(1-u)$ où u correspond au taux de chômage (les distances sont normalisées - 0 correspondant au centre et 1 à la limite de l'aire urbaine) alors que les chômeurs du secteur libre sont entre $1-u$ et la limite de l'agglomération (qui vaut 1).

Libre entrée des entreprises, demande de travail

Le côté demande de travail du modèle est représenté par l'appariement entre des offres d'emplois (notées par la suite vacances d'emploi par convention) et les demandeurs d'emploi, à travers une fonction d'appariement. La demande de travail est déterminée par le nombre d'offres d'emploi postées par les entreprises et transformées en emplois à travers cet appariement, compte tenu des coûts de recrutement et des coûts salariaux d'une part, des profits et du taux de rotation sur le marché d'autre part. Nous notons V le nombre de vacances d'emploi et $\theta = V/u$ le ratio vacances/chômage qui reflète la tension du marché du travail.

Les entreprises paient des coûts de recherche par unité de temps γ et font face, à chaque période, à une probabilité de recevoir un travailleur $q(\theta)$ avec $q' \leq 0$. Elles forment des attentes sur le type de travailleurs auxquels elles seront confrontées, en particulier sur leur lieu de résidence, et savent que ces caractéristiques ont un impact sur leur productivité, et peut-être sur le résultat du processus de détermination des salaires. Sans perte de généralité, nous faisons l'hypothèse que la productivité est une fonction $y(d, E)$ où $E = (1-u)L$ est l'emploi total, c'est-à-dire le taux d'emploi multiplié par la population active L. Nous faisons l'hypothèse que $y'_d \leq 0$, c'est-à-dire que les travailleurs sont moins efficaces si leur temps de transport augmente. Nous faisons aussi l'hypothèse que $y'_E \geq 0$, impliquant qu'il y a une externalité d'agglomération au niveau de l'emploi, qui rend les travailleurs plus efficaces lorsque l'emploi global est plus grand. Enfin, les entreprises s'acquittent pour chaque période d'activité des coûts d'opération Ω comprenant le coût de la location du capital physique au-delà de l'espace de bureau, les dépenses d'énergie et tous les coûts variables. De plus, les entreprises paient un impôt sur les bénéfices résiduels qui est supposé linéaire, noté τ. Enfin, les salaires sont une fonction de la distance et s'écrivent $w^j(d)$ pour chaque catégorie de travailleur $j = c, f$ (vivant dans le secteur contrôlé ou libre).

Les entreprises paient un loyer qui est égal à une fraction a du loyer maximum payé par les ménages. L'interprétation exacte de a est le coût de location de l'espace de bureau par employé rapporté au coût de location de logement par adulte actif dans la ville. Notons aussi que le maintien d'une vacance d'emploi requiert aussi que l'entreprise s'acquitte d'un coût de location d'espace de bureau. Cette hypothèse

logique dans ce cadre[12] pourrait cependant être relâchée si les entreprises avaient la possibilité d'ajuster la taille de l'espace utilisé au nombre de leurs salariés, ce qui est plutôt une hypothèse de long terme que nous ne considérons pas ici.

Un équilibre avec libre entrée des entreprises permet d'obtenir l'équilibre du marché du travail à structure donnée des salaires dans la ville et par parc de logement.

Détermination des salaires

Les salaires, dans un modèle d'équilibre comme le nôtre, ne sont pas exogènes. Ils reflètent la productivité marginale et les conditions de l'emploi, qui se résument ici à la tension sur le marché du travail. Une question importante pour l'analyse est de savoir s'ils reflètent aussi les loyers acquittés par les salariés, et plus généralement les coûts du foncier dans la ville, incluant les dépenses des entreprises, et les coûts de transport.

Le salaire de chaque catégorie de travailleur $j = c, f$ (vivant dans le secteur contrôlé ou libre) à une distance d du centre est le résultat d'un équilibre de négociation où le pouvoir de négociation des salariés est un indice α compris entre 0 et 1. Une façon de représenter cet équilibre est le produit de Nash qui fixe le salaire comme un partage pondéré par α de la valeur de l'entreprise notée J et de la valeur du surplus des salariés exprimé comme la différence entre la valeur de leur emploi W_E et celle de retourner au chômage W_U.

$$w^j(d) = Argmax\left[\left(W_E^j(d) - W_U^j(d)\right)^{\alpha}\left(J^j(d)\right)^{1-\alpha}\right],$$

où $j = c, f$. La dépendance du salaire à la distance au centre d provient de la dépendance possible des fonctions valeurs des salariés, chômeurs et entreprises à cette distance. [13]

[12] Les modèles d'appariement ou de *matching* représentent la décision d'embauche d'une firme stylisée à un salarié comme s'il s'agissait de la décision d'embauche marginale d'une grande firme. De ce point de vue, la valeur d'une vacance est aussi la valeur marginale d'un emploi vacant d'une grande firme qui ne possède pas la capacité d'ajuster son espace de bureau durant le processus de recrutement. Il n'est donc pas absurde de supposer que pendant le recrutement l'entreprise paye le coût immobilier.

[13] Le détail de la description de l'équilibre n'est pas complet ici ; en fait, la valeur d'être au chômage ne dépend pas toujours de la distance au centre, ce qui est le cas des travailleurs du secteur à loyer libre. Les détails sont disponibles dans l'annexe technique de ce rapport (Chapelle, Wasmer et Bono 2017).

La forme fonctionnelle qui décrit le salaire est intéressante à reporter : nous trouvons ainsi que

$$w^f(d) = (1-\alpha)\left[\tau_e d + R^f(d) + rW_u^f(d^u)\right] + \alpha[y(d,E) - aR^f(0)]$$

et

$$w^c(d) = (1-\alpha)[\tau_e d + R^f(d) + rW_u^c(d)] + \alpha[y(d,E) - aR^f(0)]$$

Les salaires sont la moyenne pondérée (par le pouvoir de négociation des salariés) de leurs coûts de transport, loyers et valeur de chômage d'une part et productivité nette des coûts des vacances d'emploi d'autre part.

Chômage

Sous l'hypothèse d'un équilibre où, dans le secteur libre, les employés sont plus près du centre que les demandeurs d'emploi (équilibre appelé EU), la zone centrale de la ville possède un haut niveau d'emploi et un faible niveau de chômage u_{inner}, alors que la périphérie de la ville possède un faible taux d'emploi et un taux de chômage élevé, $u_{periphery}$. Nous avons :

$$u_{inner} = 0 \times (1-p^c) + up^c = up^c$$

$$u_{periphery} = 1 \times (1-p^c) + up^c \geq up^c$$

Le chômage agrégé est obtenu à partir de la relation à l'état stationnaire entre les flux entrant dans le chômage et les flux sortant,

$$f(\theta)uL = Ls(1-u)$$

où L est la population active totale. Dans le reste du rapport, nous faisons l'hypothèse que cette quantité vaut 1 jusqu'à ce qu'elle devienne une nouvelle variable endogène.

Équilibre avec une population fixe ou endogène

Le modèle avec population fixe décrit un ensemble de 16 variables endogènes et 16 équations non linéaires. Avec population endogène, les changements d'environnement économique affectent la taille de l'agglomération, ce qui induit une 17e variable endogène. Nous faisons l'hypothèse d'étalement urbain à la marge : si la population augmente, elle se relocalise à la périphérie. Pour déterminer cette nouvelle variable, nous faisons l'hypothèse de long terme que la population est marginalement indifférente entre s'installer dans l'agglomération ou dans une autre agglomération dont l'environnement serait stable.

Une hypothèse intermédiaire entre population fixe ou au contraire parfaitement ajustée, qui serait de moyen terme, serait que la population s'ajuste progressivement, avec une équation régissant l'évolution de la population comme fonction de l'écart entre la population courante et la population de long terme. La dynamique implicite convergerait à une vitesse à définir, mais qui peut être de l'ordre de grandeur du projet du Grand Paris Express, ce qui suggère que l'hypothèse de long terme est pertinente ici.

Log Linéarisation

Le modèle est résumé par une seule équation, la demande de travail. Cette équation traduit les coûts du foncier pour les entreprises, leurs coûts de recrutement et de formation de la main-d'œuvre, les frictions du marché du logement, celles du marché du travail, les infrastructures de transport et leur impact sur le bien-être des travailleurs et les profits des entreprises. Nous ajoutons aussi un taux de taxe sur les profits nets noté τ.

Nous la représentons ici dans son intégralité afin d'en révéler la complexité :

$$\frac{\gamma + aR(0)}{q(\theta)} = \frac{p^f(1-\tau)}{1-u}\int_0^{1-u}(1-\tau)\frac{y(d,E) - aR(0) - w^f(d)}{r+s}\mathrm{d}d + (1-\tau)p^c\int_0^1 p^c\frac{y(d,E) - aR(0) - w^c(d)}{r+s}\mathrm{d}d$$

Le terme de gauche traduit les coûts des entreprises, les termes de droite traduisent le rendement d'une embauche, selon que le salarié sera logé dans le secteur libre ou contrôlé. Nous pouvons *log linéariser* cette équation pour un changement marginal des paramètres et en dériver dans un premier temps les conséquences implicites sur l'emploi.

$$\begin{aligned}\Delta(Empl) = &-\epsilon_{CF}\Delta Co\hat{u}tFoncier \\ &+ \epsilon_{\pi}^{f} p^{f}(1-\tau)\Delta\left(Prod - Salaires^{f}\right) \\ &+ \epsilon_{\pi}^{c} p^{c}(1-\tau)\Delta(Prod - Salaires^{c})\end{aligned}$$

où les termes respectifs ϵ_{CF}, ϵ_{π}^{f} , et ϵ_{π}^{c} sont les semi-élasticités de l'emploi au coût du foncier et aux profits réalisés par les salariés logés dans les deux parcs. Ces élasticités seront estimées lorsque le modèle aura été calibré dans les sections suivantes.

4. Résumé des principaux mécanismes liant le marché de l'emploi aux infrastructures de transport

Cette exposition du modèle théorique nous permet donc de résumer brièvement les liens entre marché de l'emploi et amélioration des infrastructures de transport. Ainsi, il apparaît au regard de la section précédente que le lien principal s'effectue à travers les marchés fonciers. Pour exposer ces mécanismes de manière simplifiée, il convient de distinguer l'horizon temporel dans laquelle nous nous plaçons (c'est-à-dire la prise en compte ou non des mécanismes de long terme, en particulier des changements de population tenant compte des entrées et des sorties en provenance ou à destination d'agglomérations extérieures, françaises comme étrangères). Nous résumons ces mécanismes dans la Figure 8.

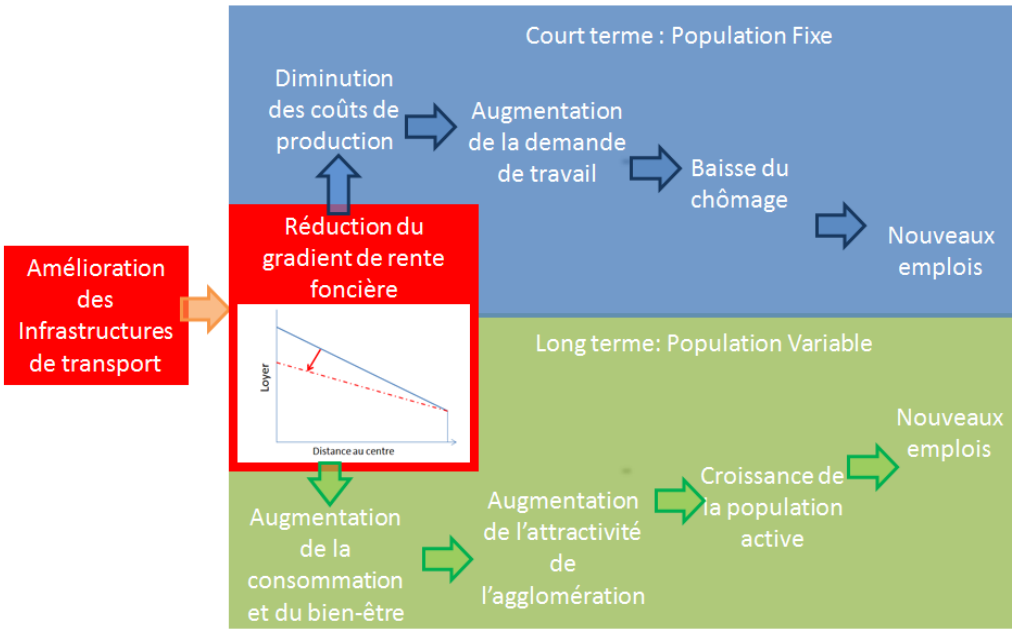


Figure 8 : Mécanismes liant infrastructures de transport et marché de l'emploi

Ainsi, il apparaît qu'à court terme, l'impact principal d'une amélioration des infrastructures de transport réside dans une réduction du gradient de rente foncière réduisant les charges foncières pesant sur les entreprises et augmentant ainsi la demande de travail. Nous pouvons ainsi obtenir une baisse du taux de chômage à court terme (lorsque la population est fixe). Il convient de noter que cette baisse de la pression foncière au sein de l'agglomération doit également conduire à une augmentation générale du bien-être des agents au sein de l'économie. Cette augmentation du bien-être des travailleurs devrait donc théoriquement renforcer l'attractivité de la ville et amener à une croissance de la population et donc de l'emploi. La magnitude de ces effets dépend des paramètres de l'économie francilienne qu'il nous faut estimer grâce à une calibration précise de notre modèle permettant de créer une maquette de l'agglomération parisienne décrite dans la seconde partie du présent rapport. Cette maquette ainsi obtenue sera utilisée afin de quantifier l'impact potentiel du Grand Paris Express sur l'emploi.

5. *Un facteur affectant le lien entre emplois et transport : la consommation endogène d'espace*

Comme exposé jusqu'à présent, les marchés fonciers sont au cœur des mécanismes liant marché de l'emploi et infrastructures de transport. Ainsi, si une amélioration des infrastructures de transport est susceptible d'augmenter l'attractivité de la ville, générant ainsi de nouveaux emplois, avec cependant une partie de l'effet qui peut être en partie détourné par une augmentation de la consommation de logement de la population en place. La présente section introduit la consommation endogène d'espace dans le modèle permettant d'évaluer la sensibilité de nos résultats au regard de la préférence des agents pour l'espace.

Afin de prendre en compte la consommation endogène d'espace, nous modifions à la marge notre modèle en introduisant une nouvelle fonction d'utilité $V(C,h) = C + v(h)$ où $= I - hR(d) - \tau d$. C correspond à la consommation du bien composite, h est la quantité d'espace consommée et I correspond au revenu du ménage. Nous considérons que l'arbitrage entre la quantité d'espace et de bien composite consommés est un choix intratemporel. Ainsi la résolution du modèle reste relativement aisée, ne modifiant que marginalement nos fonctions d'enchères. Afin de modéliser l'utilité dérivée de la consommation d'espace, nous adoptons une fonction Stone-Geary $v(h) = A\frac{(h-\underline{h})^b}{b}$ où A correspond à l'échelle de la fonction d'utilité et $\underline{h}$ à la consommation minimale d'espace nécessaire au ménage. L'élasticité de substitution est donnée par $\sigma = 1/(1-b)$. Or pour des valeurs relativement élevées de b (c'est-à-dire une élasticité de substitution relativement faible), la quantité d'espace consommée et la fonction d'enchère restent linéaires par rapport à la distance. Ainsi pour un σ relativement faible, l'approximation linéaire reste satisfaisante. Il nous est donc possible de réaliser des tests de robustesse en adoptant cette forme fonctionnelle afin de prendre en compte la consommation endogène d'espace.

Partie 2 :

Les effets du Grand Paris Express sur l'emploi

1. Calibration du modèle monocentrique du Grand Paris

Dans cette partie, nous détaillons les étapes de notre calibration et ses hypothèses, pour ensuite évaluer l'effet de différents paramètres sur l'équilibre de long terme. Nous vérifions ainsi, avant de procéder à l'étude de l'impact des infrastructures proprement dites, quels sont les intuitions qualitatives et les impacts quantitatifs de ces paramètres, et le réalisme du modèle.

1.1. Description des étapes de la calibration

Le modèle détermine de manière endogène de nombreux paramètres de l'économie tels que le nombre d'emplois, le niveau des salaires, le taux de chômage, le gradient de rente foncière dans le secteur libre ou encore l'utilité des agents en fonction de leur statut d'occupation ainsi que leur lieu et leur secteur de résidence.

En revanche, certains paramètres sont considérés « exogènes » et reflètent les caractéristiques structurelles de la ville. Si certains de ces paramètres sont observés – c'est le cas de la part du secteur contrôlé et de son gradient de loyer ou de la rente agricole – d'autres paramètres, tels que la désutilité des agents vis-à-vis de la distance au centre de la ville, n'ont pas vraiment d'équivalent empirique aisément observable. Dès lors un travail de calibration est nécessaire afin de déterminer ces paramètres propres à l'agglomération parisienne. Pour les premiers, nous justifions de manière empirique les paramètres retenus, alors que pour les seconds, nous déterminons une série de cibles de calibration spécifiques à l'agglomération parisienne et que le modèle doit reproduire en ajustant les paramètres exogènes non observés. Une fois ces paramètres obtenus, ils sont considérés comme « fixes » lors de la simulation de l'impact du Grand Paris Express.

Cette partie vise à décrire comment sont déterminés ces paramètres exogènes tant lorsqu'ils sont observés qu'inobservés.

Le premier paramètre clé est la décroissance du coût du logement dans l'agglomération, dans le secteur libre comme dans le secteur contrôlé. Si ce dernier est dans le modèle un simple paramètre imposé de manière exogène aux agents, le gradient dans le secteur libre est lui le résultat d'un équilibre. Les cibles sont calculées à partir des données de loyers et de prix issues des Bases BIENS, des

annonces immobilières et des côtes Callon, ainsi que de la base de loyers de Chapelle et Eyméoud (2017) constitué à partir des données de loyers en ligne. Le détail des calculs est donné dans l'annexe technique. Nous considérons que le secteur contrôlé correspond aux ménages résidant dans un logement social ou dans un logement locatif du secteur privé depuis plus de 5 ans et demi, il représente environ 38 % des ménages franciliens. Le reste du parc, composé des propriétaires occupants et du reste du secteur locatif privé, est considéré comme formant le secteur libre. Le gradient de chaque secteur est calculé à partir des Bases BIEN, du RPLS, des Bases. Nous considérons que les bases Callon représentent le gradient du stock alors que les loyers postés représentent les loyers libres. Nous réalisons une moyenne pondérée des gradients obtenus afin d'obtenir le gradient de chaque secteur. Les étapes sont décrites dans l'annexe technique. En résumé, dans notre scénario central, le gradient du secteur libre est de 0,29 et celui du secteur contrôlé est de 0,89. Ce qui s'interprète comme suit le loyer en périphérie dans le secteur libre (respectivement secteur contrôlé) vaut 29 % du loyer au centre (respectivement 89 %)

Tableau 3 : Définition des secteurs libres et contrôlés

Statut d'occupation	Part
Locataires dans le secteur social	26,4%
Locataires dans le parc privé ayant un bail datant de plus de 5 ans et demi	11,5 %
Total du secteur contrôlé	**38%**
Propriétaires occupants	50,2%
Locataires dans le parc privé ayant un bail datant de moins de 5 ans et demi	11,7%
Total du secteur libre	**62%**

Source : enquête logement 2013.

Le deuxième paramètre clé est le coût des charges foncières des entreprises relativement à leur productivité. Il existe deux méthodes pour appréhender ce montant. La première consiste à établir directement à partir des données de la comptabilité nationale les charges liées au foncier et à la construction des entreprises. Malheureusement, les données ne sont disponibles que pour l'ensemble du territoire français sans différencier par région. Or, la région Île-de-France est différente dans ces activités du reste de la France et les charges foncières varient considérablement d'un secteur à l'autre. Cependant, en utilisant la décomposition sectorielle de la comptabilité nationale et en pondérant ces activités par la part des activités d'Île-de-

France, il est possible de redresser partiellement ce biais et de parvenir à un chiffre des charges foncières et immobilières.

Une autre méthode, qui est celle que nous retiendrons, permet de parvenir au résultat de façon plus rapide. Elle consiste à comparer la surface occupée par les personnes dans le secteur résidentiel (environ 33 mètres carrés en Île-de-France, enquête logement de l'INSEE) avec la surface occupée par salarié dans les entreprises (environ 20 mètres carrés pour les bureaux, surfaces communes comprises). Ainsi, le coût $R(0)$ payé par les salariés résidant au centre est multiplié par un facteur $\frac{20}{33} = 0{,}61$ pour les entreprises.

Par ailleurs nous calibrons la valeur du chômage dans l'agglomération à un niveau de 9,2 % (valeur de 2015, source : http://www.insee.fr/fr/bases-de-donnees/bsweb/serie.asp?idbank=001515843) ; la durée du chômage est estimée dans une étude utilisant des données communales plus anciennes de la DARES (datant de 2001 ; http://dares.travail-emploi.gouv.fr/IMG/pdf/DE138-12_SOLSTICE-DARES-Ile_de_France.pdf). Les auteurs obtiennent une valeur moyenne de 12 mois en Île-de-France avec une amplitude de quelques mois selon les déciles de communes, mais qui n'est pas sensiblement plus faible à Paris où la valeur peut même dépasser 14 mois dans certains arrondissements.

Nous disposons dès lors des cibles décrites dans le Tableau 4 afin de déduire les paramètres structurels de l'Île-de-France.

Nous retenons pour les coûts opérationnels (le coût des facteurs de production autres que le travail et les bureaux) une valeur de l'ordre de 0,345 afin d'ajuster le surplus avant taxe des entreprises à 5 %, ce qui est proche de la valeur habituellement retenue dans la littérature la plus récente des modèles d'appariement une fois déduits les coûts d'usage du capital physique (valeurs des dividendes). Nous y ajoutons également des taxes sur les profits des entreprises de 25 % des recettes nettes des diverses charges, ce qui ramène les profits nets à $3{,}75\ \% = 5\ \% \times (1 - 0{,}25)$.

Détermination des paramètres pour atteindre les cibles

Ces cibles nous permettent de déterminer les paramètres implicites de l'économie francilienne présents dans le modèle. Le code logiciel utilisé lors de la calibration résout dans un premier temps simultanément les diverses équations d'optimalité et d'équilibre du modèle en choisissant les variables endogènes et cinq paramètres

exogènes : la désutilité de la distance normalisée des employés et des personnes sans emploi, le pouvoir de négociation des salariés, l'efficacité des processus d'appariement du marché du travail, le coût de recrutement et de formation des salariés et, enfin, la rente foncière en périphérie. Le résumé des paramètres se trouve dans le Tableau 4. Les paramètres choisis sont les éléments exogènes du modèle dont la valeur a été calée sur la littérature existante ou les caractéristiques de l'économie francilienne. Les cibles correspondent à des valeurs déterminées de manière endogène par le modèle, le but de la calibration est de déterminer les valeurs des paramètres déterminés par le code de manière à ce que ces agrégats soient reproduits simultanément par notre maquette de l'économie francilienne. Enfin, les moments non ciblés présentent des propriétés de notre modèle résultant de l'étape de calibration.

Tableau 4 : Paramètres du modèle

Type	Nom (symbole)	Valeur	Intervalle de robustesse
Paramètres choisis	Désutilité de la distance pour les demandeurs d'emploi (τ_u)	0,1× τ_e	
	Élasticité de la fonction d'appariement	0,5	
	Ratio entre la surface par salarié et la surface par habitant (a)	0.625	
	Assurance Chômage (z)	0,5× w	
	Taux d'escompte annuel (r)	5 %	
	Taxe des entreprises (c_T)	0,25	
	Taille du secteur contrôlé (p_c)	0,38	(0,25-0,50)
	Gradient du secteur contrôlé ($R_A/R^c(0)$)	0,62	(0,82-0,96)
Cibles	Gradient des loyers du secteur libre entre le centre et la périphérie ($R_A/R^f(0)$)	0,29	(0,21-0,38)
	Chômage en Île-de-France (u)	9,2%	
	Part des salaires dans la production des entreprises	0,55	
	Durée du chômage (en année)	1	
	Part des dépenses foncières dans les dépenses des entreprises	0,055	
Paramètres déterminés par le code	Rente agricole (R_A)	0,0256	
	Désutilité de la distance pour les salariés (τ_e)	0,0267	
	Pouvoir de négociation des salariés sur le marché du travail (α)	0,207	
	Échelle de la fonction d'appariement (A)	0,891	
	Coûts opérationnels des entreprises (Ω)	0,250	
Moments non ciblés	Coût généralisé moyen des déplacements rapporté au salaire moyen	0,023	
	Indice Herfindahl des chômeurs dans l'aire urbaine	0,3844	
	Pouvoir de négociation des travailleurs	0,164	
	Loyer moyen	0,0448	

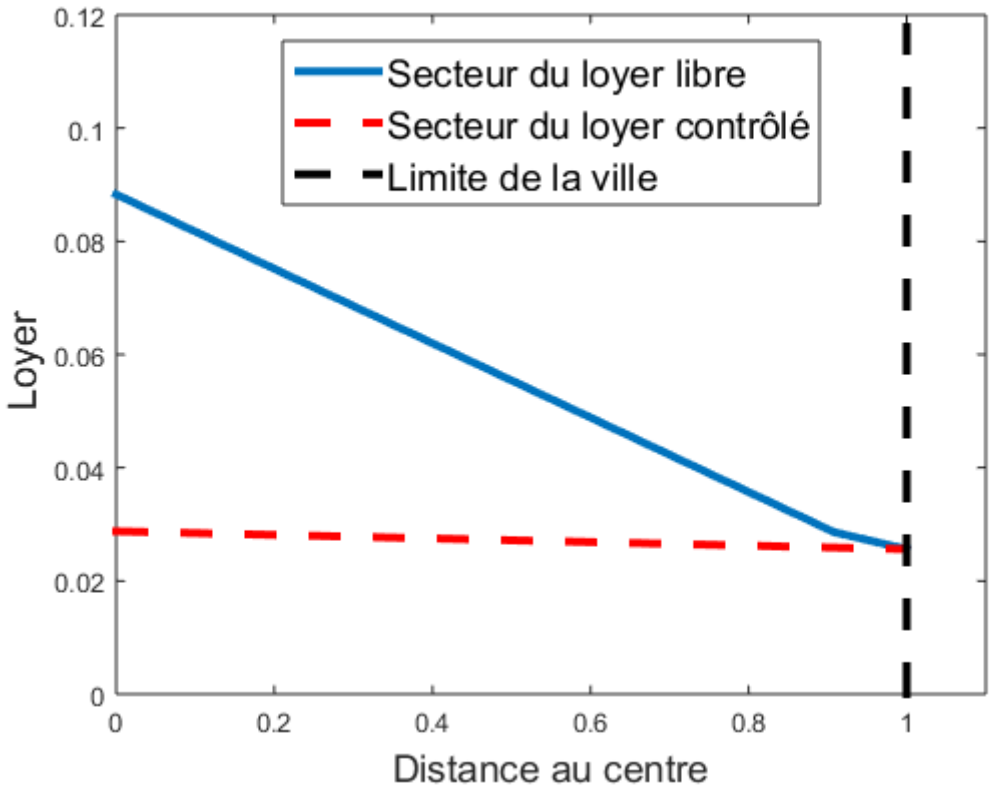


Figure 9 : Profil des loyers dans le modèle statique

1.2. Étude de l'économie francilienne stylisée au prisme du modèle

À partir de notre calibration, nous pouvons décrire l'économie francilienne stylisée.

1.2.1. Marché du logement

Le marché du logement se caractérise principalement par sa dualité : il existe un gradient exogène dans le secteur contrôlé et un gradient endogène dans le secteur libre représenté dans la Figure 9. Les loyers du secteur contrôlé varient de manière linéaire entre le centre-ville et la périphérie. En revanche, conformément à notre modélisation, la pente des loyers du secteur libre varie entre le centre et la périphérie. Dans la partie centrale de la ville (entre 0 et $1-u$) sont hébergés les employés dont les coûts de transport généralisés accentuent la pente de la rente d'enchère qui est de $-0{,}0467$. Dans la partie extérieure (entre $1-u$ et la frontière en 1), sont hébergés les demandeurs d'emploi dont la pente de la fonction d'enchère est de $-0{,}0196$.

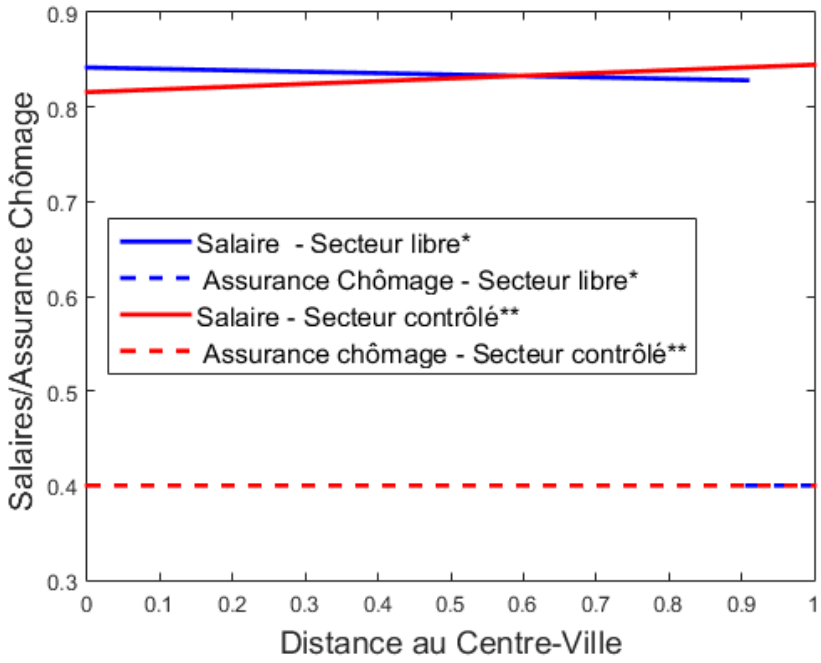


Figure 10 : Revenus des agents

*Agents logés dans le secteur libre

**Agents logés dans le secteur contrôlé

1.2.2. Revenu des ménages

On note des profils différenciés pour les salaires du secteur libre et du secteur contrôlé. En effet, alors que les salaires des travailleurs résidant dans le secteur libre décroissent légèrement avec la distance du fait d'une diminution du surplus généré par l'appariement sur le marché du travail, les salaires du secteur contrôlé augmentent au contraire avec la distance. Nous pouvons interpréter ce résultat par le fait que les ménages du secteur contrôlé conservent leur lieu de résidence en cas de perte d'emploi dès lors que la désutilité liée à la distance vis-à-vis du centre-ville ne suffit pas à faire décroître le surplus avec la distance.

Comme signalé lors de la description du modèle, l'existence d'un secteur contrôlé permet de faire cohabiter des demandeurs d'emploi avec des employés dans la partie centrale de la ville. Ainsi dans le secteur contrôlé, à n'importe quel endroit dans la ville, une personne peut soit recevoir l'assurance chômage, soit un salaire. En revanche, les ménages du secteur libre reçoivent un salaire lorsqu'ils sont au centre alors que les demandeurs d'emploi du secteur libre résident tous en périphérie.

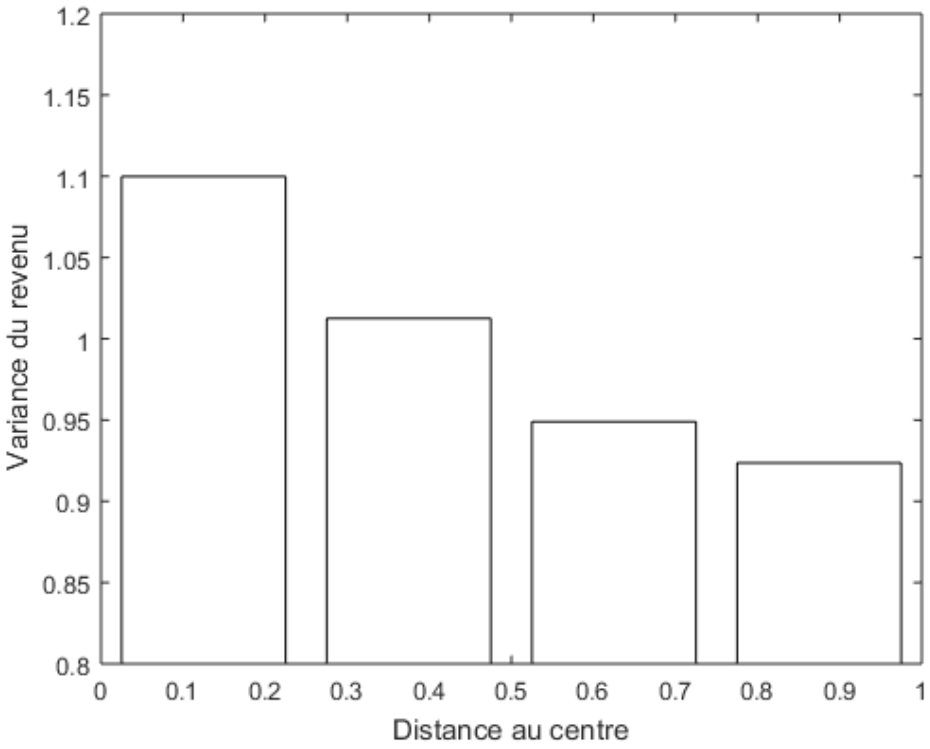
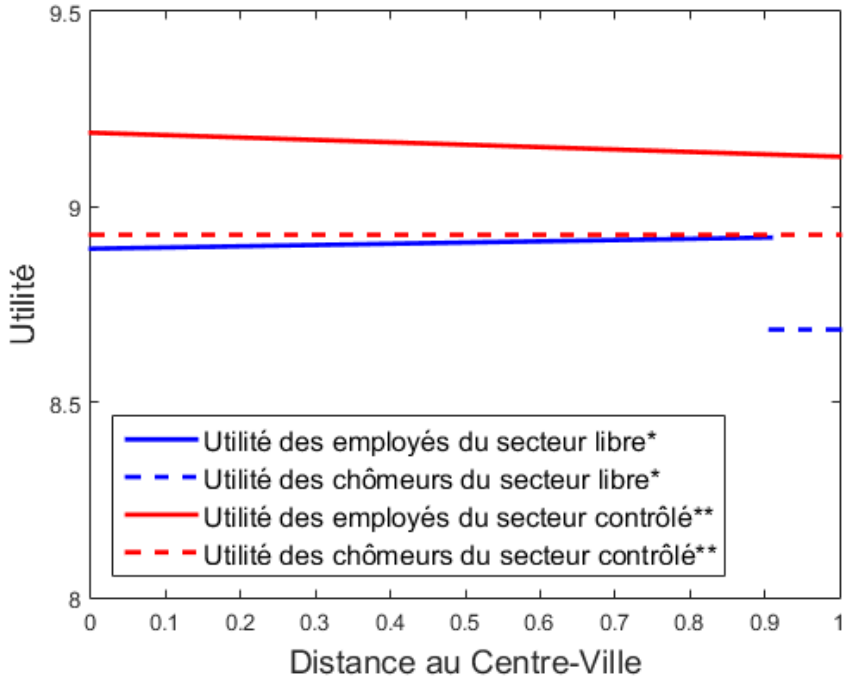


Figure 11 : Variances locales du revenu au sein des quartiers

Il est également possible d'étudier la diversité en termes de revenus au sein de l'agglomération parisienne. En effet, le modèle nous permet d'étudier les caractéristiques de « quartiers » de tailles identiques caractérisés par leur distance au centre-ville. Ainsi la Figure 11 illustre la variance des revenus au sein des quartiers rapportée à la variance globale du revenu dont la valeur est de 0,0027. On peut considérer cet indicateur comme un d'indice de mixité sociale. Nous définissons quatre quartiers : un « hypercentre » qui correspondrait aux arrondissements parisiens centraux ; un deuxième quartier qui représenterait les autres arrondissements parisiens ; un troisième quartier qui représenterait la banlieue proche et relativement homogène en emploi ; un dernier quartier périphérique « sous-urbain » qui inclut notamment les populations sans-emploi logées dans le secteur libre. Une forte variance caractérise un voisinage mixte alors qu'une faible variance caractérise des quartiers plus homogènes. On note que le secteur contrôlé permet de maintenir une diversité au centre en termes de revenus qui décroissent progressivement à mesure que l'on s'approche de la banlieue. Les quartiers les plus homogènes sont ceux où les salaires du secteur libre sont égaux aux salaires du secteur contrôlé.



*Agents logés dans le secteur libre, **Agents logés dans le secteur contrôlé

Figure 12 : Utilité des agents

1.2.3. Bien-être des ménages

Le bien-être des ménages est mesuré par l'utilité des travailleurs et des demandeurs d'emploi. Nous notons que l'utilité des agents varie en fonction du secteur d'occupation et du statut d'emploi. Les agents du secteur libre voient leur utilité croître légèrement avec la distance au centre lorsqu'ils sont employés. La pente légèrement positive pour les salariés s'explique par le fait que la désutilité liée à la distance n'est pas suffisante pour compenser l'augmentation du loyer. Ceci est dû aux frictions générées par la dualité du marché du logement. On remarque que les demandeurs d'emploi résidant en périphérie ont un niveau d'utilité nettement plus faible.

L'utilité des agents du secteur contrôlé est légèrement décroissante pour les employés et constante pour les demandeurs d'emploi. Nous notons l'impact redistributif du secteur contrôlé à travers le fait que les agents du secteur contrôlé ont une utilité supérieure à celle des agents du secteur libre. Par ailleurs, nous retrouvons l'avantage HLM (Trevien 2013) selon lequel l'utilité des agents du secteur contrôlé augmente lorsque le logement qu'ils occupent à une valeur de marché élevée.

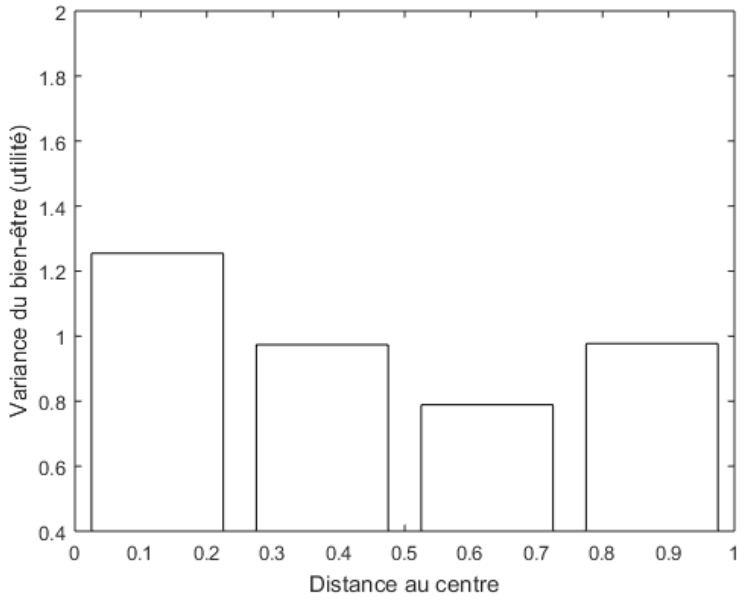


Figure 13 : Variance de l'utilité au sein des quartiers de la ville

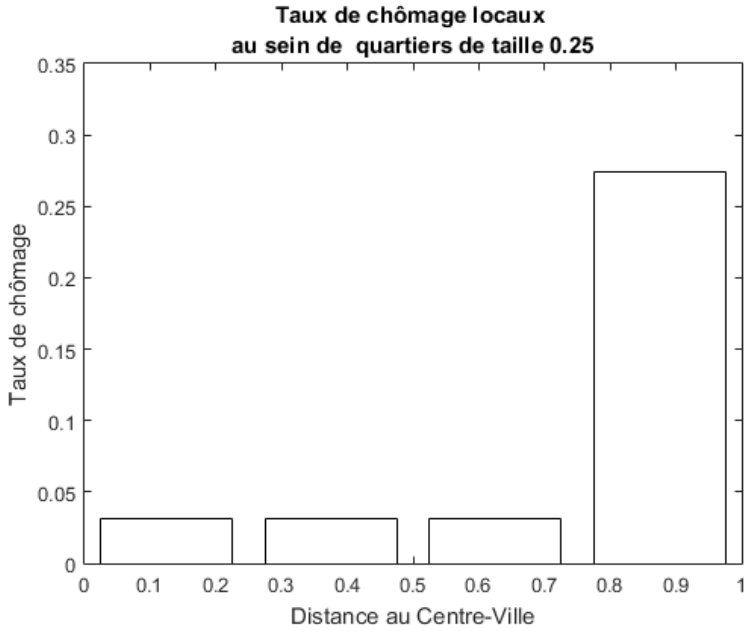


Figure 14 : Taux de chômage au sein des 4 quartiers

À l'instar des revenus, nous pouvons également étudier la variance des utilités des agents à l'intérieur de nos quatre quartiers comme l'illustre la Figure 13 où l'utilité au sein des quartiers est rapportée à la variance totale dans l'agglomération qui est de 0,0019. Une première remarque s'impose : la variance de l'utilité reste assez

différente de celles des revenus du fait de l'existence du parc contrôlé qui a des effets redistributifs massifs en termes d'utilité. Si l'on interprète la variance du revenu comme un proxy de la mixité sociale, nous pouvons considérer la variance de l'utilité comme un indicateur d'inégalités prenant en compte l'impact redistributif du secteur contrôlé (c'est-à-dire l'avantage HLM). Les fortes différences d'utilité entre le secteur libre et le secteur contrôlé déjà visibles dans la Figure 12, ont un impact considérable sur la variance en particulier dans l'hypercentre et en banlieue où l'avantage HLM génère de très fortes distorsions entre les ménages du secteur contrôlé et ceux du secteur libre.

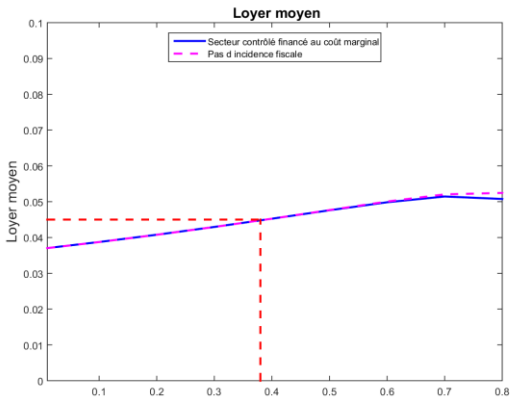
1.2.4. Taux de chômage et répartition des demandeurs d'emploi

Il est possible de calculer des taux de chômage locaux à l'échelle de nos quatre quartiers (Figure 14). Nous notons une forte concentration des demandeurs d'emploi en banlieue puisque l'ensemble des demandeurs d'emploi du secteur libre y réside. On divise la ville en 10 quartiers afin de calculer des indices de concentration de Hirschman-Herfindahl pour les demandeurs d'emploi. Cet indice varie entre 1/10 et 1. Il vaut 1 dans une situation de très forte concentration, lorsqu'un seul quartier concentre l'ensemble de la sous-population d'intérêt et 1/10 lorsque l'ensemble des quartiers héberge une part équivalente de la sous-population. Les demandeurs d'emploi apparaissent effectivement très concentrés avec un indice de 0,38 ce qui signifie qu'un nombre limité de quartiers héberge la majorité des chômeurs.

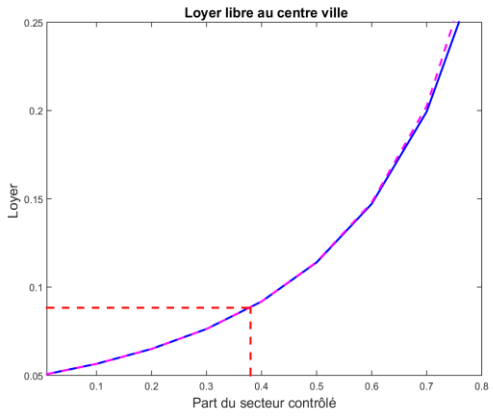
1.2.5. L'impact de la taille du secteur contrôlé

Le secteur contrôlé génère des frictions sur le marché du logement et génère une subvention sur le marché du travail. Dans notre calibration, l'augmentation de sa taille par rapport à la situation de référence augmente le loyer au centre et le taux de chômage[14] en augmentant le coût du foncier et en réduisant le surplus des entreprises. Cet effet peut être légèrement accentué si nous prenons en compte l'incidence fiscale liée au financement des logements contrôlés additionnels.

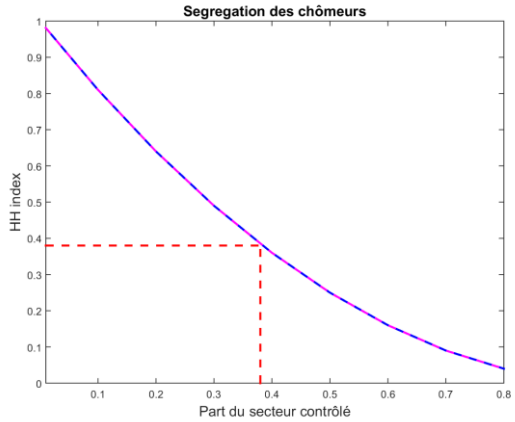
[14] À noter que pour des cas limites, lorsque le surplus de profit des entreprises est important, l'augmentation de la taille du secteur contrôlé peut contribuer à diminuer les salaires et générer une subvention pour les entreprises contribuant ainsi à une réduction du chômage. Cette situation n'est cependant pas présente avec notre calibration avec les paramètres retenus.



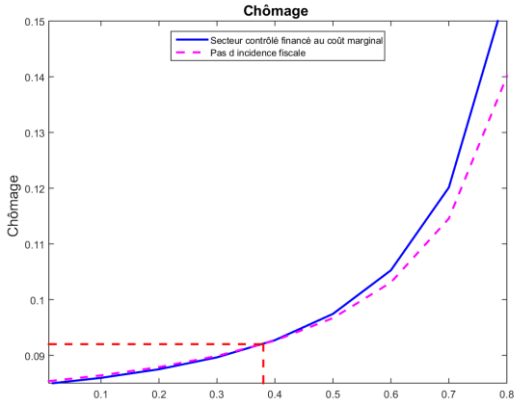
Loyer moyen



Loyer au centre-ville



Ségrégation des chômeurs



Taux de chômage dans l'agglomération

Figure 15 : Impact du secteur contrôlé

La Figure 15 appelle plusieurs remarques. L'impact du secteur contrôlé reste quantitativement limité. En effet, une augmentation (baisse) de 10 points de pourcentage du secteur contrôlé par rapport à notre situation de référence augmenterait (réduirait) la rente foncière de 6,3 % (4,8 %) et augmenterait (réduirait) le taux de chômage de 0,13 (0,09) point de pourcentage. Son impact sur

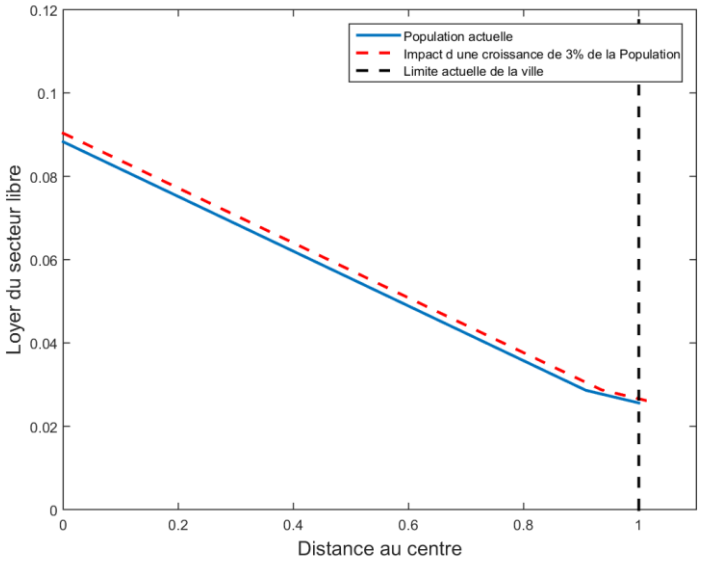


Figure 16 : Croissance urbaine et rente foncière

la rente foncière et le chômage semble convexe et va en s'accroissant à mesure que sa taille augmente. À partir de ces graphiques, il est possible de se représenter clairement l'arbitrage entre le niveau de ségrégation dans la ville et le niveau de chômage. Laisser le marché immobilier fonctionner librement amène à reléguer les chômeurs en banlieue, conduisant à une ségrégation totale, mais une augmentation du degré de contrôle génère des externalités négatives sur le marché du travail.

1.2.6. Impact de la croissance de la ville

Les prédictions de notre modèle quant à l'impact d'une croissance exogène de la ville sont similaires à celles du modèle monocentrique standard. Nous notons une translation de la fonction de loyers sur l'ensemble de l'espace urbain.

Le modèle génère un second coût d'agglomération sur le marché de l'emploi. En effet, une augmentation exogène de la population accroît également le taux de chômage structurel de l'agglomération, l'augmentation de la rente foncière venant freiner l'activité des entreprises. Comme l'illustre la Figure 16, pour la calibration propre à l'agglomération parisienne, une augmentation de 10 % de la population se traduirait par une augmentation du chômage de l'ordre de 0,13 point de pourcentage.

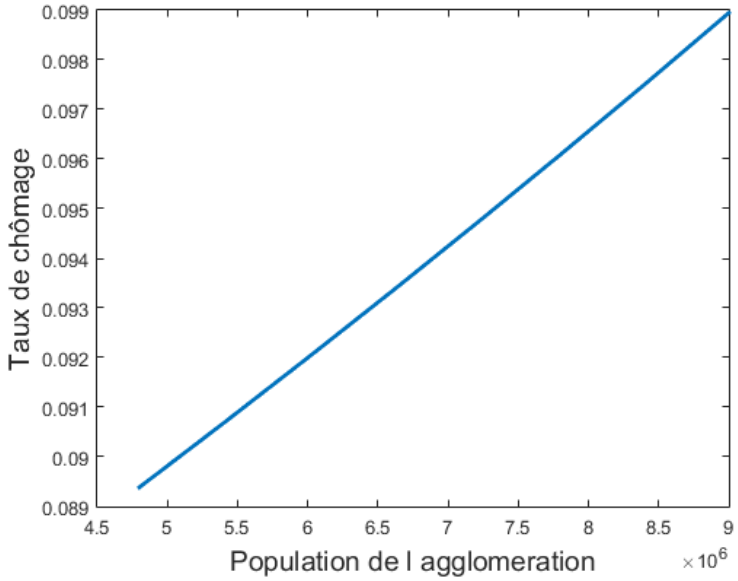


Figure 17 : Évolution du taux de chômage en fonction de la taille de l'agglomération

1.3. L'équation unique : les déterminants du niveau d'emploi

Il nous est à présent possible de revenir sur les déterminants du niveau d'emploi au sein de l'agglomération grâce à notre calibration. En effet, alors que l'équation de demande d'emploi nous permet de décomposer la contribution de chaque facteur au niveau d'emploi au sein de la ville, il nous était nécessaire d'estimer les coefficients de la log-linéarisation précédemment exposée. Grâce à de petits chocs sur les salaires et les loyers, nous pouvons identifier la contribution de chaque facteur en équilibre partiel. Notre fonction de demande d'emploi de court terme (à population constante) est ainsi estimée comme suit :

$$\log(Nombre\ d'emplois) = -0{,}062 \times \log(co\hat{u}t\ foncier) + 0{,}32 \times \log(Prod - Salaires^{f}) + 0{,}209 \times \log(Prod - Salaires^{c})$$

Ainsi, les infrastructures de transport ayant un effet sur le coût du foncier permettent d'augmenter directement le nombre d'emplois. Une baisse de 1 % des coûts du foncier conduit à une augmentation de 0,06 % du nombre d'emplois. Par ailleurs, cet effet direct est complété par un effet indirect, car les salaires sont également affectés par le coût du foncier. Ainsi une baisse de 1 % du coût du foncier diminue les salaires dans le secteur libre de 0,04 %, mais augmente de 0,02 % les

salaires des personnes résidant dans le secteur contrôlé. Il existe donc un second effet net positif via la modération salariale.

À long terme le nombre d'emplois dépend également de la population et l'équation devient :

$$\log(Nombre\ d'emplois\ créés) = -0{,}0223 \times \log(coût\ foncier) + 0{,}718 \times \log(Productivité - salaires^{f}) + 0{,}462 \times \log(Producitité - salaires^{c}) + 1{,}079 \times \log(Population)$$

Si l'effet direct entre le coût du foncier et le niveau d'emploi est plus faible, l'effet des salaires est renforcé et l'amélioration des infrastructures de transport augmente également le nombre d'emplois en améliorant l'attractivité de la ville et donc en augmentant la population active. Une augmentation de 1 % de la population se traduit par une augmentation du nombre d'emplois de 1,079 %.

2. L'impact du Grand Paris Express sur les déplacements

Afin de quantifier l'impact potentiel du Grand Paris express correspondant à une amélioration de l'efficacité des infrastructures de transport, il convient de s'accorder sur un scénario central en termes de gains de temps de transport.

L'extension de plus de 200 km de nouvelles lignes de métro dans l'agglomération constitue un « choc » d'offre de taille importante sur les temps de transports dans l'agglomération. Les équipes du Grand Paris estiment qu'un scénario central de 3 % de réduction des coûts de transport (résultante des temps, de la pénibilité et des coûts financiers directs pour les usagers) est à retenir. Cette réduction sera appliquée à la valeur moyenne de τd dans notre modèle).[15]

[15] Plus précisément, ce pourcentage correspond à la diminution du « coût » des transports en temps global (schématiquement, sur la base de 8 millions de déplacements en transports en commun à 48 minutes, soient 2 milliards d'heures par an). La valeur du temps est estimée à 15 euros de l'heure soit 30 milliards d'euros de coûts des déplacements par an. Le bénéfice annuel de temps de transport en

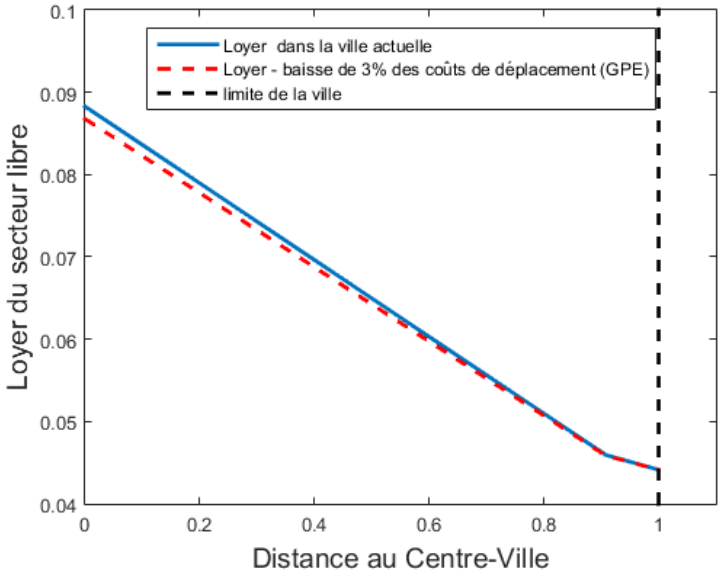


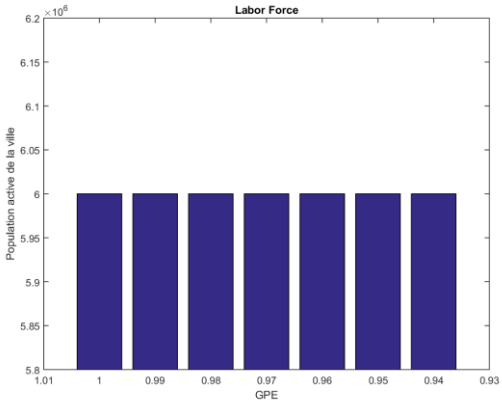
Figure 18 : Impact du Grand Paris Express sur la rente foncière en ville fermée

Nous retiendrons donc une amélioration de 3 % de l'efficacité des transports dans notre scénario central. Cependant, nous proposerons une fourchette d'estimation autour de 3 % afin de nous assurer de la robustesse de nos prédictions. Il apparaît que la plupart des effets documentés dans le présent rapport semblent linéaires et augmentent proportionnellement aux gains de temps de transport.

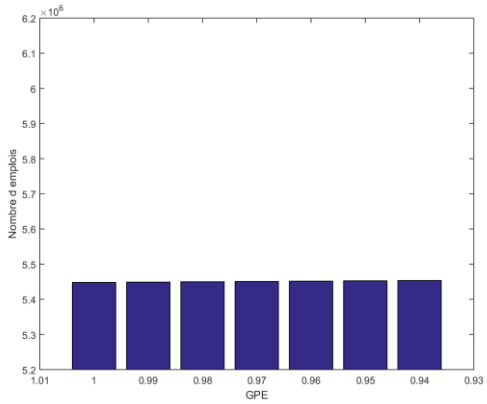
3. L'impact du Grand Paris Express à court terme à population constante

Un premier exercice consiste à estimer les effets de court terme, c'est-à-dire en gardant la population active constante. En effet, comme mis en évidence dans la première partie du rapport, les effets attendus d'une amélioration des infrastructures de transport varient en fonction de l'horizon temporelle. Nous procédons dans un premier temps à l'étude des équilibres pour lesquels la population reste constante. À court terme un projet tel que le Grand Paris Express semble devoir modifier le gradient de rente foncière entraînant une diminution du loyer moyen au sein des villes générant un surcroit de demande de travail lié à la baisse des charges foncières de l'entreprise.

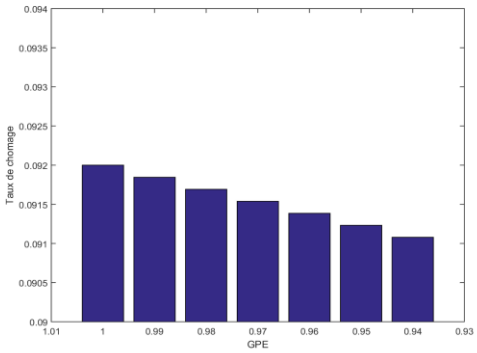
commun du projet d'infrastructure est estimé à environ 1 milliard en 2030. (Sources : SGP et enquête transports 2010 OMNIL).



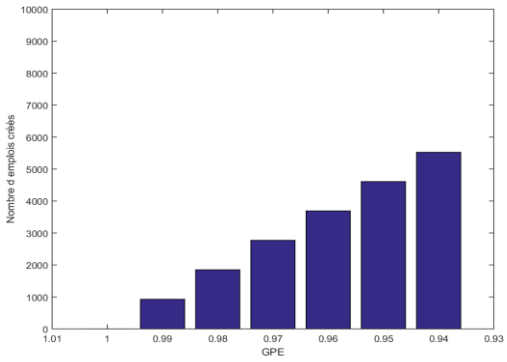
Population Active



Nombre d'employés



Taux de chômage



Nombre d'emplois créés

Figure 19 : Impact du Grand Paris Express sur l'emploi en ville fermée

3.1. Impact sur les marchés fonciers

Comme l'illustre la Figure 18, en réduisant les coûts de transport, le Grand Paris Express réduirait la rente de localisation des ménages résidant près du centre-ville. Ainsi, pour un gain de 3 % en termes de coûts de transport dans toute la périphérie, les loyers au centre diminueraient d'environ 1,7 % et la pente entre le centre-ville et la périphérie passerait de -0,0466 à -0,0451. Le gradient de rente foncière en périphérie ne serait quant à lui que marginalement affecté.

3.2. Impact sur l'emploi

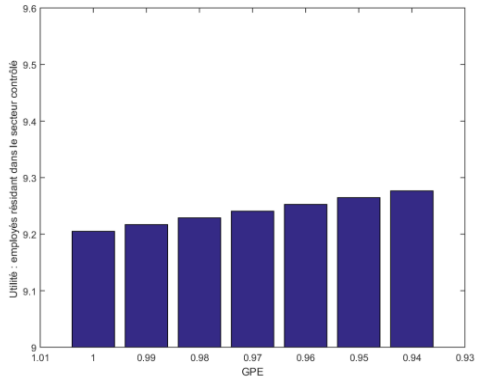
La Figure 19 illustre l'impact potentiel d'une baisse du coût de transport grâce au Grand Paris Express sur l'emploi et le chômage en Île-de-France. Nous notons qu'en ville fermée, une diminution de 3 % des coûts de transport (hypothèse centrale de l'impact du Grand Paris) pourrait générer une baisse du chômage de 0,005 point de

pourcentage ce qui se traduirait par la création d'environ 2 800 emplois grâce à une diminution de la rente foncière documentée précédemment et l'augmentation subséquente de la productivité de l'agglomération. Cette estimation reste assez stable lorsque l'on fait varier des paramètres, comme illustré dans le Tableau 5.

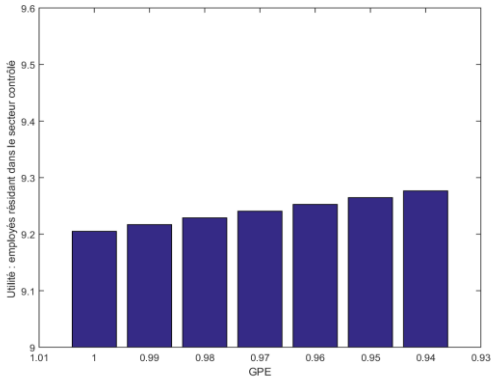
Dans les deux dernières lignes du Tableau 5, l'augmentation de la consommation d'espace des ménages semble absorber une partie des gains en emplois. Cependant, la littérature suggère que l'équilibre où les ménages les plus riches sont au centre révèle une demande pour la terre relativement inélastique (Brueckner, Thisse et Zenou 1999). Comme ce type de répartition des revenus dans la ville est bien celui observé en agglomération parisienne, nous pouvons supposer que la consommation d'espace y est relativement inélastique. L'hypothèse centrale du scénario de référence est bien celle de consommation inélastique d'espace.

Tableau 5 : Tests de robustesse (Population constante)

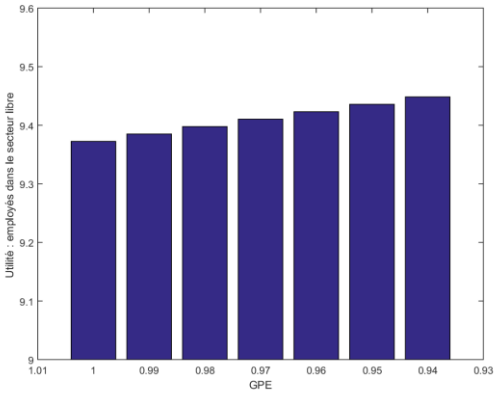
Scenario	$R_A/R^f(o)$	$R_A/R^c(o)$	σ	$y'_e>o$	$y'_d<o$	p^c	Δu	ΔE
Référence	0,29	0,89	0	0	0	0,38	-0,0051	2 808
Gradient de rente foncière – 1 s.d.	0,21	0,82	0	0	0	0,38	-0,0055	3 038
Gradient de rente foncière +1 s.d.	0,38	0,96	0	0	0	0,38	-0,0037	2 054
p^c plus faible	0,29	0,89	0	0	0	0,26	-0,0054	2 958
p^c plus élevé	0,29	0,89	0	0	0	0,5	-0,0051	2 792
Extern. de production 1%	0,29	0,89	0	0,01	0	0,38	-0,0051	2 812
Fatigue liée aux transports affecte la productivité	0,29	0,89	0	0	0,02	0,38	-0,0049	2 702
Fatigue et externalités de production	0,29	0,89	0	0,01	0,02	0,38	-0,0049	2 706
Consommation endogène d'espace (élasticité de 0.05)	0,29	0,89	0,05	0	0	0,38	-0,002	927
Consommation endogène d'espace (élasticité de 0.1)	0,29	0,89	0,1	0	0	0,38	-0,002	764



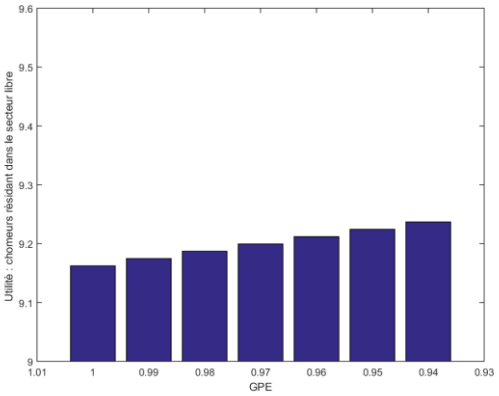
Utilité des employés dans le secteur contrôlé



Utilité des chômeurs dans le secteur contrôlé



Utilité des employés dans le secteur libre



Utilité des chômeurs dans le secteur libre

Figure 20 : Impact du Grand Paris Express sur l'utilité en ville fermée

3.1. Impact sur l'utilité des ménages

L'impact le plus notable d'une amélioration des infrastructures de transport en ville fermée, i.e. à court terme, réside dans l'augmentation du bien-être de la population due à la baisse de la rente foncière et la diminution du temps de transport moyen au sein de l'agglomération. Ainsi, la Figure 20 illustre l'impact du Grand Paris Express sur l'utilité moyenne de chaque type d'agent. Une amélioration de 3 % des infrastructures de transport se traduit ainsi par une augmentation significative de l'utilité pour l'ensemble des agents. L'effet semble être robuste comme illustré dans le Tableau 6. Cependant, il peut être amplifié par l'existence d'externalités d'agglomération, mais également modéré par la consommation endogène d'espace. Une élasticité de substitution relativement faible entre espace et le bien composite peut amener les ménages en place à partiellement absorber les gains liés aux infrastructures de transport en augmentant leur consommation d'espace.

4. L'impact du Grand Paris Express à long terme avec population s'ajustant par migration

Comme nous l'avons constaté précédemment, une amélioration des infrastructures de transport génère une amélioration du bien-être au sein d'une agglomération. Or, en suivant le modèle de Rosen et Roback, une telle amélioration des aménités publiques génère un regain d'attractivité de la ville en attirant de nouveaux ménages contribuant à la croissance de la population active et de l'emploi. Dans cette section, nous levons l'hypothèse de population fixe afin d'évaluer les effets potentiels de long terme du Grand Paris Express.

4.1. Impact sur les marchés fonciers

La Figure 21 illustre l'impact du Grand Paris Express en ville ouverte, en prenant en compte les déplacements de population. Nous notons qu'à long terme, le loyer au centre-ville retrouve son niveau initial, mais que le profil de rente foncière se modifie pour permettre à la ville de s'étendre au-delà de ses limites initiales. Ces prédictions sont conformes aux études empiriques de Duranton et Turner (2012).

4.1. Impact sur l'emploi

La Figure 22 illustre l'impact potentiel du Grand Paris Express sur le marché de l'emploi lorsque la population est endogène (long terme). Nous notons que l'amélioration des infrastructures de transport procure un avantage comparatif à l'agglomération touchée, améliorant son attractivité et générant une croissance de sa population active. L'augmentation de la taille critique de la ville se traduit par une augmentation du nombre d'employés et par une création significative d'emplois. Ainsi, pour une augmentation de 3 % de l'efficacité des transports au sein de l'agglomération, les simulations prédisent une augmentation d'environ 3,1 % de la population active soit environ 168 000 emplois créés. Cet effet semble linéaire par rapport à l'amélioration des infrastructures.

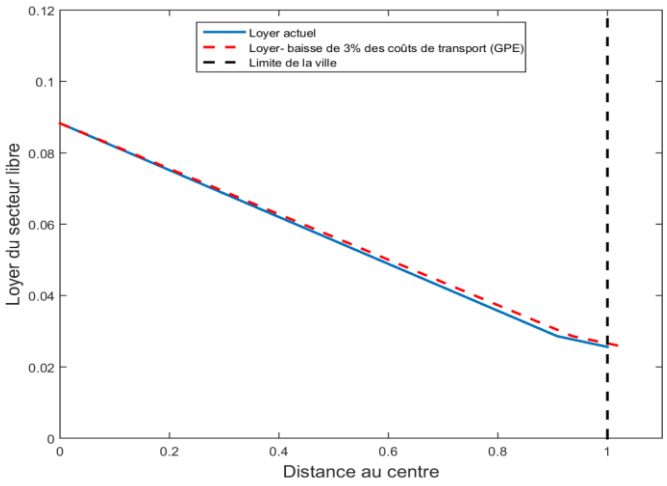
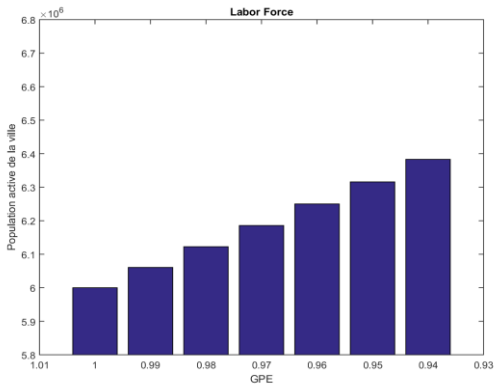
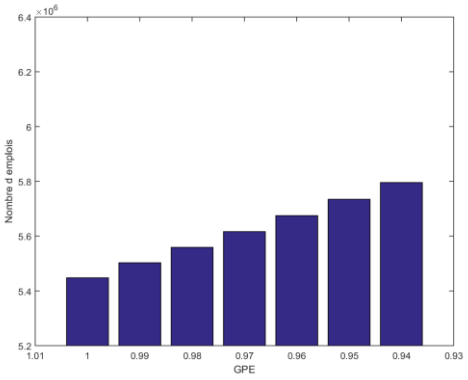


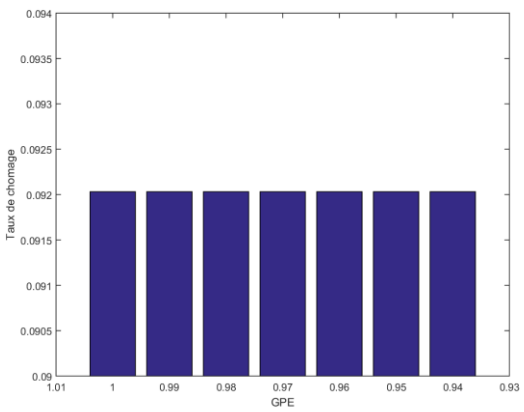
Figure 21 : Impact du Grand Paris express sur le profil de rente foncière (ville ouverte)



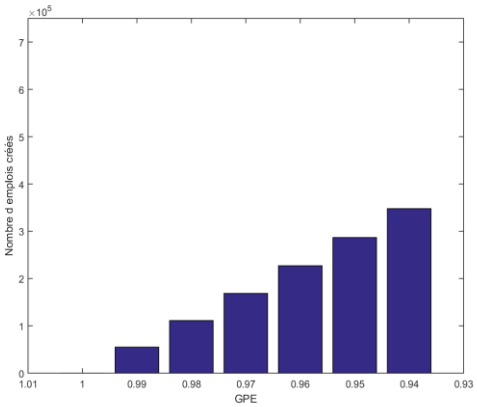
Population Active



Nombre d'employés



Taux de chômage



Nombre d'emplois créés

Figure 22 : Impact du Grand Paris Express sur l'emploi (population s'ajustant par migration)

Tableau 6 : Tests de robustesse (Population s'ajustant par migration)

Scenario	$R_A/R^f(o)$	$R_A/R^c(o)$	σ	$y'_e>o$	$y'_d<o$	p^c	Δu	ΔE	ΔPop/ Pop
Référence	0,29	0,89	0	0	0	0,38	0	168 494	0,031
Gradient de rente foncière – 1 s.d.	0,21	0,82	0	0	0	0,38	0	168 494	0,031
Gradient de rente foncière +1 s.d.	0,38	0,96	0	0	0	0,38	0	168 494	0,031
pc plus faible	0,29	0,89	0	0	0	0,26	0	168 494	0,031
pc plus élevé	0,29	0,89	0	0	0	0,5	0	168 494	0,031
Ext de production 1%	0,29	0,89	0	0,01	0	0,38	0,0001	190 355	0,035
Fatigue liée aux transports affecte la productivité	0,29	0,89	0	0	0,02	0,38	0	168 495	0,031
Fatigue et externalités de production	0,29	0,89	0	0,01	0,02	0,38	0,0001	190 582	0,035
Consommation endogène d'espace (élasticité de 0.05)	0,29	0,89	0,05	0	0	0,38	0	88 719	0,017
Consommation endogène d'espace (élasticité de 0.1)	0,29	0,89	0,1	0	0	0,38	0	65 743	0,012

Partie 3 :

Les mécanismes complémentaires liant emploi et infrastructures de transport

La seconde partie du rapport a permis de quantifier l'impact potentiel du Grand Paris Express sur l'emploi à travers le mécanisme central que constitue le marché foncier. Toutefois, certains mécanismes non modélisés jusqu'à présent peuvent également intervenir. La présente partie discute trois aspects du Grand Paris Express que des études postérieures pourraient quantifier.

Tout d'abord, comme nous l'avons vu, l'impact potentiel du Grand Paris Express dépend fortement de l'horizon temporel. Or pour le moment, la modélisation en économie urbaine, principalement basée sur des modèles d'équilibre, est encore peu outillée pour décrire les processus transitoires entre court terme et long terme. La première section discute les pistes ouvertes par les travaux récents permettant de donner plus précisément le lien entre les deux horizons temporels exposés.

La seconde section introduit dans le modèle des mécanismes de recherche d'emploi plus complexes. En particulier, nous introduisons explicitement un effort de recherche des demandeurs d'emploi, qui traduit un coût dépendant de la localisation dans la ville. Qualitativement, les résultats enrichissent l'analyse et montrent une concentration des chômeurs de longue durée dans la périphérie de la ville. Si l'inclusion de ces mécanismes n'a pu être réalisée dans l'exercice quantitatif, il apparaît que nos estimations peuvent être vues comme des bornes inférieures des effets potentiels du Grand Paris Express, en particulier à court terme, dans la mesure où les infrastructures de transport permettent d'améliorer les conditions de prospection d'emploi.

Enfin, nous discutons de quelle manière notre cadre d'analyse pourrait être adapté afin de prendre en compte l'aspect circulaire du Grand Paris Express permettant d'améliorer les connections entre les centres d'emploi secondaires.

1. Les dynamiques de transition

Si le marché immobilier peut absorber relativement aisément des petits chocs de demande de court terme et produire les logements nécessaires sur l'emprise existante de la ville (marge intensive), des chocs de population importants de l'ordre de ceux quantifiés dans la présente étude entraînent une croissance de la ville sur sa marge extensive. Ces effets sont analysés dans un article récent de Chapelle et Eyméoud (2017) qui met en évidence que les dynamiques immobilières urbaines varient profondément en fonction de l'horizon considéré. Précisément, les chocs de transport s'accompagnent de coûts d'agglomération tels que la hausse des prix du foncier sur le territoire (ou comme illustré dans notre modèle, d'un retour au niveau initial).

Le modèle avec population endogène ne permet pas d'appréhender toutes les dynamiques de construction, par exemple, en différenciant l'étalement urbain de la densification des surfaces bâties existantes. Or la compréhension des dynamiques liant la réaction du secteur de l'immobilier à court terme et son évolution dans le long terme paraît cruciale. En effet, il est important de mesurer et de modéliser de quelle manière la ville s'accroit, et les facteurs lui permettant d'absorber aisément un afflux exogène de population.

La littérature économique urbaine repose principalement sur des modèles d'équilibre ignorant les dynamiques de transitions. Les inclure dans le modèle utilisé représente un travail allant au-delà du présent rapport. Il est toutefois possible de s'appuyer sur les études empiriques françaises afin de mettre en avant les paramètres conditionnant l'impact du Grand Paris Express sur la croissance de la ville et la croissance de l'emploi.

En effet, l'étude de Chapelle et Eyméoud (2017) mesure la réaction des prix des logements à mesure que l'agglomération croît. Ainsi, pour la France, en moyenne, une augmentation de 1 % de la population se traduirait par une augmentation de 2,4 % des prix du foncier au sein de la ville. Or, en accord avec l'étude de Combes et al. (2016), les auteurs remarquent que plus l'horizon temporel est long, plus cette élasticité se réduit. Ainsi, les déterminants de l'élasticité de moyen terme, par exemple la réglementation de l'accès au foncier, peuvent être perçus comme les éléments venant freiner la convergence vers l'équilibre de long terme décrit par le modèle à population endogène.

Un prolongement de la présente étude pourrait tenter de modéliser ces dynamiques de transition afin d'estimer la temporalité des effets en fonction du niveau d'élasticité extensive de l'offre de logements. Chaque niveau d'élasticité correspondant à un horizon temporel différent. Une étude plus ambitieuse pourrait également inclure dans le modèle un secteur immobilier et des contraintes sur l'étalement urbain et la densification afin de modéliser les dynamiques de transition.

2. Endogénéiser l'effort de recherche d'emploi

Les deux premières parties du rapport insistent sur l'importance des mécanismes fonciers permettant de lier le marché du travail et les infrastructures de transport. Une conséquence de ce choix méthodologique est que l'impact de court terme du Grand Paris Express, à population constante, reste relativement limité. En effet, en toute logique, le taux de chômage reste déterminé par des facteurs propres au marché du travail. Il est peu réaliste d'espérer qu'une amélioration des infrastructures de transport permette de résorber le chômage francilien. Toutefois, parmi ces mécanismes se trouve le « spatial mismatch » de plus en plus documenté dans la littérature académique.

Ce mécanisme, proposé par Ilhanfeldt et Sjoquist (1990) établit un lien direct entre les infrastructures de transport et le fonctionnement du marché du travail. Pour ces auteurs, l'impact des infrastructures de transport ne se limite pas à une réduction du temps de transport des travailleurs, mais permet également d'améliorer l'efficacité du mécanisme d'appariement entre les chercheurs d'emploi et les entreprises. Ce mécanisme a fait l'objet de nombreuses contributions parmi lesquelles on peut trouver Gobillon *et al.* (2007) ou Gobillon, Rupert et Wasmer (2014) montrant que l'effet de ces mécanismes sur le niveau de chômage d'une agglomération pouvait être quantitativement important.

Il est possible d'introduire ce mécanisme dans notre cadre d'analyse. Pour ce faire, nous modifions la fonction d'appariement de telle sorte que la probabilité d'appariement dépende de l'effort fourni par un chômeur dont le coût de recherche dépend directement de la distance de son domicile par rapport au centre-ville. La probabilité pour un candidat de trouver un emploi devient $\frac{(e/\overline{e})M(\overline{e},\theta)}{u}$, elle dépend

donc de l'effort du chômeur (e) et de l'effort moyen fourni par les autres chômeurs ($\overline{e}$). Par ailleurs, chaque chômeur doit faire face à un coût de l'effort dépendant de la distance $C(e,d)$. Nous avons introduit ces modifications dans l'annexe technique (Chapelle, Wasmer et Bono 2017, Section 5.2). Il apparaît que le modèle devient non linéaire lorsque l'effort des travailleurs devient endogène. Contrairement, au cas de la consommation d'espace, les non-linéarités impliquées par ce nouveau schéma ne permettent pas de résoudre le modèle de manière linéaire et nécessitent une modification en profondeur de la méthode de résolution du modèle. Il nous est donc impossible pour le moment de quantifier précisément les créations d'emplois susceptibles d'être générées par ce mécanisme additionnel. Il apparaît cependant qu'introduire un effort de recherche endogène devrait amplifier l'effet estimé du Grand Paris Express à court terme. Ainsi, il nous semble que les estimations de la seconde partie doivent être considérées comme des limites inférieures aux effets attendus du Grand Paris Express.

3. Un modèle polycentrique

Un dernier élément qui nous semble pertinent à développer dans le futur est la dimension polycentrique de la structure urbaine. Si nous avions documenté la densité de population et d'emploi comme essentiellement monocentrique afin de mesurer des effets de premier ordre, des mécanismes plus complexes sont mieux appréhendés dans un cadre polycentrique, notamment lorsque les dynamiques de recherche d'emploi et de construction des deux sections précédentes sont au cœur de l'analyse. La Figure suivante résume un modèle de ce type que nous avons rédigé et partiellement résolu. La très grande majorité des mécanismes qualitatifs (effets des loyers sur les salaires, effet des salaires et des loyers sur l'emploi) restent identiques. Ce modèle permet cependant de mieux appréhender les stratégies plus complexes de recherche d'emploi, qui peuvent être sectorisées ou globales ; et peuvent de ce fait amplifier l'effet positif des infrastructures de transport avec des effets multiplicateurs potentiellement importants. Il n'est pas possible en l'état actuel de nos recherches de quantifier la taille de ces effets multiplicateurs, mais cela devrait être une priorité des recherches ultérieures.

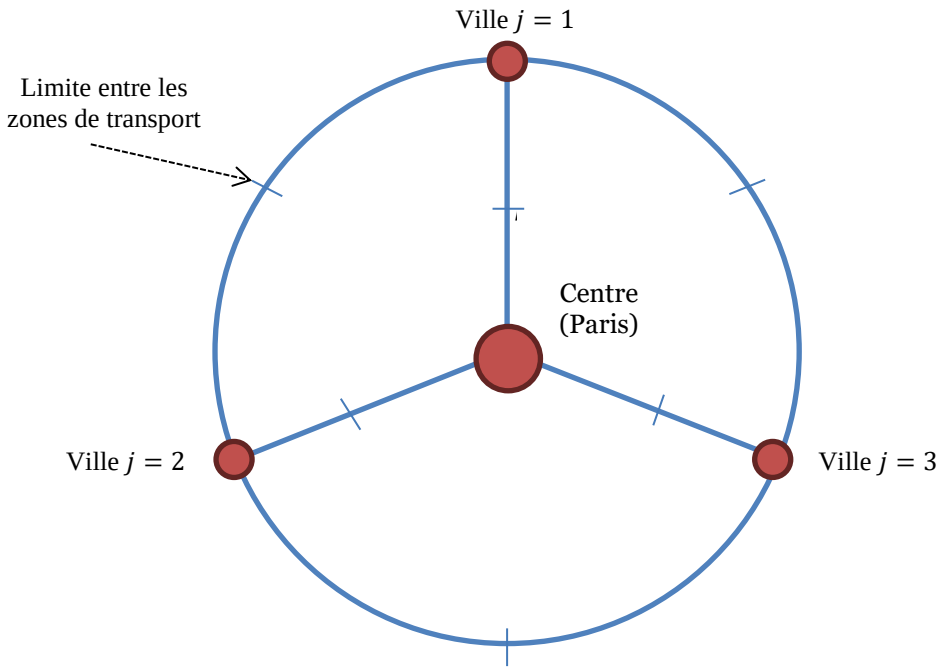


Figure 23 : Un modèle polycentrique avec marché du travail frictionnel

Partie 4 :

Conclusion du rapport

Nous concluons en soulignant nos principaux enseignements et en détaillant les pistes de développements ultérieurs des recherches qui nous semblent prioritaires.

Tout d'abord, les infrastructures publiques améliorent l'efficacité des déplacements et donc la demande d'emploi, sans que ce soit au détriment de la cohésion sociale : on peut augmenter l'efficacité allocative de l'agglomération sans augmenter la ségrégation sociale, que ce soit entre les statuts d'emploi ou entre les revenus des ménages. Cependant, cette conclusion a été obtenue dans un modèle où le coût des infrastructures n'a pas été modélisé. Dans une période de taux d'intérêt faible, cela peut être pertinent, mais l'analyse est restée partielle sur ce point de financement.

Deuxièmement, lorsque la population de la zone urbaine ne peut pas s'adapter en raison du manque de nouvelles constructions, la réduction des coûts de transport réduit les loyers au centre et augmente le bien-être (l'utilité) des résidents, mais cela produit très peu d'emplois.

Troisièmement, la réduction des coûts de transport augmente les loyers dans la périphérie lorsque la population de la zone urbaine s'ajuste parfaitement grâce à la création de nouveaux logements. Cela crée aussi de nombreux nouveaux emplois (environ 160 000 pour une réduction de 3 % des coûts de transport), un nombre qui est approximativement linéaire dans la réduction des coûts de déplacement.

Il est enfin intéressant de noter que trois extensions potentielles de l'analyse (recherche endogène d'emploi, consommation d'espace endogène et dynamique de construction) introduisent une non-linéarité des effets des infrastructures sur l'emploi. La recherche d'emploi permet notamment de prendre en compte le fait qu'en connectant mieux les chômeurs aux centres d'emploi, on peut espérer des gains en emploi supplémentaires. Cela nécessite cependant de nouveaux travaux afin de mieux quantifier ces effets.

En ce qui concerne les effets de l'ajustement de la consommation d'espace, l'effet du GPE est de modifier la structure des loyers et notamment de les faire baisser au centre, ce qui permet aux ménages de ne pas trop contraindre cette consommation d'espace. Les nouvelles infrastructures de transport public soulagent ainsi la contrainte de budget et modifient l'arbitrage entre les consommations de temps de transport et d'espace dans un sens favorable aux ménages. Enfin, la dynamique de la construction entraînerait une convergence plus lente vers les 160 000 emplois décrits

ci-dessus. *A priori*, nous prévoyons que l'ajustement suivrait une courbe logistique : d'abord lent, puis avec une accélération (inflexion positive), et finalement une convergence de nouveau plus lente vers l'équilibre de long terme. Ceci est toutefois soumis au choix des formes fonctionnelles pour le secteur de la construction et aux hypothèses sur les temps de construction et de mobilisation des réserves foncières.

Références

Abdel-Rahman, H. M. and M. Fujita (1993). "Specialization and diversification in a system of cities." Journal of Urban Economics **33**(2): 189-222.

Alchian, A. A. (1969). "Information costs, pricing, and resource unemployment." Economic Inquiry **7**(2): 109-128.

Alonso, W. (1964). "Location and land use. Toward a general theory of land rent." Location and land use. Toward a general theory of land rent.

Anas, A., R. Arnott and K. A. Small (1998). "Urban spatial structure." Journal of economic literature **36**(3): 1426-1464.

Andrews, D., A. C. Sánchez and Å. Johansson (2011). "Housing markets and structural policies in oecd countries."

Baum-Snow, N. (2010). "Changes in transportation infrastructure and commuting patterns in us metropolitan areas, 1960–2000." The American economic review **100**(2): 378.

Beckmann, M. J. (1969). "On the distribution of urban rent and residential density." Journal of Economic Theory **1**(1): 60-67.

Beckmann, M. J. (1976). Spatial equilibrium in the dispersed city. Environment, regional science and interregional modeling, Springer**:** 132-141.

Behrens, K., G. Duranton and F. Robert-Nicoud (2014). "Productive cities: Sorting, selection, and agglomeration." Journal of Political Economy **122**(3): 507-553.

Brueckner, J. K., J.-F. Thisse and Y. Zenou (1999). "Why is central paris rich and downtown detroit poor?: An amenity-based theory." European economic review **43**(1): 91-107.

Brueckner, J. K. and Y. Zenou (2003). "Space and unemployment: The labor-market effects of spatial mismatch." Journal of Labor Economics **21**(1): 242-262.

Buchanan, J. M. (1965). "An economic theory of clubs." Economica **32**(125): 1-14.

Caudill, S. B. (1993). "Estimating the costs of partial-coverage rent controls: A stochastic frontier approach." The Review of Economics and Statistics: 727-731.

Chapelle, Guillaume et Jean-Benoit Eyméoud (2017) Can big data increase our knowledge of the rental market ? , Sciences Po mimeo

Chapelle, Guillaume et Jean-Benoit Eyméoud (2017) The extensive and intensive margin supply elasticity : evidence from France, in Chapelle G. (2017) Land and the Housing Market, Phd Dissertation, Sciences Po

Chapelle, Guillaume et Etienne Wasmer et Pierre-Henri Bono (2017) A third way between integrated Vienna and segregated Chicago? An Urban Equilibrium Model with Production Externalities and Rent Controls Applied to Paris Urban Area, Annexe technique du rapport à la Société du Grand Paris

Cheshire, P. C. (1979). "Inner areas as spatial labour markets: A critique of the inner area studies." Urban Studies **16**(1): 29-43.

Ciccone, A. and R. E. Hall (1993). Productivity and the density of economic activity, National Bureau of Economic Research.

Coles, M. G. and E. Smith (1998). "Marketplaces and matching." International Economic Review: 239-254.

Combes, P.-P., G. Duranton and L. Gobillon (2010). "The identification of agglomeration economies." Journal of Economic Geography.

Combes, P. P., G. Duranton, L. Gobillon, D. Puga and S. Roux (2012). "The productivity advantages of large cities: Distinguishing agglomeration from firm selection." Econometrica **80**(6): 2543-2594.

Coulson, N. E., D. Laing and P. Wang (2001). "Spatial mismatch in search equilibrium." Journal of Labor Economics **19**(4): 949-972.

Diamond, P. A. (1982). "Aggregate demand management in search equilibrium." The Journal of Political Economy: 881-894.

Dumais, G., G. Ellison and E. Glaeser (1997). "The determinants of geographic concentration." Quarterly Journal of Economics.

Dumais, G., G. Ellison and E. L. Glaeser (2002). "Geographic concentration as a dynamic process." Review of economics and Statistics **84**(2): 193-204.

Duranton, G. and H. G. Overman (2005). "Testing for localization using micro-geographic data." The Review of Economic Studies **72**(4): 1077-1106.

Duranton, G. and H. G. Overman (2008). "Exploring the detailed location patterns of uk manufacturing industries using microgeographic data." Journal of Regional Science **48**(1): 213-243.

Duranton, G. and D. Puga (2001). "Nursery cities: Urban diversity, process innovation, and the life cycle of products." American Economic Review: 1454-1477.

Duranton, G. and D. Puga (2004). "Micro-foundations of urban agglomeration economies." Handbook of regional and urban economics **4**: 2063-2117.

Duranton, G. and D. Puga (2015). "Urban land use." Handbook of Regional and Urban Economics SET: 467.

Duranton, G., & Turner, M. A. (2012). Urban growth and transportation. *The Review of Economic Studies*, *79*(4), 1407-1440.

Early, D. and J. Phelps (1999). "Rent regulations' pricing effect in the uncontrolled sector: An empirical investigation." Journal of Housing Research **10**(2): 267-285.

Ellison, G. and E. L. Glaeser (1999). "The geographic concentration of industry: Does natural advantage explain agglomeration?" The American Economic Review **89**(2): 311-316.

Ellison, G., E. L. Glaeser and W. R. Kerr (2010). "What causes industry agglomeration? Evidence from coagglomeration patterns." The American Economic Review **100**(3): 1195-1213.

Fujita, M. and H. Ogawa (1982). "Multiple equilibria and structural transition of non-monocentric urban configurations." Regional science and urban economics **12**(2): 161-196.

Fujita, M. and J.-F. Thisse (2002). "Agglomeration and market interaction."

Fujita, M. and J.-F. Thisse (2013). Economics of agglomeration: Cities, industrial location, and globalization, Cambridge university press.

Fujita, M., J.-F. Thisse and Y. Zenou (1997). "On the endogeneous formation of secondary employment centers in a city." Journal of urban economics **41**(3): 337-357.

Gautier, P. A. and Y. Zenou (2010). "Car ownership and the labor market of ethnic minorities." Journal of Urban Economics **67**(3): 392-403.

Glaeser, E. L. (1999). "Learning in cities." Journal of urban Economics **46**(2): 254-277.

Glaeser, E. L., M. E. Kahn and J. Rappaport (2008). "Why do the poor live in cities? The role of public transportation." Journal of urban Economics **63**(1): 1-24.

Glaeser, E. L. and D. C. Mare (1994). Cities and skills, National Bureau of Economic Research.

Glaeser, E. L. and M. G. Resseger (2010). "The complementarity between cities and skills." Journal of Regional Science **50**(1): 221-244.

Gobillon, L., T. Magnac and H. Selod (2011). "The effect of location on finding a job in the paris region." Journal of Applied Econometrics **26**(7): 1079-1112.

Gobillon, L., H. Selod and Y. Zenou (2007). "The mechanisms of spatial mismatch." Urban studies **44**(12): 2401-2427.

Gobillon, L., Rupert, P., & Wasmer, E. (2014). Ethnic unemployment rates and frictional markets. *Journal of Urban Economics*, *79*, 108-120.

Greenstone, M., R. Hornbeck and E. Moretti (2008). Identifying agglomeration spillovers: Evidence from million dollar plants, National Bureau of Economic Research.

Guglielminetti, E., R. Lalive, P. Ruh and E. Wasmer (2015). Spatial search strategies of job seekers and the role of unemployment insurance, Sciences Po.

Hartwick, J., U. Schweizer and P. Varaiya (1976). "Comparative statics of a residential economy with several classes." Journal of Economic Theory **13**(3): 396-413.

Helsley, R. W. and W. C. Strange (1990). "Matching and agglomeration economies in a system of cities." Regional Science and urban economics **20**(2): 189-212.

Helsley, R. W. and W. C. Strange (2007). "Agglomeration, opportunism, and the organization of production." Journal of Urban Economics **62**(1): 55-75.

Henderson, V. and A. Mitra (1996). "The new urban landscape: Developers and edge cities." Regional Science and Urban Economics **26**(6): 613-643.

Holzer, H. J. (1986). "Reservation wages and their labor market effects for black and white male youth." Journal of Human Resources: 157-177.

Holzer, H. J. (1987). "Informal job search and black youth unemployment." The American Economic Review **77**(3): 446-452.

Holzer, H. J. (1988). "Search method use by unemployed youth." Journal of Labor Economics: 1-20.

Holzer, H. J. (1991). "The spatial mismatch hypothesis: What has the evidence shown?" Urban Studies **28**(1): 105-122.

Holzer, H. J. and J. Reaser (2000). Firm-level training for newly hired workers: Its determinants and effects. Research in labor economics, Emerald Group Publishing Limited**:** 377-402.

Ihlanfeldt, K. R. (1997). "Information on the spatial distribution of job opportunities within metropolitan areas." Journal of Urban Economics **41**(2): 218-242.

Ioannides, Y. M. (2012). From neighborhoods to nations: The economics of social interactions. Princeton University Press.

Jacobs, J. (1969). "The economy ofcities." Vintage, New York.

Kain, J. F. (1968). "Housing segregation, negro employment, and metropolitan decentralization." The Quarterly Journal of Economics: 175-197.

Kain, J. F. (1992). "The spatial mismatch hypothesis: Three decades later." Housing policy debate **3**(2): 371-460.

Krol, R. and S. Svorny (2005). "The effect of rent control on commute times." Journal of Urban Economics **58**(3): 421-436.

Krugman, P. R. (1991). Geography and trade, MIT press.

Lucas, R. E. and E. Rossi–Hansberg (2002). "On the internal structure of cities." Econometrica **70**(4): 1445-1476.

Manning, A. and B. Petrongolo (2011). "How local are labor markets? Evidence from a spatial job search model."

Marinescu, I. and R. Rathelot (2013). The geography of job search and mismatch unemployment. Working paper.

Maurin, É. (2004). Le ghetto français: Enquête sur le séparatisme social, Seuil.

McMillen, D. P. and S. C. Smith (2003). "The number of subcenters in large urban areas." Journal of Urban Economics **53**(3): 321-338.

Melitz, M. J. and G. I. Ottaviano (2008). "Market size, trade, and productivity." The review of economic studies **75**(1): 295-316.

Mills, E. S. (1967). "An aggregative model of resource allocation in a metropolitan area." The American Economic Review **57**(2): 197-210.

Mortensen, D. T. (1970). "Job search, the duration of unemployment, and the phillips curve." The American Economic Review **60**(5): 847-862.

Mortensen, D. T. (1982). The matching process as a noncooperative bargaining game. The economics of information and uncertainty, University of Chicago Press**:** 233-258.

Muth, R. F. (1969). "Cities and housing." Chicago: University of Chicago Press.

Nenov, P. T. (2015). "Regional reallocation and housing markets in a model of frictional migration." Review of Economic Dynamics **18**(4): 863-880.

Observatoire de la mobilité en Ile-de-France, (2010). "Enquête globale transport."

Ortega, J. (2000). "Pareto-improving immigration in an economy with equilibrium unemployment." The Economic Journal **110**(460): 92-112.

Overman, H. G. and D. Puga (2010). Labor pooling as a source of agglomeration: An empirical investigation. Agglomeration economics, University of Chicago Press**:** 133-150.

Patacchini, E. and Y. Zenou (2007). "Spatial dependence in local unemployment rates." Journal of Economic Geography.

Phelps, E. S. (1968). "Money-wage dynamics and labor-market equilibrium." The Journal of Political Economy: 678-711.

Pissarides, C. A. (1985). "Short-run equilibrium dynamics of unemployment, vacancies, and real wages." The American Economic Review **75**(4): 676-690.

Pissarides, C. A. (2000). Equilibrium unemployment theory. MIT press.

Puga, D. (2010). "The magnitude and causes of agglomeration economies." Journal of Regional Science **50**(1): 203-219.

Rogerson, P. (1982). "Spatial models of search." Geographical Analysis **14**(3): 217-228.

Rogerson, R. (1988). "Indivisible labor, lotteries and equilibrium." Journal of monetary Economics **21**(1): 3-16.

Rosenthal, S. S. and W. C. Strange (2001). "The determinants of agglomeration." Journal of urban economics **50**(2): 191-229.

Rosenthal, S. S. and W. C. Strange (2008). "The attenuation of human capital spillovers." Journal of Urban Economics **64**(2): 373-389.

Sims, D. P. (2007). "Out of control: What can we learn from the end of massachusetts rent control?" Journal of Urban Economics **61**(1): 129-151.

Smith, T. E. and Y. Zenou (1997). "Dual labor markets, urban unemployment, and multicentric cities." Journal of Economic Theory **76**(1): 185-214.

Smith, T. E. and Y. Zenou (2003). "Spatial mismatch, search effort, and urban spatial structure." Journal of Urban Economics **54**(1): 129-156.

Starrett, D. (1978). "Market allocations of location choice in a model with free mobility." Journal of Economic Theory **17**(1): 21-37.

Trevien, C. (2013). "Habiter en hlm: Quels avantages, quelles différences?" Insee Analyses **10**: 1-4.

Van Vuuren, A. (2015). "On-the-job search and city structure."

von Thünen, J. H. (1826). "Der isolierte staat in beziehung auf nationalökonomie und landwirtschaft." Gustav Fischer, Stuttgart (reprinted 1966).

Wasmer, E. and Y. Zenou (2002). "Does city structure affect job search and welfare?" Journal of Urban Economics **51**(3): 515-541.

Wasmer, E. and Y. Zenou (2006). "Equilibrium search unemployment with explicit spatial frictions." Labour Economics **13**(2): 143-165.

Wheaton, W. C. (1977). "Income and urban residence: An analysis of consumer demand for location." The American Economic Review **67**(4): 620-631.

Zax, J. S. and J. F. Kain (1996). "Moving to the suburbs: Do relocating companies leave their black employees behind?" Journal of Labor Economics: 472-504.

Zenou, Y. (2009). Urban labor economics, Cambridge University Press.

Zenou, Y. and N. Boccard (2000). "Racial discrimination and redlining in cities." Journal of Urban economics **48**(2): 260-285.