



**HAL**  
open science

# Les bénéfices de la densification dans la perspective du Grand Paris Express. Livrable 5 : les effets de l'amélioration de l'accessibilité | Volume 1

Renaud Le Goix, Anne Bretagnolle, Liliane Lizzi, Thibault Le Corre, Luc  
Guibard, Leopold Lucas

## ► To cite this version:

Renaud Le Goix, Anne Bretagnolle, Liliane Lizzi, Thibault Le Corre, Luc Guibard, et al.. Les bénéfices de la densification dans la perspective du Grand Paris Express. Livrable 5 : les effets de l'amélioration de l'accessibilité | Volume 1. [Rapport de recherche] Société du Grand Paris. 2019, 50 p. halshs-03744466

**HAL Id: halshs-03744466**

**<https://shs.hal.science/halshs-03744466>**

Submitted on 2 Aug 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.

# Contrat de recherche pour la Société du Grand Paris

## Les bénéfices de la densification dans la perspective du Grand Paris Express.

Livrable 5 :  
les effets de l'amélioration de l'accessibilité |  
Volume 1

*Le Goix Renaud ; Bretagnolle Anne ; Lizzi Liliane ; Le Corre Thibault ; Guibard Luc,  
UMR Géographie-cités 8504, CNRS, Université Paris 1 Panthéon Sorbonne, Université de  
Paris (Paris Diderot) / Lucas Léopold / UMS RIATE 2414, CNRS, Université de Paris  
(Paris Diderot). Labex Dynamite (ANR)*

31/10/2019



# Table des matières

<b>Introduction</b>	<b>3</b>
<b>1. Revue de littérature et état de la question</b>	<b>4</b>
1.1. Accessibilité	4
1.1.1. Accessibilité locale	4
1.1.2. Accessibilité globale	5
1.1.3. Accessibilité d'une fonction économique	5
1.2. Enjeu de gains d'accessibilité sur le changement social	5
1.2.1. "Développements urbains liés aux transports" et changement social	5
1.2.2. Gains d'accessibilité, densification et capitalisation valeur immobilière	6
1.2.3. La question du seuil optimal de distance à la station	7
<b>2. Transformations du réseau de transport et indices d'accessibilité retenus</b>	<b>8</b>
2.1 Les modifications du réseau de transport en commun depuis 1995	8
2.1.1. Transformations des infrastructures	9
2.1.2. Transformation des services et de la vitesse	12
2.2 Accessibilité globale (indice de Shimbél)	15
2.2.1 Accessibilité globale sur le réseau	16
2.2.2 Accessibilité globale sur le territoire francilien	17
2.3 Accessibilité locale (distance au plus court chemin à la station la plus proche)	19
2.3.1 Méthodologie	19
2.3.2 Résultats	19
2.3.3 Synthèse : accéder à l'infrastructure de transport : le choix d'une mesure de l'accessibilité locale aux gares et stations	20
<b>3. Accessibilité et changement social: une analyse exploratoire</b>	<b>22</b>
3.1. Approche conceptuelle et méthodologique d'une analyse du changement social	22
3.1.1 Pour une analyse de la complexité des effets locaux du changement social : des méthodes pour analyser les trajectoires intra-urbaines	23
3.1.3 Méthodologie de la typologie des quartiers en fonction des acquéreurs et des vendeurs.	24
3.1.4 Méthodologie de l'analyse des trajectoires.	24
3.1.5 Description des données et variables d'intérêt	24
3.2 Analyse des acquéreurs et des vendeurs	25
3.2.1 Présentation des données	25
3.2.1. Déterminer des profils locaux de marché à partir des soldes acquéreurs-vendeurs	27
3.2.2 Classification des profils locaux des marchés (soldes acquéreurs-vendeurs)	29
3.2.3 Interprétation des classes	29
3.3. Une analyse des séquences pour caractériser le changement social	33
3.3.1. Généralités : matrice, succession d'états et séquence.	35
3.3.2. Analyse des séquences dans les lieux ayant connu des évolutions de l'accessibilité aux stations et gares	35
3.3.3. Synthèse de l'analyse de séquences : une plus grande diversité de profils,et une certaine mixité dans les zones de meilleure accessibilité	37
<b>4. Une analyse du changement social lié à l'amélioration de l'accessibilité avec une méthode structure-résidus (shift-share analysis)</b>	<b>38</b>
4.1. Etat de la question sur l'utilisation de la méthode structure-résidus appliquée à une analyse socio-économique	38
4.2. Méthodologie : analyse structure résidu / shift share analysis	39
4.3. Résultats	39
<b>Conclusion</b>	<b>45</b>
<b>Références</b>	<b>46</b>

## Introduction

Dans le cadre du contrat avec la SGP sur *les bénéfiques de la densification dans la perspective du Grand Paris Express*, les livrables précédents développaient :

- d’une part l’impact de la densité sur les coûts de fonctionnement et d’investissement des communes et de leurs regroupements, en fonction de plusieurs mesures de densité, en faisant intervenir de multiples variables explicatives rendant compte des formes urbaines et de la distribution intra-urbaine de la population (livrables 1, 2, 3 et 4a).
- d’autre part, l’exploration des liens entre accessibilité et densité (livrable 4b). Plus précisément, nous y estimions l’impact du temps d’accès minimum au centre de l’aire urbaine sur les variations de la densité de population, de la densité d’emplois et de la densité de population + emplois.

Dans une dernière phase de la recherche, nous proposons tout d’abord une analyse exploratoire d’une part des mesures d’accessibilité, ensuite des liens et articulations possibles entre les évolutions de l’accessibilité et le changement socio-économique (volume 1) ; ainsi qu’une analyse de l’impact de la densité sur les coûts de fonctionnement et d’investissement en faisant appel à des instruments historiques et géographiques (volume 2).

Concernant les deux premiers points, dans le cadre du Grand Paris Express, la démarche que nous proposons dans ce dernier livrable consiste à approfondir la relation entre les gains d’accessibilité et les effets sur les marchés du logement. A titre exploratoire, et pour mettre à profit la finesse des données dont nous disposons en Ile-de-France (base BIEN, Chambre des Notaires 1996-2012)<sup>1</sup>, nous analysons exclusivement les marchés des propriétés. Ceux-ci présentent l’avantage d’avoir une plus forte réactivité aux changements urbains que le marché de la location, d’être moins élastiques et moins régulés. Ils sont d’autre part soumis à d’importants effets d’anticipation ou de réaction (valorisation / dévalorisation) à la mise en place d’infrastructures de transport (Faburel et Maleyre 2007). La métropole parisienne présente un terrain particulier pour l’analyse du changement social dans un contexte de mutations métropolitaines avancées (Saint-Julien et Le Goix 2007) : les effets structurels sur le marché du logement, particulièrement tendus, se traduisent globalement par une inflation généralisée, dont les effets géographiques ont été analysés montrant à la fois une inflation ubiquiste, des effets de rattrapage des quartiers les moins chers, sans toutefois que l’évolution de prix ne remette en cause la hiérarchie des quartiers entre eux, renforçant la structure de la division sociale de l’espace (Guérois et Le Goix 2009; Boulay, Guerois, et Le Goix 2011; Le Goix et al. 2019). Dans la littérature, la difficulté de l’analyse du changement social consiste à isoler les effets de structure des effets résiduels : dans quelle mesure peut-on isoler, dans un contexte d’inflation généralisée, une explication du changement socio-économique des quartiers qui soit explicitement liée à des gains d’accessibilité à proximité de stations de transports en commun à haut débit (trains régionaux RER, métros, tramway, bus à haut niveau de service), comme un exemple du changement urbain induit par les politiques publiques.

**L’enjeu principal, dans la perspective des mutations urbaines liées à la densification des quartiers de gare du GPE, consiste donc à comprendre de façon plus précise si l’évolution des marchés immobiliers est liée à une dynamique métropolitaine (inflation globale) ou à une dynamique locale, liées à l’amélioration de la desserte en transport et de l’accessibilité.**

Pour ce faire, plusieurs questions de recherches sont analysées successivement. D’une part, quelles sont les principales évolutions de l’accessibilité dans la métropole francilienne, et ce faisant, quelles mesures de l’accessibilité sont plus appropriées pour analyser les effets sur le changement socio-économique ? (Q1) D’autre part, comment analyser le changement socio-économique, dans une approche à une échelle fine (carroyage), à un pas de temps permettant pour analyser les dynamiques d’amélioration de l’accessibilité aux infrastructures de transport entre 1995 et 2015 ? Nous proposons une approche par les données des transactions immobilières, permettant d’analyser les dynamiques des marchés immobiliers, et en particulier les régimes de transaction (couples acquéreurs-vendeurs, en d’autres termes, qui vend à qui ?), en décrivant le changement social à l’oeuvre dans les dynamiques de marché (Q2). Enfin dans quelle mesure est-il possible de procéder à une analyse de la corrélation entre l’amélioration de l’accessibilité aux transports, et celle d’une dynamique de marché, sachant que de nombreux effets se conjuguent : effets d’anticipation, effets globaux des mutations métropolitaines (désouvriérisation) et effets plus locaux liés à la structure du marché du logement et son évolution (gentrification, touristification, etc.) ? Ce faisant, ce rapport émet des propositions d’analyse du changement socio-économique local (trajectoires),

1. Données mises à disposition dans le cadre d’un financement du Labex Dynamite (ANR-11-LABX-0046), Univ. Paris 1 Panthéon-Sorbonne.

et analyse la relation entre accessibilité et changement social par le biais d'une méthode structure-résidus (*shift-share analysis, SSA*), permettant d'isoler des effets locaux des effets globaux (Q3).

Le rapport est structuré de la manière suivante. Une première section de revue de littérature et d'état de la question fait d'une part le point sur l'accessibilité et ses mesures, et d'autre part sur l'enjeu des améliorations des infrastructures de transport en commun dans leurs relations avec l'évolution socio-économique des quartiers concernés. On y justifie les principaux choix théoriques et méthodologiques opérés pour la suite de l'étude, c'est-à-dire une mesure des gains d'accessibilité locale aux stations et gares de transport en commun, dans un carroyage de 200m de côté, permettant ensuite l'analyse socio-économique. La partie 2 analyse les différentes évolutions de l'accessibilité en Île-de-France entre 1995 et 2015, dresse des perspectives pour 2050, et livre les résultats des gains d'accessibilité locale. La partie 3 consiste en une analyse spatiale exploratoire des dynamiques socio-économiques à une échelle fine, se fondant sur l'étude des transactions immobilières, en particulier les parties de la vente (acquéreurs et vendeurs), dont on connaît des catégories socio-professionnelle. Il s'agit de construire des variables, à l'échelle du même carroyage de 200m, permettant d'évaluer les évolutions socio-économique de l'accession, de manière générale d'abord (typologie pour l'Île-de-France), et en étudiant les zones où les gains d'accessibilité sont significatifs, ensuite. Une quatrième partie, enfin, fait l'analyse des ces évolutions socio-économique à partir d'une méthode structure-résidus (*shift-share analysis, SSA*), permettant d'isoler des effets locaux des effets globaux.

## 1. Revue de littérature et état de la question

### 1.1. Accessibilité

La notion d'accessibilité d'un lieu, telle qu'employée aujourd'hui par les économistes ou les géographes, désigne la « plus ou moins grande facilité avec laquelle ce lieu peut être atteint à partir d'un ou plusieurs autres lieux, à l'aide de tout ou partie des moyens de transport existants » (Bavoux et al. (2005), p. 41). Elle a été définie dans les années 1950 par l'école américaine de géographie des transports, privilégiant la quantification et la modélisation du système de transport par rapport aux approches plus anciennes, décrivant les axes de transport et les circulations (Pini 1984). Le concept même d'accessibilité est proposé dans un article rédigé par le mathématicien Shimbel (1953). Ce dernier, deux ans après avoir présenté la construction d'une matrice au plus court chemin, propose de définir « l'accessibilité du réseau  $S$  à un site  $i$  » comme « la somme des plus courts chemins de chaque sommet du réseau au site  $i$  ». Comme le remarque le mathématicien, si cette somme est grande, cela signifie que les différents sites sont loin de  $i$ , et si elle est petite, que les différents sites sont facilement atteignables depuis  $i$ . Cette proposition sera reprise ensuite par Alfred Ullman et d'autres chercheurs économistes ou géographes. Depuis, de nombreux travaux ont étoffé ce résultat et l'on compte aujourd'hui plusieurs familles d'indices d'accessibilité.

#### 1.1.1. Accessibilité locale

Une première famille s'intéresse à l'accessibilité locale d'un lieu. Celle-ci repose sur des calculs faisant intervenir des quantités mesurées localement, par exemple les propriétés locales du réseau d'infrastructure. On trouve par exemple les indices de desserte (Dupuy 1985), construits en calculant le nombre de liens convergeant vers chaque lieu, pondéré ou non par la qualité des voies convergentes, comme par exemple la vitesse moyenne de circulation sur ces liens (Bretagnolle 2003). Une autre approche de l'accessibilité locale consiste à évaluer la distance à la station de transport la plus proche, qui peut être calculée en temps, en coût ou en kilomètres, par exemple la distance à la station de train la plus proche (Duranton et Turner 2012; Garcia-López, Viladecans-Marsal, et Hémet 2015). Cette mesure a été calculée par les auteurs de ce rapport pour l'ensemble des stations de transport public en Île-de-France, aux 4 dates de l'étude (1995, 2005, 2015 et la projection 2050), et les résultats sont discutés plus loin (section 2). Plus rarement, on utilise non pas la sommes distances au plus court chemin, mais la moyenne des distances au plus court chemin (on calcule alors un indice d'éloignement moyen, ou "*average path length*") A l'échelon d'un système de villes, si l'on s'intéresse à l'effort nécessaire pour effectuer un trajet d'une ville à une autre, il peut s'agir de la longueur en km d'autoroutes inter-état dans chaque ville (Duranton et Turner 2012).

### 1.1.2. Accessibilité globale

Une deuxième famille s'intéresse à l'accessibilité globale d'un lieu, telle que définie par exemple par Shimbel (voir plus haut). Cette mesure a été utilisée, par exemple, par Bretagnolle, Giraud, et Verdier (2010) pour modéliser les transformations territoriales opérées par la construction des routes royales aux 18<sup>ème</sup> et 19<sup>ème</sup> siècles. Elle a été calculée par les auteurs de ce rapport pour l'ensemble des stations de transport public en Île-de-France, aux 4 dates de l'étude (1995, 2005, 2015 et la projection 2050), et les résultats sont discutés plus loin (section 2). D'autres auteurs utilisent non pas la somme des distances au plus court chemin mais la moyenne des distances au plus court chemin, on calcule alors un indice d'éloignement moyen, ou «average path length» (Costes 2016).

### 1.1.3. Accessibilité d'une fonction économique

Une troisième famille d'indices s'intéresse à l'accessibilité d'une fonction économique attractive (emploi, services, population, richesse). Dans un premier cas, on considère un lieu particulièrement important, par exemple le centre-ville (correspondant au centre d'emploi principal) et l'on caractérise chaque lieu par le temps de trajet vers ce centre. Ainsi, Mayer et Trevien (2017) utilisent une moyenne de la distance-temps vers les 20 arrondissements de Paris pour quantifier l'accessibilité des communes dans cette aire urbaine. Dans un deuxième cas, on considère la densité des ressources économiques (ou opportunités) qui peuvent être atteintes à partir de chaque lieu dans la limite d'un temps de transport (ou d'une distance ou d'un coût) donné. Ce temps de transport correspond le plus souvent au budget-temps classique alloué aux navettes domicile-travail, selon la conjecture de Zahavi (1974), soit pour les grandes métropoles actuelles 1h30 aller et retour. Ces opportunités peuvent être par exemple le nombre d'emplois ou de services qui peuvent être atteints depuis une zone ou un lieu dans le temps donné (Wachs et Kumagai 1973). Dans un troisième cas, on considère que les lieux de destination des déplacements n'ont pas tous le même poids et l'on fait alors appel aux **calculs de potentiels** (Bavoux et al. (2005), p. 48), le plus classiquement des potentiels de population ou d'emploi. Ainsi, selon la formulation de Hansen (1959), «~accessibility is defined as the potential of opportunities for interaction~».

Les potentiels de population, dérivés du modèle gravitaire, ont été définis pour la première fois par Stewart (1942) (voir aussi Stewart et Warntz (1968) pour une application à la géographie de la population, utilisée dans la section 3 du rapport). Ce dernier modélise les flux potentiels d'étudiants s'inscrivant chaque année dans une université américaine de la côte Est selon leur lieu d'origine. Ces flux sont appelés « potentiels de population » car la densité d'une population serait analogue, selon lui, à une densité de masse ou de charge électrique. Les potentiels de population ont été, par exemple, utilisés pour analyser pour modéliser les flux échangés entre les villes du Moyen Age européen sur les réseaux de transport terrestres, fluviaux et maritimes (Bretagnolle 2009), ou la diffusion des pièces d'euros lors de la mise en circulation de la nouvelle monnaie (Grasland 2009).

## 1.2. Enjeu de gains d'accessibilité sur le changement social

### 1.2.1. “Développements urbains liés aux transports” et changement social

Les aménagements de transports urbains ont pour objectifs premiers non seulement la réduction de la dépendance à la voiture individuelle mais aussi la promotion d'une certaine équité spatiale, en autorisant la mobilité pour des populations qui ne disposent pas de la voiture (personnes handicapées, trop jeunes, trop âgées ou à faibles revenus). Ces opérations peuvent cependant avoir des conséquences ni attendues ni désirées. Aussi, la question de savoir *comment des opérations urbaines en lien avec l'amélioration de l'accessibilité interviennent dans un processus de gentrification*. Un tel questionnement est souvent sous-jacent, plus ou moins explicitement formulé dans les travaux sur l'amélioration de l'accessibilité dans les régions métropolitaines. Ainsi, l'un des objectifs du GPE est de mieux desservir des quartiers laissés en marge des transports en commun depuis les années 1960. C'est donc dans une optique de justice spatiale, centrale pour les métropoles contemporaines, que cette analyse est menée.

La littérature sur le sujet des “Développements urbains liés aux transports” ou *TODs, Transit Oriented Developments* est abondante et récente, le constat a été tout récemment posé que les recherches sur le lien entre « Développement Urbain lié aux Transports » (DUT) et gentrification portent très largement

(89%) sur le contexte états-unien (Padeiro, Louro, et Da Costa 2019). Cela renforce la nécessité d'aborder la question dans le cas parisien, la situation américaine étant spécifique (culturellement, spatialement et politiquement) et les résultats des études nord-américaines non nécessairement transposables au contexte européen, sans pour autant partir du principe d'une exceptionnalité particulière du cas parisien (Le Goix et al. 2019).

Cette prépondérance des études sur le contexte américain tient à plusieurs facteurs : les métropoles états-uniennes, développées exclusivement autour de l'automobile à partir de 1930, ont procédé à des investissements massifs dans les transports en commun sur rails ces dernières décennies. Entre 1970 et 2000, les 14 principales métropoles américaines ont dépensé 25 milliards de dollars pour la construction de nouvelles lignes, sans compter les travaux d'entretien et d'amélioration du système existant (Kahn 2007). De façon plus surprenante, et inversement proportionnelle à ces investissements, le pourcentage de travailleurs de ces zones métropolitaines utilisant les transports publics pour les déplacements pendulaires est passé de 12% en 1970 à 6% en 2000 (Kahn 2007). Ce décalage tend à indiquer qu'une augmentation générale de l'offre d'accessibilité par transports publics n'implique pas systématiquement, au moins dans le contexte américain, une augmentation générale des mobilités par ces moyens.

De la même manière, une enquête au Canada a ainsi fait ressortir que si les individus appartenant à des classes aisées utilisent moins la voiture après s'être installés dans une zone concernée par un TOD, ils utilisent souvent plus le vélo que les transports publics (Danyluk et Ley 2007). De même, une analyse des enquêtes statistiques de l'état californien conclut que les foyers les plus riches ont un nombre de "vehicle miles traveled" (VMT) moins important que les foyers les plus pauvres quand ils s'installent dans une TOD. De plus on peut constater une réduction régionale des VMT lorsque les quartiers gentrifiés près des stations sont devenus plus denses, alors qu'une gentrification sans densification tend inversement à les augmenter (Chatman, Tulach, et Kim 2011). L'installation de foyer à hauts revenus dans des zones TOD serait donc plutôt bénéfique en terme de mobilités par rapport à l'objectif de réduire l'usage de la voiture.

Il convient cependant d'apprécier ces éléments à l'aune de la distinction entre deux grands modèles d'aménagements urbains en lien avec les transports, « Park & Ride » et « Walk & Ride », qui provoquent des effets sensiblement différents: alors que le premier tend à augmenter le trafic automobile et les embouteillages, le second implique lui une transformation radicale de l'environnement urbain, avec la perspective d'un nouveau mode de vie (Kahn 2007). La distinction entre ces deux modèles se retrouve d'ailleurs dans l'évolution de la valeur des biens immobiliers (Atkinson-Palombo 2010). Il y aurait, à travers ces stratégies pour bénéficier d'une diversité de fonctions urbaines (commerciales et résidentielles), une valorisation de l'accessibilité, mais aussi et surtout de la proximité (aux services) : ces éléments de causalité se conjuguent donc de manière complexe dans l'explication, ou plutôt la contextualisation du changement social. Il s'agit là d'un point fondamental pour saisir le lien entre infrastructures de transport et changement social : **ce serait moins l'amélioration de l'accessibilité en soi que le projet de transformation urbaine l'accompagnant (éventuellement) qui serait un ressort du changement social d'un quartier.** Cela signifierait que si les aménagements urbains en lien avec les transports provoquent un changement social, celui-ci serait moins dû à la façon de se déplacer qu'à la nouvelle qualité de l'espace urbain produit, en s'appuyant sur les nouvelles modalités de déplacement.

### 1.2.2. Gains d'accessibilité, densification et capitalisation valeur immobilière

**Parmi les travaux qui analysent les effets des gains d'accessibilité sur le changement urbain, la plupart caractérisent les effets des gains d'accessibilité sur les valeurs immobilières, montrant les effets de valorisation localisés à proximité des nouvelles infrastructures,** dans la logique de mutation globale de l'environnement urbain ainsi produit, notamment avec de nouveaux services, mais également de la densification.

Ainsi, Duncan (2010) analyse l'effet combiné sur la valorisation immobilière du redéveloppement des quartiers autour des nouveaux équipements de transports en commun à haute capacité, combiné à la piétonisation des quartiers à San Diego en Californie (*Transit Oriented Developments*, TODs). Ce type d'opérations consiste en effet à densifier dans les quartiers soumis à un redéveloppement suite à l'arrivée de nouveaux transports en communs par exemple à Houston, Atlanta, Portland, San Diego (Billard 2009). Les résultats convergent selon les études, montrant plutôt une capitalisation des bénéfices de la densité dans la valeur immobilière dans ces quartiers (Duncan 2010). En particulier, les rénovations urbaines associées à l'arrivée d'un tramway ont des effets de capitalisation immobilières qui peuvent être

capturés pour financer l'infrastructure, comme dans le cas des *Smart Growth Redevelopments* (Immergluck 2009). Autour d'opérations permettant des gains d'accessibilité, l'impact de la densification sur la valeur immobilière est explicite dans une série de dispositifs (Wang et Immergluck 2014) car ainsi capitalisée, et servant de base à l'assiette fiscale dans un contexte étatsunien, elle permet de faire levier pour financer les infrastructures et équipements (voies d'accès, écoles, services incendies...) associés à la production de ces quartiers et des équipements de transport.<sup>2</sup> Il ressort de la plupart des enquêtes une hausse des prix (du foncier et/ou de l'immobilier) suite à des opérations de TOD. Entre 1996 et 2013 à Taipei (Taiwan) la création d'infrastructures de transport a conduit à un développement immobilier et à la présence de résidents ayant un niveau d'éducation plus élevé en banlieue et à une augmentation des prix dans la ville centre, avec toutes les spécificités inhérentes au contexte d'une « ville émergente » (Lin et Chung 2017). Les effets toutefois sont très localisés : si les valeurs immobilières augmentent dans les zones d'émergence de nouvelles centralités, Immergluck (2009) relève une tendance à la dépréciation dans les zones à proximité. Ces effets sont confirmés par une étude récente dans le New Jersey, où une évaluation conjointe des gradients d'appréciation en fonction des types de biens et des quartiers montre un effet plutôt neutre sur les biens, voire légèrement négatifs (Chatman, Tulach, et Kim 2011).

Cependant, au-delà de la question du prix, les résultats relatifs à une mutation de la structure sociale du quartier concerné est plus flottante. Aucune de ces études n'apporte d'éléments tangibles concernant une véritable dynamique de gentrification, c'est-à-dire d'un changement de population avec le remplacement des classes pauvres par des classes moyennes (Bardaka, Delgado, et Florax 2018; Rayle 2015). Plusieurs hypothèses peuvent être avancées pour expliquer ce résultat ; les deux principales étant soit d'ordre méthodologique (les protocoles de recherche adoptés ne permettant pas d'appréhender cet éventuel déplacement) soit parce qu'il n'y a pas de déplacement significatif (Rayle 2015). Cette dernière piste n'est pas à exclure, des études comparatives (Kahn 2007; Baker et Lee 2017) ou des études de cas, par exemple sur la banlieue de Portland (Dong 2017), n'ayant pas dégagé d'éléments attestant d'une gentrification en lien avec l'augmentation de l'accessibilité par rail (rail-transit), ni même une réduction de la valeur des biens pour les locataires et les propriétaires. De façon concordante, une autre analyse comparative de plusieurs cas américains (Denver, Charlotte, Boston, Miami) montre, contrairement à l'hypothèse de recherche qui avait été avancée initialement, qu'il n'y a pas eu de « choc » social (Pendall et al. 2012).

Une enquête qualitative sur la perception des résidents à Bangkok aboutit à des constats contradictoires et mitigés (Moore 2015). De façon sans doute plus représentative, une enquête sur la perception des résidents des quartiers ayant eu des investissements de transports dans le Minnesota, l'enquête montre qu'il ont généralement une perception positive des changements provoqués, avec toutefois de fortes différences culturelles (Fan et Guthrie 2012).

Il convient donc de faire un pas supplémentaire dans la mise en perspective de la relation entre amélioration de l'accessibilité et évolutions des marchés immobiliers et composition socio-économique des marchés. Ce lien est loin d'être systématiquement perçu comme tel par les acteurs concernés, comme en atteste l'exemple de Los Angeles (Kahn 2007) : en améliorant l'accessibilité totale, et donc en facilitant potentiellement les déplacements des individus pauvres, le développement d'un métro ou d'un tramway peut être vu, par les propriétaires locaux, comme un vecteur de diminution de la valeur de leurs biens. Cette perception a pour conséquence des tracés de lignes parfois incohérents, diminuant également d'autant l'utilité et l'efficacité de ces infrastructures.

### 1.2.3. La question du seuil optimal de distance à la station

Dans les travaux qui visent à mesurer les effets socio-économiques de l'accessibilité, la question du seuil est souvent déterminante dans les résultats, et de nombreux auteurs s'interrogent sur le seuil optimal, selon des modalités proches de celles intégrant les aménités dans une modélisation hédonique (Orford 2002). Les seuils rencontrés dans la littérature sont très variables et peuvent s'appliquer à l'accès à l'équipement, par exemple 1/2 mile pour la marche à pieds vers une station de tram ou métro en Californie (Weinstein Agrawal, Schlossberg, et Irvin 2008) ; à la portée des effets induits sur la capitalisation immobilière, par exemple Zolnik (2019) l'estime significative dans un rayon de 2,08 km des stations de métro à Washington

---

2. De manière générale, ces dispositifs appartiennent à la catégorie de financement de type TIF (Tax Increment Financing), le principe étant d'anticiper sur les gains futurs en termes de levée fiscale, pour financer les investissements actuels (Le Goix 2016b). Cet outil, parmi d'autres types de districts spéciaux, a été largement utilisé par les agences chargées de la rénovation urbaine, qui anticipent sur les gains de valeurs immobilières pour lever des fonds sur la base des futurs gains fiscaux.



D.C. ; Danko et Hanink (2017) préfèrent utiliser une zone tampon d'1 mile pour analyser les effets socio-économique du changement urbain.

La détermination des seuils est donc particulièrement problématique. Padeiro, Louro, et Da Costa (2019) dans un article d'état de la question critique sur les effets de DUT/TOD sur la gentrification, considèrent ainsi que le seuil choisi, souvent arbitraire, fait partie des variables les plus propices à produire des biais d'analyse, d'autant que ces seuils, si l'on se base par exemple sur la distance à pieds parcourue pour accéder à une infrastructure de transports sont variables selon les contextes. Il est généralement admis que la distance de marche est presque toujours inférieure à 1 km, mais varie fortement selon le contexte et la situation locale (Van Soest, Tight, et Rogers 2019). Des études montrent que la distance généralement parcourue à pieds vers une station de transport en commun, est plus déterminée par la nature du mode de transport principal (train, métro, tram, bus) que par d'autres facteurs, ainsi que par des facteurs liés à la sécurité du trajet (Weinstein Agrawal, Schlossberg, et Irvin 2008; Daniels et Mulley 2013).

Ce faisant, compte-tenu du mode de détermination des gains d'accessibilité aux stations à partir des divers modes de transport (cf. section 2.3), notre étude ne nécessite pas de déterminer de seuil optimal *a priori*. En effet, en s'appuyant sur une détermination des gains d'accessibilité dans un maillage fin, l'étude socio-économique permet de prendre en considération les carreaux qui ont effectivement connu des gains d'accessibilité.

**On cherche donc à analyser le changement socio-économique, dans une approche à une échelle fine qui permette d'analyser conjointement les dynamiques d'amélioration de l'accessibilité aux infrastructures de transport, et les dynamiques des marchés immobiliers permettant d'observer certains vecteurs du changement social, que l'on propose d'identifier dans les régimes de transaction (couples acquéreurs-vendeurs). On mène cette analyse à l'échelle des carreaux qui ont effectivement été affectés par des gains d'accessibilité, ce qui permet d'éviter la problématique nécessairement arbitraire, de la détermination d'un seuil, ou zone tampon, autour des stations.**

## 2. Transformations du réseau de transport et indices d'accessibilité retenus

Compte tenu de la problématique étudiée, à savoir les liens entre accessibilité et changements socio-économiques, nous avons fait le choix de laisser de côté l'une des trois familles d'indices d'accessibilité décrites dans la section 1.1. En effet, seules les deux premières (accessibilité locale et globale d'un lieu) font uniquement intervenir des modifications dans les réseaux de transport tandis que la troisième (accessibilité à une fonction économique) intègre dans le calcul d'autres modifications, telles que l'évolution de la population ou du nombre d'emplois.

Parmi les mesures d'accessibilité locale, nous avons choisi la **distance à la station la plus proche** plutôt que l'indice de desserte (nombre de liens convergeant vers chaque lieu). Ce dernier est, en effet, peu adapté pour des réseaux de transport multi-modaux (les correspondances étant modélisées sous forme de liaisons piétonnes). Pour l'accessibilité globale, nous avons choisi l'indice construit comme **la somme des plus courts chemins**. Nous présentons tout d'abord les principales modifications dans les réseaux de transport en commun (section 2.1), puis la construction de l'indice d'accessibilité globale (section 2.2) et celle de l'indice d'accessibilité locale (section 2.3).

### 2.1 Les modifications du réseau de transport en commun depuis 1995

Les stations de transport retenues sont :

- les stations de métro (y compris les lignes Val)
- les stations de trains urbains (les 5 lignes de Réseau Express Régional, les 8 lignes de Transiliens et les 5 lignes de Trains inter-cités utilisables avec le Pass Navigo)
- les stations de bus à haut niveau de service (caractérisés par une fréquence importante, un transport en site propre et un système de priorité aux feux tricolores)
- les stations de tramway.

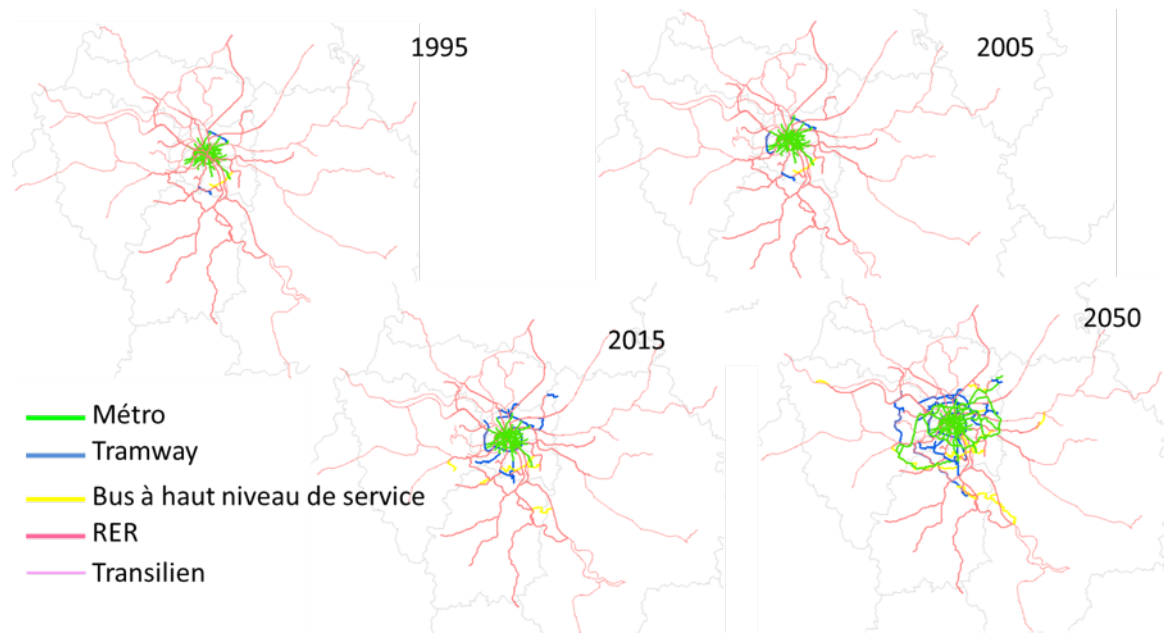


FIGURE 1 – Modifications du réseau de transport en commun, de 1995 à 2050 (projection). Cartographie : A. Bretagnolle, L. Lizzi 2019

Pour rappel, les lignes de bus ordinaires n'ont pas été retenues car elles présentent une vitesse équivalente ou inférieure à celle du transport par automobile. L'ensemble des stations représente donc l'offre de transport en commun dans le périmètre retenu (pour rappel, l'aire urbaine augmentée<sup>3</sup>).

Les sources permettant de collecter les données pour l'année 2015 sont en accès libre. Il s'agit de l'Open Data de l'IAU (topologie des lignes), du STIF et de la RATP (horaires et temps de parcours)<sup>4</sup>. Pour les données plus anciennes, nous nous sommes adressés au Service archives de la SNCF (Le Mans) et au service documentation de la RATP. D'autres sources, plus ponctuelles, ont été collectées en ligne<sup>5</sup>. Les résultats montrent que ce réseau multimodal a évolué de manière significative tout au long de la période retenue, non seulement par **modification d'infrastructures** (création/suppression de stations) mais aussi par modification des services proposés (fréquence des arrêts à une gare tout au long de la journée) et de la **vitesse de circulation**.

### 2.1.1. Transformations des infrastructures

Il s'agit principalement de créations de stations. En effet, la seule ligne fermée est celle du Transilien Est entre Coulommiers et La Ferté-Gaucher, à l'est, disparue en 2002. La ligne ferroviaire entre Aulnay-sous-Bois et Les Coquetiers est fermée en 2003 pour travaux mais elle est ré-ouverte en 2006 (Tram T4). De même, le Transilien Ouest entre Mantes-la-Jolie et Bréval ne disparaît pas mais il est remplacé par un train *Intercités*. Les créations de lignes sont décrites par période et par type de mode dans le Tableau 1.

On notera (Figure 1) que ces créations concernent principalement le périmètre de la banlieue (dans un rayon d'une trentaine de km donc), et, de manière beaucoup moins forte, de Paris intra-muros (ouverture

3. Comme défini dans les précédents livrables, il s'agit de l'aire urbaine de Paris définie par l'INSEE en 2010, à laquelle s'ajoutent quelques communes. En effet, certaines lignes de transport en commun desservent des localités situées hors de l'aire urbaine, par exemple Provins et la Ferté-Milon (Transilien P), Creil (RER D), ou encore Montargis (Transilien R). A donc été ajouté au périmètre de l'aire urbaine celui des EPCI à fiscalité propre dont tout ou partie du périmètre est situé dans l'aire urbaine. Ce périmètre est appelé ici « aire urbaine augmentée ».

4. La confrontation systématique des trois bases utilisées a permis de mettre en évidence de nombreux cas de stations manquantes ou en trop (stations propres au transport de marchandises), ou mal orthographiées. De même, le sens de circulation des lignes n'était pas toujours renseigné et a été systématiquement vérifié et complété. Les corrections géométriques ont été les plus lourdes : les points d'arrêt n'étaient pas toujours localisés sur les tronçons mais à distance ; certaines intersections de tronçons étaient mal formalisées ; certaines lignes étaient découpées selon une autre logique que celle d'un tronçon encadré par deux points d'arrêt.

5. <http://www.symbioz.net>, <http://defense-92.fr>, <http://www.tramway-chatillon-viroflay.fr>, <http://www.stif.org>, <http://www.tramway-t9.fr>, <http://www.tramway-t10.fr>, <http://www.tangentiellenord.fr>

de la ligne 14 et extension de quelques lignes de métro) et de la couronne péri-urbaine. Cela justifie, notamment, le périmètre de l'agglomération retenu pour notre étude des liens entre accessibilité et changements socio-économiques (*cf.* sections 3 et 4).

Parmi les différents modes de transport public, les créations de stations les plus significatives concernent les tramways (nombre de stations multiplié par 17), les bus à haut niveau de service (nombre de stations multiplié par 10) et, de manière beaucoup moins forte, le métro, avec les nouvelles stations du GPE (Tableau 2).

TABLE 1: Création de nouvelles lignes, par période considérée et mode de transport *Construction : A. Pavard 2017*

	1995-2005	2005-2015	2015-2050 (projection)
RER, Transilien	Transilien L (2004) ; Extension RER E vers l'Est (1999 à 2003) Gare Val d'Europe, RER A (2001)		Extension RER E vers l'ouest
Tramway	T2	T3 à T8 Extension de T1 et T2	Tram Express Ouest, Nord, Est, ligne 13
Bus en site propre		Ligne 91-06, 393, TZen 1, CdGVal, TransVal-de-Marne	TZen 2 à 6, Ligne du Mantois, Massy-Orly, Thiais-Orly, St Quentin-Saclay, Esbly-Chessy, Villiers le Bel-Villepinte, Créteil-Noisy le Grand
Métro	Ligne 14 (1998) Extension ligne 13	Extension de lignes	Grand Paris Express (Lignes 15 à 19) Extension de lignes

TABLE 2: Augmentation du nombre de stations de tramway, Bus HNS et Métro *Construction : A. Bretagnolle, L. Lizzi, A. Pavard 2019*

	1995	2005	2015	2050 (projection)
Tramway	21	39	182	349
Bus HNS	23	23	73	228
Métro	297	300	314	390

### 2.1.2. Transformation des services et de la vitesse

#### Sources et modélisation des données

Notre base de données prend en compte des missions différenciées des trains urbains sur une même ligne, soit le trajet précis au départ de la ligne jusqu'à son terminus, en semaine et en heure de pointe<sup>6</sup>. En effet, les lignes de RER et de Transiliens sont caractérisées par l'existence d'un nombre parfois important de missions (par exemple 8 branches au total sur la ligne C du RER soit une trentaine de missions, Table 2). Les temps de trajet au départ de chaque station dépendent donc, dans notre base, non seulement de la forme des réseaux mais aussi des variations du type de service proposé tout au long de la ligne (desserte par chaque mission ou non, donc nombre d'arrêts ; et vitesse de la mission)<sup>7</sup>. Cette prise en compte des missions des trains urbains est fondamentale pour la caractérisation des temps de trajet. Par exemple, pour aller de Dourdan à Paris Austerlitz, le temps de trajet peut varier de 40 à 70 minutes, selon la mission du train.

Ce système de duplication des lignes de RER et de Transilien s'est donc doublé d'un système de duplication des stations, soit la modélisation de points d'arrêt. Par exemple, la Gare de Lyon à Paris est représentée par 14 points d'arrêts différents : Métro ligne 1 et ligne 14, Transilien R (3 missions), RER A (3 missions) et RER D (6 missions) (voir l'exemple de Saint-Denis sur la Figure 3). Cette duplication des stations permet le calcul d'un temps de correspondance lors d'un changement de lignes. Ce temps comprend à la fois le temps de trajet piétonnier entre les deux modes considérés (par exemple entre un métro et un RER) et le temps d'attente sur le quai (disponible à partir des sources consultées). Le temps de trajet piétonnier est calculé en fonction de la longueur du trajet entre les deux stations. Il est allongé s'il s'agit d'une station souterraine et d'une station de surface (par exemple entre un métro et un bus à haut niveau de service ou un tramway). Des tronçons correspondant aux trajets piétonniers ont donc été ajoutés dans la base de données.

#### Résultats

Un premier traitement permet de calculer l'évolution de la vitesse moyenne par mode de transport, rapportée au nombre de tronçons (pour les Bus HNS, le métro et le tramway) ou au nombre de missions (pour les trains urbains) (Tableau 3). Ces calculs ne tiennent donc pas compte du temps de correspondance (trajet piétonnier et attente au quai).

6. Les heures de pointe ont été définies à partir des données de la SNCF sur les transiliens, soit entre 7h45 et 9h le matin et entre 17h et 18h15 l'après-midi (<http://96minutes.transilien.com>). Les données sur les missions sont disponibles en open data de la RATP et du STIF et suivent la spécification GTFS (général transit feed specification). Il est à noter que, faute d'accès aux données, les horaires pris en compte pour les lignes et missions 2005 sont ceux de l'année 2008. Les sources consultées donnent la vitesse commerciale de chaque ligne, qui prend en compte la vitesse réelle entre deux stations, le temps d'arrêt à chaque station et le temps d'accélération et décélération. Elle ne tient pas compte de la congestion aux heures de pointe.

7. Les lignes de RER A et B présentant un système de missions particulièrement complexe et un cadencement très dense, la méthode de traitement a été simplifiée : nous avons dissocié les branches en fonction des terminus mais la distinction selon les heures de la journée n'a pas été faite.

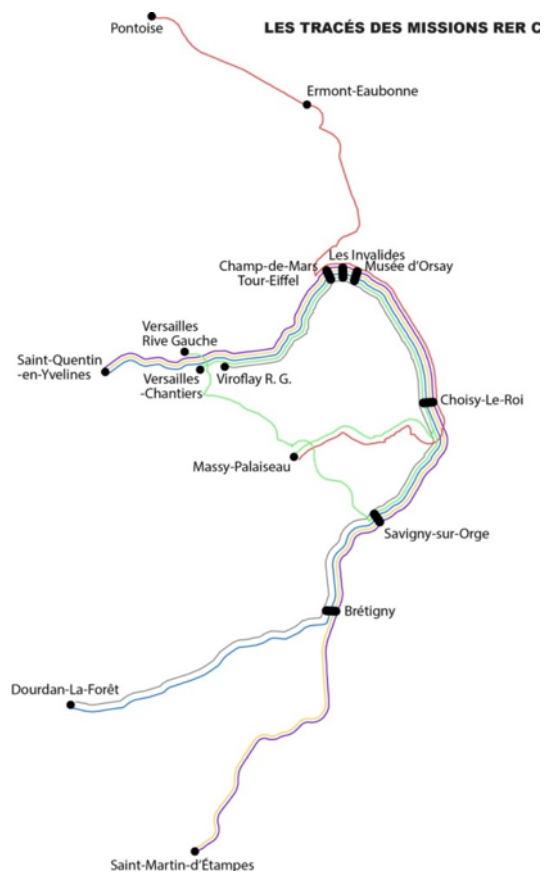


FIGURE 2 – Tracé des différentes missions du RER C. Chacune de ces 8 missions est caractérisée par une vitesse différente. Cartographie : Liliane Lizzi, 2019

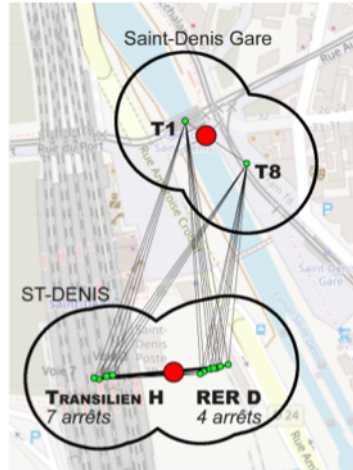


FIGURE 3 – les différentes missions du RER C. Chacune de ces 8 missions est caractérisée par une vitesse différente. Cartographie : Liliane Lizzi, 2019

TABLE 3: Evolution de la vitesse moyenne par mode de transport et par tronçon (bus HNS, métro, tramway) et par mission (train urbain) *Construction : A. Bretagnolle, L. Lizzi, A. Pavard 2019*

	1995	2005	2015	2050 (projection)
Bus HNS	20,0	20,0	20,0	20
Métro	24,2	24,4	24,8	<b>29,6</b>
Tramway	20,0	<b>24,9</b>	22,0	<b>28,3</b>
RER	44,0	42,8	42,9	43,1
Transilien	50,2	50,0	49,2	49,2
Vitesse moyenne	40,4	39,8	37,7	36,5

Les résultats montrent que la vitesse moyenne dans l'aire urbaine parisienne, calculée tout transport confondu, décroît de manière significative entre 2005 et 2015. Ce résultat s'explique par le fait que les créations de stations concernent majoritairement les modes relativement lents, dans la banlieue dense (tram et bus), ce qui fait mécaniquement décroître la moyenne. Notons que la vitesse peut aussi diminuer pour un même mode de transport (par exemple le tramway entre 2005 et 2015, du fait de la création du T3a et b qui ceinture Paris, à une vitesse relativement lente du fait de la densité des coupures viaires), ou augmenter pour un même mode (le métro à partir de 2015, du fait des stations du GPE, caractérisées par une vitesse moyenne de 50 km/h, mais aussi entre 1995 et 2005, avec la création de la ligne 14, roulant à 50 km/h alors que les lignes 7 ou 10 ne circulent qu'à 10 km/h).

Un deuxième traitement permet de cartographier les résultats d'évolution de vitesse. Compte tenu de l'impossibilité de faire apparaître, sur la carte, les vitesses moyennes des différentes missions d'une même ligne, nous avons procédé à la construction d'un point moyen par l'intermédiaire d'un buffer (zone-tampon) de 50 mètres (Figure 3). Cette distance a été choisie car pouvant être parcourue à pied en quelques minutes. Ce buffer a donc été construit autour de chaque station, et le barycentre des stations situées à l'intérieur d'un même buffer (appelé «~point moyen~») a été calculé. Par exemple, les 11 stations de RER ou Transilien marquant un arrêt dans un rayon proche de Saint-Denis ont été remplacées, pour la cartographie, par une station unique correspondant au point moyen (en rouge à gauche), de même que les deux arrêts de tramway (en rouge à droite).

Nous avons cartographié dans un premier temps la vitesse maximale atteinte pour chaque station de métro, bus HNS et tramway ou chaque point moyen de train urbain (Figure 4). Les différenciations entre vitesses minimale et maximale sont extrêmement fortes (dans un rapport de 1 à 10) et sont à peu près dans un rapport constant entre le début et la fin de la période (minimum de 11 ou 12 km/h et maximum de 111 ou 115 km/h). En revanche, la répartition spatiale des vitesses montre qu'au-delà du gradient centre-périphérie, noté précédemment à propos du Tableau 3, une différence apparaît entre les lignes de

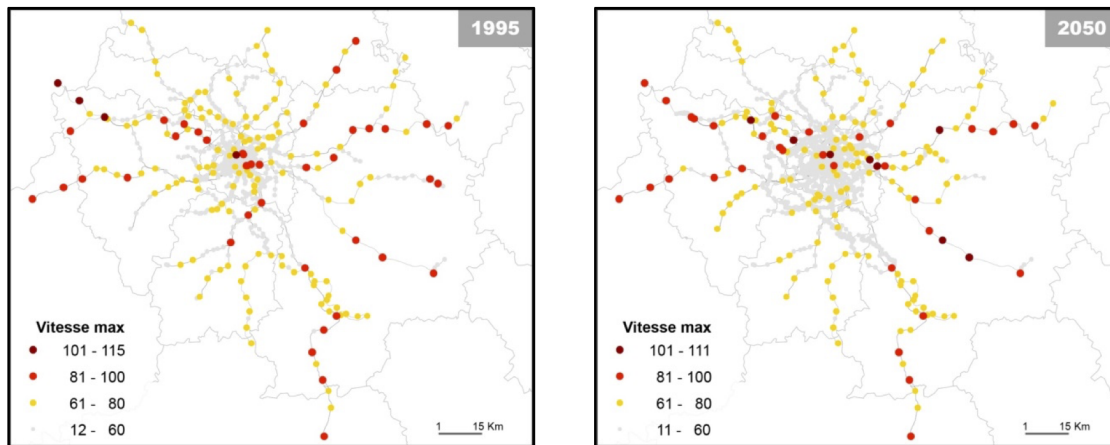


FIGURE 4 – Vitesse maximale atteinte par station (métro, bus HNS, tramway) et point moyen (transilien, RER) en 1995 et 2050 (projection) Cartographie : A. Bretagnolle, L. Lizzi, 2019

Transilien (dirigées en majorité vers l’Est et vers l’Ouest, cf Figure 1) et les lignes de RER (dirigées en majorité vers le Nord et le Sud). En effet, l’espace est plus large sur les lignes de Transilien, qui sont d’anciennes lignes de chemin de fer, ce qui permet d’atteindre des vitesses commerciales plus élevées.

Nous avons cartographié dans un premier temps la vitesse maximale atteinte pour chaque station de métro, bus HNS et tramway ou chaque point moyen de train urbain. Les différenciations entre vitesse minimale et maximale sont à peu près identiques entre le début et la fin de la période (minimum de 11 ou 12 km/h et maximum de 111 ou 115 km/h). En revanche, la répartition spatiale des vitesses montre qu’au-delà du gradient centre-périphérie, qui avait été évoqué précédemment, une différence apparaît entre les lignes de transilien (en majorité est et ouest) et les lignes de RER (en majorité nord et sud). En effet, l’espace est plus large sur les lignes de transilien, ce qui permet d’atteindre des vitesses maximales plus élevées.

L’analyse de ces cartes réalisées à différentes dates laisse penser que les vitesses sont relativement stables sur chaque ligne de transport, des années 1990 à la projection 2050. Pourtant, sur une même ligne, certains points moyens peuvent connaître des gains ou des pertes extrêmement importants, d’une date à une autre, par exemple à l’occasion d’un changement de mission ou de la construction du Grand Paris Express. Nous avons donc construit une deuxième série de cartes, montrant les rapports entre les vitesses maximales atteintes par point moyen sur deux dates consécutives. Cette fois, les résultats mettent en évidence des changements massifs (Figure 5), et cela avant même la mise en place officielle des premiers cadencements de ligne, qui datent de 2007. Ainsi, le retravail des vitesses, à la hausse comme à la baisse, est intense entre 1995 et 2005, ce qui n’est pas le cas entre 2005 et 2015. Les gains spectaculaires engendrés par le GPE, mais aussi les tramways, apparaissent nettement pour la période 2015-2050 (projection).

**Pour résumer, les modifications du réseau de transport en commun francilien concernent autant les créations de stations que les modifications (à la hausse ou à la baisse) de vitesse et de fréquence de desserte. Les indices d’accessibilité choisis doivent donc, dans la mesure du possible, tenir compte de ces trois paramètres.**

## 2.2 Accessibilité globale (indice de Shimbél)

Pour rappel (section 1.1), l’indice de Shimbél est construit à partir d’une matrice au plus court chemin comme la somme des temps de trajet entre chaque lieu et l’ensemble des autres lieux du territoire considéré (voir section 1.1). En théorie, c’est donc celui qui synthétise le mieux les modifications de l’accessibilité compte tenu des changements d’infrastructure, de vitesse et de service. La station totalisant le temps de trajet le plus court est considérée comme la plus accessible du réseau (voir Bretagnolle, Giraud, et Verdier (2010) pour une description détaillée de l’indice).



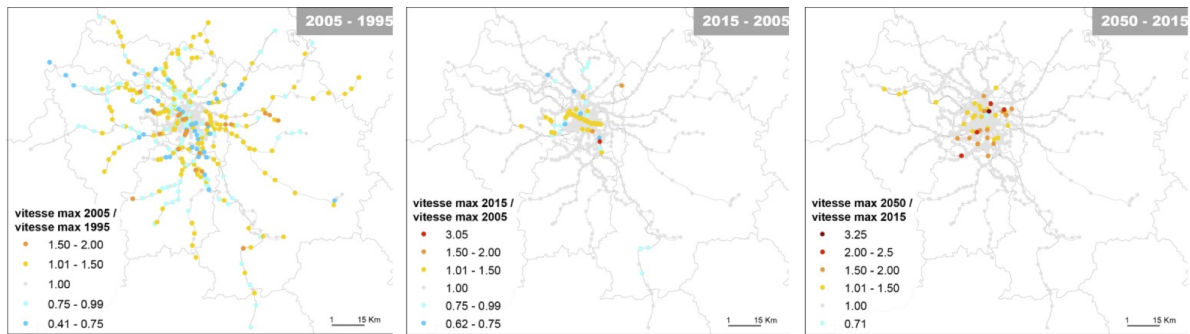


FIGURE 5 – Rapport entre les vitesses maximales par station (métro, bus HNS et tramway) ou point moyen (RER, Transilien) atteintes à deux dates consécutives. Cartographie : A. Bretagnolle, L. Lizzi, 2019

Nous avons procédé en deux temps, tout d’abord en construisant l’indice de Shimbél sur le réseau (section 2.2.1) puis en généralisant les valeurs obtenues à l’ensemble du territoire francilien (section 2.2.2).

### 2.2.1 Accessibilité globale sur le réseau

Les matrices au plus court chemin sont construites à partir de l’ensemble des stations (bus HNS, métro, tramway) et des points d’arrêt le long des missions (RER, Transiliens), dont le total va de 827 en 1995 à 1464 pour la projection 2050 (4).

TABLE 4: Evolution du nombre de stations par type de transport en commun, par tronçon (bus HNS, métro, tram) ou par mission (RER, Transilien) *Construction : A. Bretagnolle, L. Lizzi, A. Pavard 2019*

	1995	2005	2015	2050 (projection)
RER	239	248	248	259
Transilien	247	238	238	238
Tramway	21	39	182	349
Bus HNS	23	23	73	228
Métro	297	300	314	390
<b>Total</b>	<b>827</b>	<b>848</b>	<b>1055</b>	<b>1464</b>

Sans surprise, les résultats (Figure 6 pour l’exemple de 2015) montrent un fort gradient d’accessibilité globale allant du centre (mieux desservi) à la périphérie. Pour la clarté de la carte, nous avons retenu, pour chaque grappe de stations relevant d’un même point moyen, la valeur minimale atteinte pour l’indice de Shimbél calculé pour chacune de ces stations.

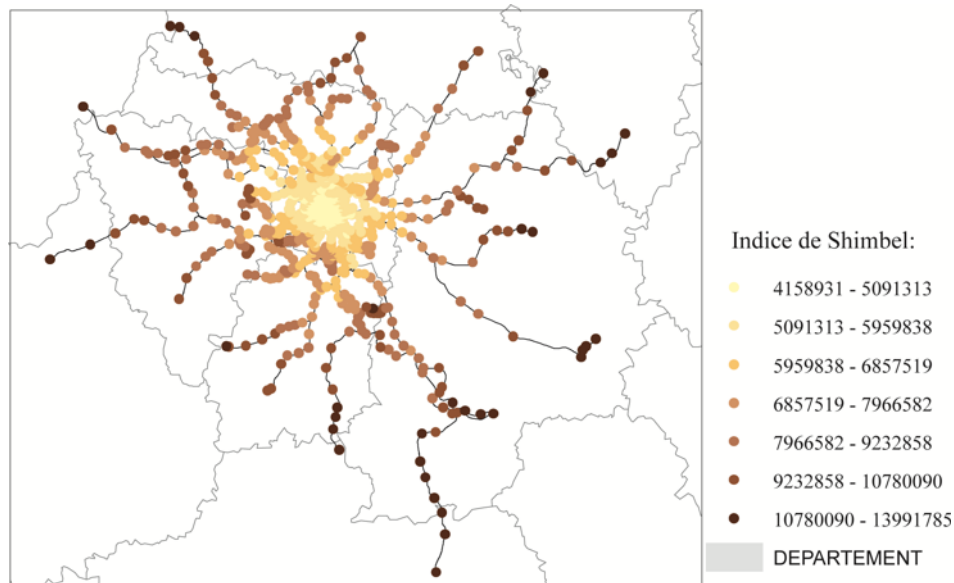


FIGURE 6 – Accessibilité globale (indice de Shimbel) des points moyens en 2015. Cartographie : A. Bretagnolle, L. Lizzi, 2019

Ces résultats sont néanmoins discutables, dans la mesure où le centre est automatiquement avantagé par l'accessibilité géométrique, sans même que jouent les effets propres au réseau de transport<sup>8</sup> (Cattan et Grasland 1997). Afin d'analyser si des changements d'accessibilité globale se produisent de manière forte, d'une date à une autre, nous avons donc considéré les rapports entre les indices obtenus sur deux dates consécutives, ce qui permet d'annuler les effets qui seraient dus à une simple accessibilité géométrique. Pour des raisons de lisibilité, les différentes stations relevant de missions différentes ne sont pas cartographiées (les superpositions ne permettent pas d'analyser les résultats obtenus). Nous avons donc cartographié les résultats obtenus pour les stations de bus HNS, tram et métro et pour les points moyens des RER et Transiliens. Pour chaque point moyen, nous avons retenu la valeur minimale de l'indice de Shimbel obtenue pour l'ensemble des stations relevant de ce point moyen (Figure 7).

Les résultats montrent des répartitions de gains (dans les couleurs orange et rouge) et de pertes (en bleu) importants, et très différents dans leur répartition spatiale des gains et pertes de vitesse maximale commerciale par station (Figure 5). Des sections de lignes entières sont affectées par les gains ou pertes d'accessibilité globale, et non des stations réparties de manière isolée. On voit donc clairement apparaître des effets de ligne, en d'autres termes des répercussions, tout le long d'une section de ligne, d'un changement local situé généralement dans Paris intra-muros ou en proche banlieue, par exemple la création d'une gare (par exemple Magenta à Paris) ou la modification d'une mission (par exemple les modifications importantes qui se sont produites dans l'ouest de Paris autour du Tram Express Ouest et du RER E). En outre, la période 2015-2050 met en évidence de très forts gains d'accessibilité globale pour les stations situées dans la proximité immédiate du futur GPE, notamment au sud-ouest et au nord de Paris intra-muros.

### 2.2.2 Accessibilité globale sur le territoire francilien

Compte tenu de la problématique étudiée, qui porte sur l'ensemble du territoire et non sur le réseau de transport uniquement, nous avons tenté de généraliser les résultats obtenus à l'échelon des carreaux de la grille de 200 mètres et dans l'ensemble de l'Île-de-France. La méthode, même si elle est couteuse en temps de calcul, est relativement simple puisqu'elle consiste à générer, pour chaque carreau de la grille, un calcul de distance-temps à la station de transport la plus proche puis à additionner ce résultat avec les

8. Par exemple, à l'échelle de la France, c'est le Massif central qui obtient les indices de Shimbel les plus forts au 18<sup>ème</sup> siècle alors que les routes de la poste à cheval ont tendance à éviter de plus en plus ces zones de fort relief. Pour corriger cet effet géométrique, on peut par exemple diviser les résultats de l'indice par les valeurs qui seraient obtenues à partir de simples distances à vol d'oiseau (Cattan et Grasland 1997), ou bien travailler en valeurs relatives dans le temps (gains et pertes d'accessibilité), comme nous le faisons ici.

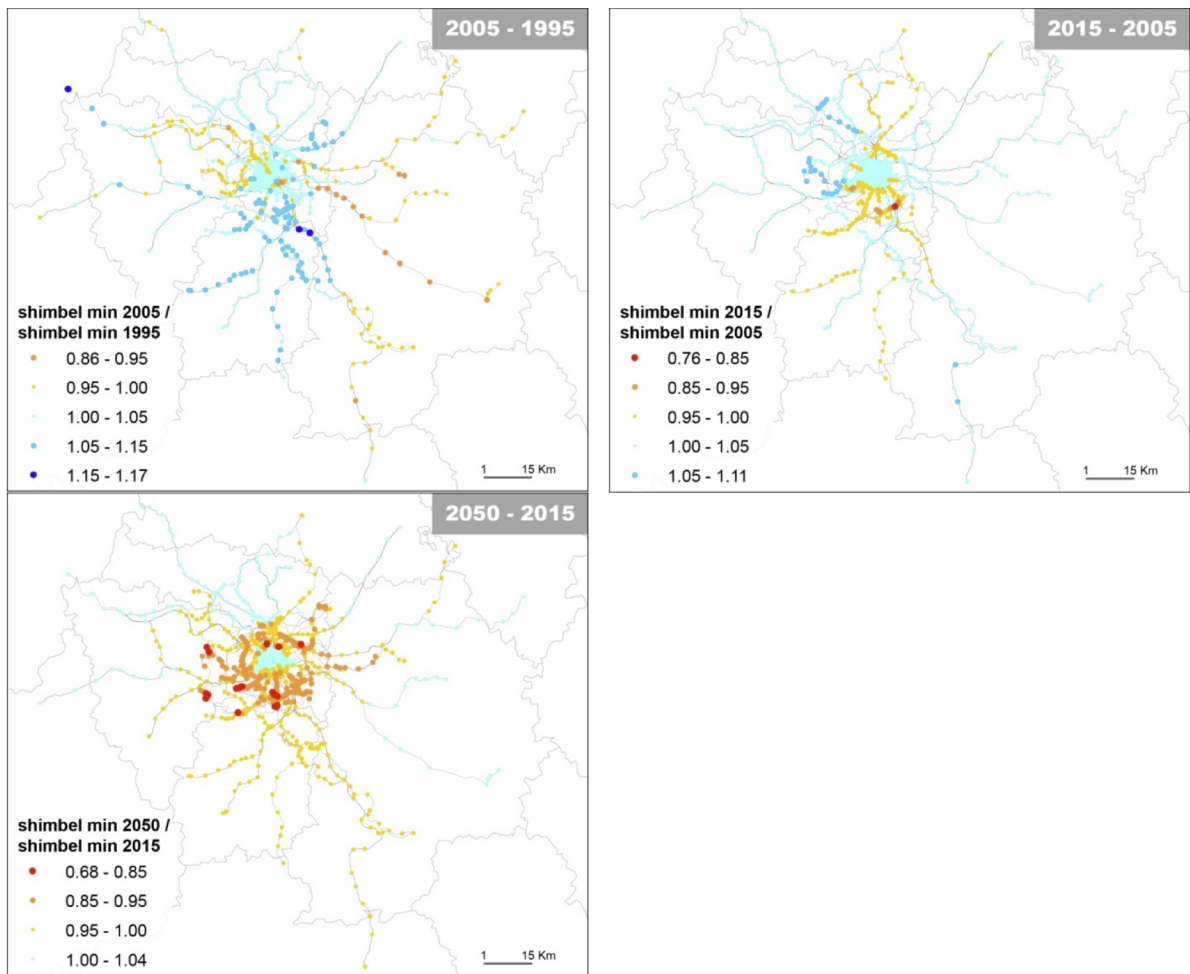


FIGURE 7 – Gains et pertes d’accessibilité globale sur le réseau entre deux dates consécutives. Cartographie : A. Bretagnolle, L. Lizzi, 2019

distance-temps à l'ensemble des autres stations (construites précédemment). Notons que la distance à la station la plus proche intervient deux fois dans le calcul, une première fois au départ de l'itinéraire et une seconde à l'arrivée (afin de joindre le carreau final après avoir circulé sur le réseau de transport en commun).

Ces méthodes ont été testées mais n'ont pas été retenues, pour des raisons d'échelle, en d'autres termes de l'importance des biais liés à l'utilisation de la grille de l'INSEE. En effet, compte tenu de la finesse de ce grain (carreau de 200 mètre ou de 1 km) et du nombre relativement faible de stations de transport en commun dans la banlieue et la couronne péri-urbaine, les résultats mettaient en évidence les gains ou pertes liés aux changements dans l'accessibilité à la station la plus proche (ouverture ou fermeture de station, modification du réseau routier) et non ceux liés aux changements dans l'accessibilité sur le réseau de transport en commun. **Nous n'avons donc pas retenu les indices d'accessibilité globale pour évaluer les liens entre transformations du réseau de transport en commun et changements socio-économiques et avons préféré utiliser les indices d'accessibilité locale.**

## 2.3 Accessibilité locale (distance au plus court chemin à la station la plus proche)

### 2.3.1 Méthodologie

La construction de l'indice de distance au plus court chemin repose sur l'utilisation d'un carroyage<sup>9</sup> : à partir de chaque carreau de la grille, le temps d'accès à la station la plus proche est calculé à pied. Si ce temps est inférieur à 20 mn<sup>10</sup>, il est retenu pour ce carreau de la grille. S'il est supérieur à 20 mn, on retient alors le temps d'accès par automobile. L'utilisation d'une voiture nécessitant un temps pour se garer à proximité de la station de transport, nous avons ajouté une constante de 5 mn à tous les temps de transport par automobile. En conformité avec les analyses des transformations socio-économiques, la grille choisie est celle de l'INSEE au pas de 200 mètres. Le temps d'accès piétonnier a été calculé à partir d'une distance de Manhattan, plus adaptée que la distance euclidienne dans un contexte urbain. La vitesse piétonnière choisie est de 4,5 km/h, comme dans la plupart des outils de calculs d'itinéraires (Google, STIF, SNCF, etc.). Le temps d'accès par automobile est calculé à partir du réseau routier de la BD Topo de l'IGN (version 2015 et 2005). Nous avons choisi, parmi les voies possibles, les autoroutes ou assimilées, les bretelles, les routes à une ou deux chaussées et les routes empierrées. La méthode utilisée pour affecter une vitesse de circulation routière est celle proposée par Appert (1999) : la vitesse dépend de la hiérarchie du réseau routier (« vitesse libre », en noir dans le Tableau 8) ainsi que d'une pondération selon la morphologie du peuplement (zone agglomérée ou non, en rouge dans le Tableau 8). Pour ce dernier paramètre, nous avons utilisé le contour des tâches bâties selon la base de données Urban Morphological Zones de l'Agence européenne de l'environnement (Eea 2014).

### 2.3.2 Résultats

Les résultats, à l'échelon de l'ensemble de l'aire urbaine augmentée, montrent tout comme l'accessibilité globale un fort gradient centre-périphérie (Figure 9), et semblent très stables d'une date à une autre. Afin de mieux repérer les gains et pertes d'accessibilité locale d'une date à une autre, nous avons zoomé dans un deuxième temps sur l'agglomération parisienne et calculé le taux de croissance du temps d'accès pour les deux périodes qui nous intéressent ici, 1995-2005 et 2005-2015 (Figure 10)

L'ensemble des créations, fermetures et ouvertures sont rappelées dans le Tableau 1. Les pertes d'accessibilité locale ne sont présentes qu'entre 1995 et 2005, au nord-est de Paris, et sont liées simplement à la fermeture de la ligne des Coquetiers entre Bondy et Aulnay-sous-Bois, en 2003 pour travaux et réouverte en 2006 (ligne 4 du tramway). Entre 1995 et 2005, les gains d'accessibilité locale sont relativement peu nombreux, par rapport à ceux présents dans la période suivante. Ils concernent, à l'ouest de Paris, la création de la Ligne L du Transilien, notamment les nouvelles gares entre Saint-Germain Grande Ceinture, au nord, et Noisy-le-Roi, au sud. On trouve aussi, au nord-ouest de Paris, un gain lié à la création de la gare de Saint-Ouen l'Aumône, sur la ligne C du RER, et à l'est de Paris, celui généré par la nouvelle gare

9. Cette méthodologie a été mise en place par Antonin Pavard, membre de l'équipe de recherche, et décrite en détail dans le livrable de la Phase 4 correspondant à la période allant du 1er avril au 30 septembre 2017.

10. Selon Antoine Brès, la distance généralement utilisée est de 1 km de rayon, ce qui correspond à 15/20 mn à pied.

TYPE	DESCRIPTION	Vit. lib. / ajust. urb.
R1	Autoroute	130/120
R2	Voie express interurbaine	110/100
R3	Voies rapide urbaine	80/60
R4	Route de liaison principale ou régionale	90/80
R5	Route de liaison principale ou régionale	80/70
R6	Route de liaison principale ou régionale et route de desserte locale	70/60
R7	Artère urbaine	40/30
R8	Boulevard urbain	35/20
R9	Rue	30/15

*Antonin Pavard, 2017.*

FIGURE 8 – Vitesses routières choisies pour les calculs d'accessibilité à la station la plus proche

Val d'Europe, sur la ligne A du RER. Dans un rayon plus proche de Paris, les gains d'accessibilité sont liés à l'ouverture du Tram T2, à l'ouest, entre La Défense et Issy-Val-de-Seine, mais aussi au nord-est, avec le prolongement de la ligne de Tram T1 entre Bobigny et Noisy-le-Sec. Enfin, au nord de Paris, l'extension de la ligne de métro 13 (station Saint-Denis Université), s'accompagne aussi d'un gain d'accessibilité à la station la plus proche notable sur la carte. Entre 2005 et 2015, les gains concernent surtout le nord et le sud de Paris, à l'exception du nouveau tracé en couronne du Tram 3A, entre le Pont de Garigliano (15ème arrondissement) et la Porte de la Chapelle. Au sud-ouest, deux zones de gains sont liés à l'ouverture des tronçons ouest et est de la ligne de Bus HNS entre Saint-Quentin (secteur de Montigny) et Massy. Vers le sud-ouest, une autre ligne de Bus à HNS concerne la liaison entre Athis-Mons et Lieusaint (ligne TZen). Au sud de Paris se situe l'ouverture de la ligne de Bus HNS Trans Val de Marne (TVM), entre Croix-de-Berny, Saint-Maur et Sucy-Bonneuil, mais aussi le Tram 7 entre Juvisy et Athis-Mons. Au nord-ouest de Paris, les gains concernent le prolongement de la ligne de Tram T2 de la Défense jusqu'à Pont-de-Bézons. Au Nord, on observe l'ouverture de la ligne de Tram T8 (Saint-Denis à Epinay-sur-Seine et Pierrefitte), mais aussi le Tram 1 (Les Courtilles, à l'ouest, vers Noisy-le-Sec, à l'Est) et le Tram 5 (Saint-Denis-Sarcelles). Enfin, au nord-ouest, les gains sont liés à l'ouverture de la ligne de Tram entre Aulnay-sous-Bois et Bondy, mais aussi, plus au nord, à l'ouverture du Val Roissy-Charles de Gaulle.

### 2.3.3. Synthèse : accéder à l'infrastructure de transport : le choix d'une mesure de l'accessibilité locale aux gares et stations

*On s'intéresse, dans la suite du rapport, aux améliorations de l'accessibilité à la station de transport en commun la plus proche des biens immobiliers.* La méthode choisie pour définir les gains d'accessibilité fait l'hypothèse que celle-ci, en zone dense, peut être analysée en fonction de l'accès à l'infrastructure, donc de l'effet local de l'accès à de nouveaux modes de transports en commun (trains, métros, trams et bus à haut niveau de service). La mesure de l'accessibilité prend par ailleurs en compte la distance à la station la plus proche pour un piéton, comme évoqué plus haut. Les mesures de gains d'accessibilité (en minutes) sont rapportées à un carroyage de 200 m, compatible avec les données carroyées de l'INSEE (2011). Ce faisant, nous mesurons l'accessibilité à la gare ou station la plus proche, dans des carreaux de 200m, en 1995, 2005 et 2015

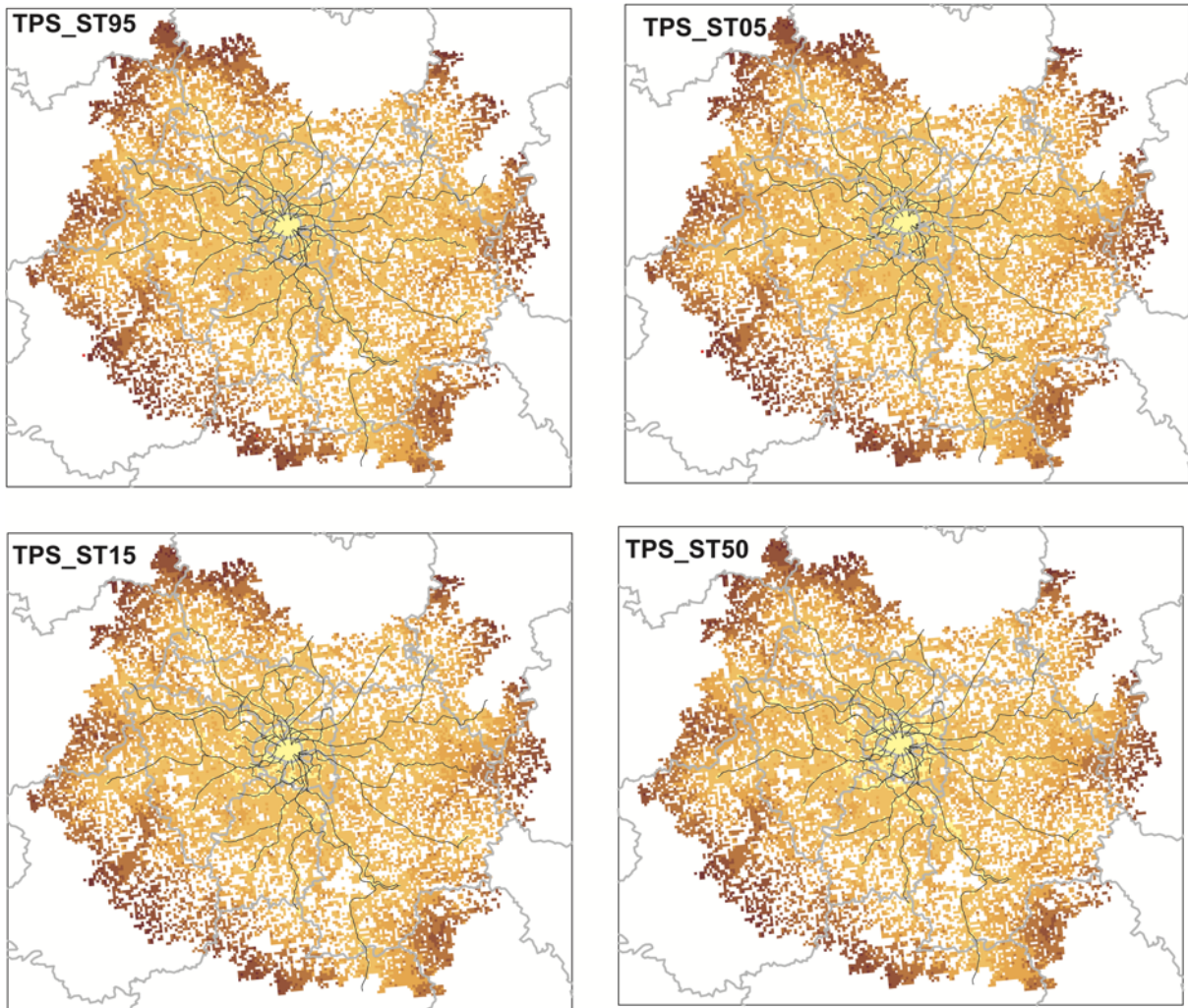
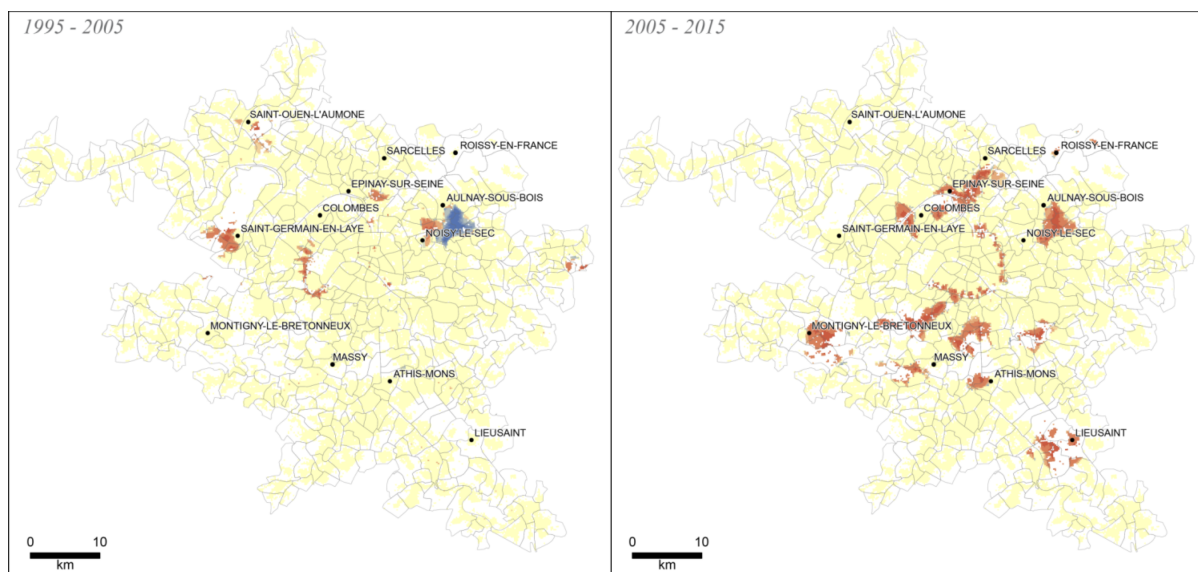


FIGURE 9 – Accessibilité locale (temps de trajet à la station de transport en commun la plus proche, à pied ou en voiture, en minutes) Cartographie : L. Lizzi, 2019



**Evolution of the access time to the nearest station (%)**

((Access time to the nearest station in 2005 - access time to the nearest station in 1995) / Access time to the nearest station in 1995) \* 100

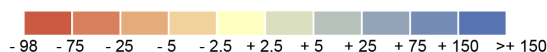


FIGURE 10 – Les gains d’accessibilité dans l’accès aux stations les plus proches, 1995-2005-2015. Sources : IAU OpenData, 2016; STIF OpenData, 2016; INSEE, carroyage 200m; IGN, GEOFLA 2015. Antonin Pavard 2017.

TABLE 5 – Paramètres univariés des gains d’accessibilité aux stations les plus proches, dans les cellules concernées par une variation d’accessibilité sur l’une des deux périodes.

	vars	n	mean	sd	se	Q0.25	Q0.5	Q0.75
gain_9505	1	10293	4.532998	76.14780	0.7505617	-0.284091	-0.0438404	0
gain_0515	2	10293	-16.191659	27.91759	0.2751737	-27.410600	0.0000000	0

### 3. Accessibilité et changement social: une analyse exploratoire

#### 3.1. Approche conceptuelle et méthodologique d’une analyse du changement social

On assiste dans la littérature à un regain d’intérêt pour des analyses diachroniques de la composition socio-économiques des quartiers, montrant la diversité des trajectoires. En Île-de-France, une partie du champ a été structuré d’une part par l’analyse de la gentrification (Clerval 2016); d’autre part autour des questions des mutations socio-professionnelles (désouvriérisation, professionnalisation) (Préteceille 2006, 2016); enfin par des analyses d’une polarisation socio-économique accrue des ménages, notamment si l’on analyse les revenus (Francois et al. 2007; Fleury et al. 2012; Ribardièrre 2016). Ces travaux analysent de manière très précise **les tendances structurelles du changement social**, mais ne disent rien des variations liées à des trajectoires locales, quartier par quartier, du changement urbain.

Analyser les changements socio-économiques des quartiers dans le temps revient à combiner *au moins* trois dimensions analytiques. D’une part, les variables évoluent globalement, en volume, en relatif, et traduisent les évolutions globales de la région urbaine. D’autre part, la distribution spatiale des caractéristiques socio-économiques des ménages et des populations évolue. Par ailleurs, les cycles d’urbanisation combinant l’espace bâti et le milieu socio-économiques avec des structures de long terme (la suburbanisation, le retour au centre...), des cycles économiques (d’innovation, de déclin, de crise), se combinent : la ville s’étale, change, se modifie. C’est dans ce contexte que les principales orientations méthodologiques sont définies : D’une part, une analyse exploratoire multivariée du changement social, d’autre part une analyse

structure-résidu, pour dégager les effets locaux des effets globaux à l'échelle métropolitaine.

### 3.1.1 Pour une analyse de la complexité des effets locaux du changement social : des méthodes pour analyser les trajectoires intra-urbaines

De nombreux travaux se sont attachés à saisir la dynamique des évolutions socio-économiques des quartiers, en attrapant conjointement les dimensions de ses trajectoires socio-économiques (c'est-à-dire les formes successives de transitions), et de la définition de ses limites, ou composantes territoriales ? *Comment capturer la complexité des effets locaux du changement social, dans une perspective où il s'agit, de plus, d'identifier des formes particulières de changement dont on fait l'hypothèse qu'elles sont associées à une transformation structurelles des conditions locales, en l'occurrence, d'accessibilité.*

On reprend ainsi les éléments d'un état de l'art rassemblés par Le Goix (2016b). Plusieurs perspectives ont été ouvertes par un groupe de chercheurs autour notamment de Michaël Reibel et Seth Spielman, lors du congrès de l'*American Association of Geographers* en 2013 dans une session intitulée "Methods for Capturing Complex Joint Effects in Small Area Social Analysis". Il s'agit d'abord d'une réévaluation des avantages des méthodes de classification (CAH, K-Means...) dans l'analyse des phénomènes complexes dans lesquels l'appariement statistique entre des lieux proches ne réside pas dans l'accumulation d'effets linéaires, mais dans une série de permutations entre variables dont les seuils entre catégories ne sont pas immédiatement apparents et ne peuvent pas être déterminés a priori (Reibel 2011), alors que ces méthodes sont très utilisées en France depuis les années 1970 à la fois dans l'analyse exploratoire et dans la construction de typologies socio-économiques, de revenus, de comportements électoraux. Ainsi, Mikelbank (2004) classe 3567 municipalités et communautés suburbaines aux Etats-Unis pour en montrer la diversité. Il utilise des données désagrégées pour d'une part définir les limites spatiales et d'autre part classifier les voisinages ou types de quartiers en 1880 à Albany, Buffalo, Cincinnati et Newark.

Les méthodes de classification sont donc à la fois robustes, simples et aisées à interpréter et à communiquer, tout en permettant de définir des zones homogènes, ou régions, en croisant des critères continus dont les seuils et interactions ne sont pas connus a priori. Il est plus original en revanche de les utiliser pour décrire des trajectoires spatio-temporelles: si les critères d'agrégation fonctionnent dans l'espace, ils fonctionnent également dans le temps – une fois que l'on s'est assuré de la cohérence des indicateurs et des mailles spatiales de l'analyse –. Les méthodes de classifications croisées avec celles de l'analyse factorielle ont été utilisées pour décrire les trajectoires de villes dans un système urbain, et notamment la transformation de leurs systèmes productifs (Paulus 2004; Paulus et Vacchiani-Marcuzzo 2012).

Dans la perspective intra-urbaine qui nous intéresse ici, la dimension spatiale du changement, analysée par voisinages, a fait récemment l'objet de plus d'attention, avec des tentatives combinant des méthodes de classification et l'analyse spatio-temporelle du changement social au niveau intra-urbain. La plupart des travaux observent le changement entre deux dates – souvent des recensements –. Par exemple Reibel et Regelson (2011) analysent les processus de stabilité et de transition ethno- raciale dans les quartiers des 50 plus grandes aires métropolitaines entre 1990 et 2000. Ils démontrent la coexistence de trajectoires allant dans le sens d'une grande stabilité, des trajectoires d'intégration croissante (métropoles du Sud, du Sud-Ouest, et New York) à des modalités de transition rapide entre Blancs et Hispaniques (métropoles du Sud-Ouest), et Blancs et Noirs (Métropoles de l'Est). Il est aussi possible d'analyser des trajectoires de quartiers sur des périodes plus longues, avec des applications au Canada (Kitchen et Williams 2009), ou dans l'aire urbaine de Cleveland entre 1970 et 2000, où (Mikelbank 2011) construit une typologie des types de trajectoires des quartiers au niveau des census tracts, sur des descripteurs démographiques, économiques et du logement. Il distingue ainsi cinq grands types de quartiers : *Struggling, Struggling African American, Stability, New Starts, et Suburbia.*

Dans l'espace intra-urbain, et dans une perspective proche de celle de ce rapport, ce type d'approches a permis par exemple d'analyser les mutations métropolitaines de la région métropolitaine de Los Angeles (Le Goix 2016b, 2016a), entre 1980 et 2010. Mais la méthode ce type de méthode exploratoire peut aussi être appliquée aux trajectoires des prix immobiliers : par exemple s'agissant des appartements anciens à Paris (Guérois et Le Goix 2009), ou dans le cadre d'une analyse des trajectoires de prix dans les franges métropolitaines de Los Angeles entre 1980 et l'après crise des surprimes (2008) (Le Goix et Vesselinov 2013). Étendue ensuite à l'analyse des couples acquéreurs-vendeurs, ces méthodes permettent de mettre en évidence les modalités locales de diversification ou d'homogénéisation sociale en petite couronne francilienne et dans l'agglomération marseillaise (Boulay, Guérois, et Le Goix 2011), et ont



permis plus récemment de mettre en évidence les mécanismes de diversification socio-économique des profils des marchés dans le périurbain francilien, dans une approche qui par ailleurs met en place une analyse par séquences du changement social (Le Goix et al. 2019).

### 3.1.3 Méthodologie de la typologie des quartiers en fonction des acquéreurs et des vendeurs.

L'analyse des dynamiques propres à chaque quartier, sa trajectoire, les mutations locales, par rapport à un contexte global, est un problème méthodologique qui mérite que l'on s'y attarde. Pour construire une typologie socio-économique des territoires métropolitains, on a recours en général aux méthodes de l'analyse multivariée (classification), mais dans un contexte statique. Or, afin de repérer des profils types de changement, il faut intégrer la dimension temporelle dans l'analyse et deux solutions de mise-en-oeuvre étaient possible. La première est de considérer que chaque individu (IRIS, quartier, ou ici cellule de 200 m de côté) est décrit par une série de variables, et ces variables évoluent dans le temps : on procède alors à l'analyse sur des individus (en ligne) qu'on décrit par  $n * t$  variables (le nombre de variables, en l'espèce les variables d'intérêt, multipliées par le nombre d'années). Le résultat est une typologie où chaque individu appartient à une catégorie unique qui décrit pour trois décennies les évolutions absolues et relatives des variables. Une seconde solution consiste à décrire chaque territoire (individu) pour chaque millésime de données : on construit un tableau à  $i * t$  lignes, et  $n$  colonnes pour les variables d'intérêt standardisées. Dans ce cas, les variables ne changent pas de position les unes par rapport aux autres dans l'analyse multivariée (en fonction des évolutions globales) et on dispose d'un seul profil moyen pour les 4 périodes. En revanche, on observera que chaque individu statistique peut appartenir à une ou plusieurs classe(s). Et on pourra observer les changements socio-économiques liés à ces mutations associées aux cycles d'urbanisation : un quartier passe d'un type à un autre, il définit ainsi des séquences. C'est cette seconde solution, plus en phase avec notre propos qui a été retenue.

### 3.1.4 Méthodologie de l'analyse des trajectoires.

Analyser ces processus de surclassement ou de déclassement des quartiers suppose de travailler avec des séquences temporelles d'information géographique, dans lesquelles un état donné peut être stable sur toute la période (les quartiers centraux, ou les quartiers de lotissements périurbains sont-ils des systèmes territoriaux stables ?) ou connaître au contraire de sauts de catégorie : de quartier populaire à quartier en gentrification, désouvriérisation, ou au contraire processus de relégation, déjà analysés au niveau métropolitain ou pour les revenus, en ce qui concerne l'Ile-de-France (Ribardièrre 2016; Fleury et al. 2012; Francois et al. 2007). De manière générale, l'ampleur et la rapidité des mutations conduisent à faire l'hypothèse que l'on peut repérer des successions d'états (ou des catégories) socio-économiques des systèmes spatiaux. Ce travail incorpore donc une proposition méthodologique récente, issue d'une analogie avec les travaux de génétique observant les séquences d'ADN et leurs mutations. Fréquemment utilisées en sciences sociales pour analyser les données organisées en séquences temporelles, ces méthodes ont trouvé des applications en géographie urbaine, par exemple pour l'analyse des séquences de mobilité (Commenges 2014) ou appliquées à l'analyse des formes urbaines. Ainsi, sur la base d'une analyse multivariée, Delmelle (2015) analyse les transitions et séquences des types de quartiers à Buffalo, Charlotte, and Chicago entre 1970 et 2010. L'ensemble de ces travaux utilisent les modules `TraMineR` du logiciel statistique R qui permet de mettre en oeuvre des procédures d'exploration, de tri, et de classification des séquences temporelles, permettant d'en déduire les principales structures (Gabadinho et al. 2011): c'est donc, sur la base de cet état de l'art, le choix que nous faisons pour les analyses qui suivent.

### 3.1.5 Description des données et variables d'intérêt

Les transactions pour l'ensemble de la région métropolitaine de Paris ont été obtenues auprès de la Chambre des notaires - Service des notaires de Paris (PNS), fournisseur commercial, dans le cadre d'un contrat passé entre le LabEx Dynamite (ANR-11-LABX-0046) et l'Univ. Paris 1 Panthéon-Sorbonne.<sup>11</sup> Cette base de données contient un échantillon de transactions pour Paris et sa région (1320 communes),

11. Paris Notaire Service est un fournisseur de données commerciales et n'autorise pas le partage public de données commerciales. Les jeux de données utilisés pour cette étude peuvent être obtenus auprès du fournisseur moyennant des frais (pour plus de détails sur l'accès aux données de transactions et leur acquisition: [https://basebien.com/PNSPublic/front/f\\_basebien.php?rub=1](https://basebien.com/PNSPublic/front/f_basebien.php?rub=1))

dans les limites administratives d'Île-de-France (968 695 lignes), sur une période de 16 ans: 1996, 1999, 2003, puis tous les ans de 2004 à 2012. Toutes les transactions sont indexées géographiquement, avec l'adresse, la latitude et la longitude. Nous ne conservons que les appartements, de gré à gré, dont la géolocalisation est correctement référencées (629~702 transactions).

Tous les enregistrements contiennent des informations sur les caractéristiques des logements et sur les prix des propriétés, mais aussi sur une série de variables sous-étudiées que sont les caractéristiques socio-professionnelles des vendeurs et les acquéreurs, telles que l'âge, le sexe, le statut socio-économique, l'origine nationale, le lieu de résidence et l'éventuel crédit hypothécaire. Les principales variables utilisées dans cette étude sont le prix de l'immobilier et l'occupation des vendeurs et des acheteurs lorsque la propriété est vendue ou achetée par un particulier (Figures 12 et 13). Les fonds d'investissements immobiliers, SCI et les professionnels de l'immobilier sont mis de côté. Les marchés résidentiels en France, en particulier dans les banlieues, n'ont pas encore été structurés par des investisseurs institutionnels et des fonds d'investissement (Halbert 2013). Nous n'utilisons pas le prix comme variable d'intérêt dans ce travail, qui porte essentiellement sur le changement social sur la base des CSP des acquéreurs et vendeurs.

*Principales variables d'intérêt de la base BIEN utilisées dans l'étude:*

- **usage** : usage de la propriété. On ne sélectionne que les propriétés à usage d'habitation
- **annee** : année de la transaction
- **CSP\_AC** : CSP acheteur
- **CSP\_VE** : CSP vendeur
- **BIDEPT** : Département
- ainsi que la **latitude** et la **longitude** du bien, fournie par la Chambre des Notaires à partir d'un géocodage à l'adresse.

Bien qu'il s'agisse de registres publics, les données de transaction sont considérées en France comme une base de données privée, distribuée aux chercheurs par PNS en tant que produit commercial et soumise à des restrictions pour la diffusion des résultats. Compte tenu du coût de la base de données pour les institutions de recherche publiques, seul un nombre limité d'années et un échantillon de transaction ont été acquis et utilisés, en considérant les travaux scientifiques déjà publiés à l'aide d'ensembles de données couvrant la période 1993-2006 pour la région parisienne (Guérois et Le Goix 2009; Boulay, Guerois, et Le Goix 2011) et certains travaux exploratoires menés récemment sur les données du marché suburbain [1821].

Les centroïdes des grilles INSEE 200 m et les fichiers géoréférencés utilisés pour agréger les transactions sont des fichiers IGN et INSEE publics qui peuvent être téléchargés depuis les sources suivantes :

- downloadSpatial data from IGN : <http://professionnels.ign.fr/enseignement-recherche>
- Grid data files : <https://www.insee.fr/fr/statistiques/1405815>.

## 3.2 Analyse des acquéreurs et des vendeurs

Afin de repérer les trajectoires locales relevant d'un changement social (par exemple des tendances à la gentrification, ou de la désouvriérisation) dans les périmètres ayant été caractérisés par des gains d'accessibilité, on développe une première analyse exploratoires à partir des dynamiques des acquéreurs et des vendeurs sur les marchés immobiliers.

### 3.2.1 Présentation des données

Les figures 12 & 13 de l'évolution des échanges acquéreurs et vendeurs, par département, montrent notamment l'importance des transactions à la vente par les retraités (*7\_RET*), ainsi que la dynamique particulière des professions intermédiaires (*4\_INT*) et des Cadres et professions intellectuelles supérieures (*3\_EXE*) dans les marchés, aussi bien à l'achat qu'à la vente. Ces figures permettent d'interpréter, globalement, le régime moyen des transactions dans les régimes de marché franciliens des appartements. La période 1995-2005 est celle d'une forte croissance du marché, tant par les prix, que par le nombre de transactions qui augmentent pour la plupart des catégories, et en particulier pour les cadres, les employés et les professions intermédiaires (à l'achat comme à la vente). Les retraités quant à eux vendent généralement plus qu'il n'achètent, et ce de façon très régulière, sur l'ensemble de la période (à l'exception de l'année 2008). A partir de 2005, globalement, le nombre d'achats et de ventes par les

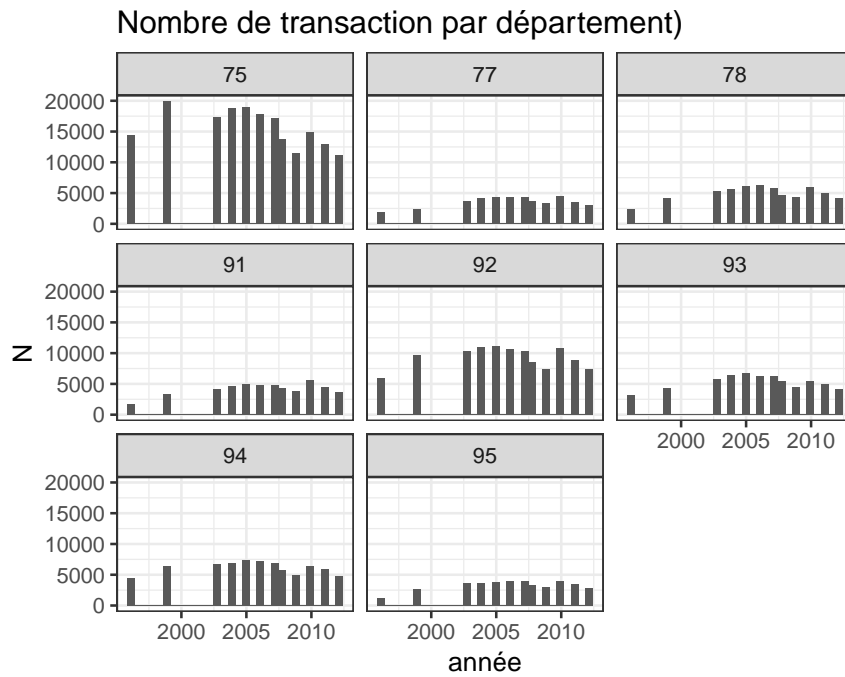


FIGURE 11 – Transactions par départements. Sources : BIEN, Paris Notaires Services, 2016

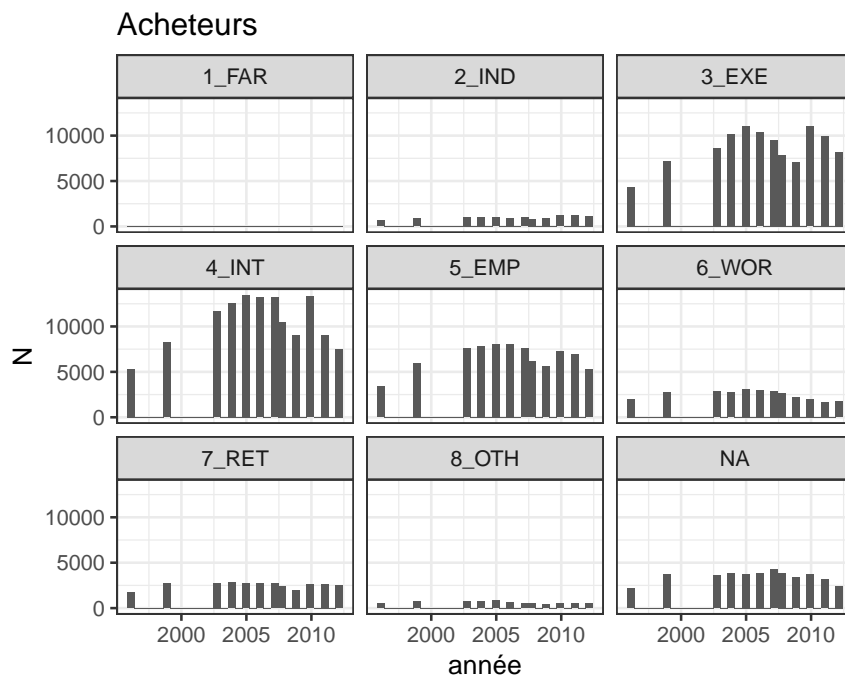


FIGURE 12 – Les acquéreurs, distribution des transactions par années. Sources : BIEN, Paris Notaires Services, 2012

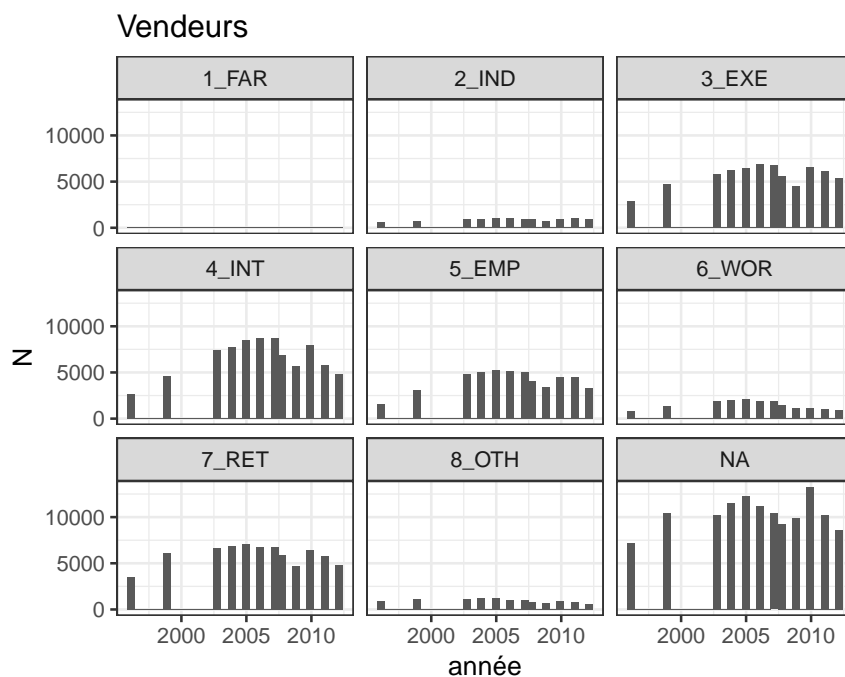


FIGURE 13 – Les vendeurs, distribution des transactions par années. Sources: BIEN, Paris Notaires Services, 2012

cadres, professions intermédiaires et employés (*5\_EMP*) diminue globalement. Les transactions à l’achat des ouvriers (*6\_WOR*) diminuent, aussi, sur l’ensemble de la période. Les professions indépendantes [*2\_IND*] représentent, tant à l’achat qu’à la vente, une part relativement faible, mais assez discriminante du point de vue de la localisation (marchés de niche). Pour une analyse développée de ces éléments, se reporter à la thèse de Le Corre (2019) qui fournit une analyse complète des données de la base BIEN pour l’Île-de-France, et des différents régimes de marchés, entre 1996 et 2012.

### 3.2.1. Déterminer des profils locaux de marché à partir des soldes acquéreurs-vendeurs

Dans un objectif d’analyse spatiale, deux problèmes doivent être résolus: d’une part les exigences de confidentialité sur des informations individuelles, d’autre part dans certains cas la faiblesse locale de certains échantillons liée à la structure fragmentée de l’environnement bâti, notamment dans les zones périphériques. On opte donc pour une combinaison d’une grille (200 m) et de techniques d’interpolation de données ponctuelles.

#### Agrégation des données dans une grille de 200m.

En raison d’exigences relatives à la confidentialité des transactions individuelles, il est impossible d’utiliser des agrégats de moins de 5 transactions. Compte-tenu de la répartition spatiale des transactions, il est difficile de trouver une maille géographique appropriée qui permette d’utiliser des niveaux d’agrégation très fins, et de maintenir le seuil de regroupement des transactions. L’analyse a donc été réalisée au niveau de la grille de cellules de 200m. Utiliser une telle grille combine plusieurs avantages principaux dans une étude des données locales désagrégées (Pecout et al. 2018):

- Il s’agit d’un proxy spatial approprié pour les zones homogènes correspondant à l’environnement bâti, en particulier si l’on observe les éléments d’organisation des sous-marchés à une échelle fine des segments de rue (Xiao, Webster, et Orford 2016; Le Goix 2016b).
- La grille est un proxy approprié pour les zones homogènes correspondant à l’environnement bâti. Il correspond aux modèles spatiaux d’urbanisation et n’impute pas de valeur aux zones vides, sans acheteur ou vendeur potentiel.
- Correspondant au « paradigme de l’agent immobilier » (c’est-à-dire à l’évaluation du prix d’une propriété par rapport à des propriétés similaires proches), l’interpolation utilise une matrice de

distance entre les centroïdes des cellules. Les valeurs calculées seront donc imputées aux cellules les plus proches. Dans un espace bâti dense, la matrice de distance est ici calculée selon une métrique euclidienne.

### Le potentiel, une méthode d'interpolation de données socio-économiques discrètes

Afin de déterminer la distribution spatiale, année par année, des achats et ventes de chaque catégorie socio-professionnelle, la méthodologie retenue repose sur une interpolation de phénomènes socioéconomiques discrets. L'interpolation est un problème classique: dans de nombreux cas, il s'agit de cartographier ou de visualiser une surface continue (température, vent) où le phénomène peut être estimé avec précision en tous points, avec un petit nombre de mesures réelles. Mais les méthodes habituelles d'interpolation spatiale (triangulation, krigging, toutes basées sur des théories d'échantillonnage et des statistiques inférentielles) ne conviennent pas nécessairement dans le cas spécifique de phénomènes discrets (Grasland, Mathian, et Vincent 2000).

Nous proposons une approche qui calcule une valeur synthétique basée sur la distance et le poids de la population observée, proposée initialement par Stewart (1942) pour une analyse de la répartition de la population étudiante et des zones de chalandise des universités américaines, méthode appliquée aux phénomènes socio-économiques (Grasland 2009). Nous déduisons que les marchés immobiliers s'apparentent à des données sociales discrètes, similaires à l'hypothèse de Tobler [1822]: les termes de l'échange d'une transaction (type de bien, accord sur le prix, gré-à-gré entre tel vendeur et tel acquéreur) sont fonction de la distance par rapport à des transactions similaires à proximité, ainsi que du nombre de propriétés disponibles, dans un environnement proche. Cette méthode présente par ailleurs l'intérêt de supprimer les biais spatiaux, résolvant le problème du *modifiable areal unit problem* (MAUP) analysé par S. Openshaw (1970) : le changement de niveau d'agrégation des données provoque un changement de perception ou de mesure du phénomène, comme démontré pour des indices démographiques en Europe (Grasland, Mathian, et Vincent 2000; Plumejeaud et al. 2008). Nous nous appuyons donc sur le cadre théorique d'analyse spatiale des faits sociaux de Grasland (2009), basé sur la première loi de la géographie de Tobler Tobler (1970), justifiant l'utilisation du postulat de Stewart [1825] pour l'interpolation spatiale de données discrètes sociales (détails méthodologiques dans Le Goix et al. (2019)).

Nous appliquons le potentiel de Stewart au nombre de vendeurs et d'acheteurs de chaque catégorie professionnelle, en utilisant le package `SpatialPosition` R (Commenges, Giraud, et Boulier 2015; Commenges, Giraud, et Lambert 2016). Le potentiel de population est généralement défini comme un stock de population pondéré par la distance:

$$A_i = \sum_{j=1}^n O_j f(d_{ij})$$

où  $A_i$  le potentiel de  $i$ ,  $O_i$  le stock de population en  $j$ ,  $f(d_{ij})$  une fonction négative de la distance, généralement une courbe de puissance ou exponentielle. Nous avons choisi d'implémenter une fonction exponentielle négative, estimant le nombre des transactions dans une portée de 800m, et du carré de la distance. La portée est définie comme la distance où la densité de probabilité de la fonction d'interaction spatiale est égale à 0,5 [1999].

Le calcul du potentiel de prix suit une procédure en deux étapes: premièrement, le potentiel de prix est calculé comme la valeur totale potentielle dans une cellule ( $Pp$ ); ensuite, on calcule le potentiel pour le nombre de transactions ( $Pt$ ) dans une cellule donnée. Le prix de l'immobilier potentiel pour une cellule donnée est égal à  $Pp/Pt$ , puis comparé à une grille et cartographié (Figures 14 et 15 pour le solde par catégorie socio-professionnelle et par année). Appliqué au nombre de vendeurs ou d'acheteurs de chaque catégorie, le potentiel de Stewart est calculé comme pour un stock de population  $O$ .

Sur la base de ces éléments, une première démarche consiste à visualiser et analyser les effets liés à la corrélation entre les dynamiques d’accession et les dynamiques de vente, dans les carrés de 200m (Figure 16). On constate un effet d’inertie et de reproduction dans les transaction, les cadres ou les employés, ayant plutôt tendance à vendre des biens à des cadres et des employés. Au-delà de quelques éléments de cette diagonale, on notera des effets d’exclusion spatiale, les transactions des cadres de et vers des employés, professions intermédiaires et ouvriers, étant par exemple corrélées très négativement. Les professions indépendantes et chefs d’entreprises sont spatialement faiblement associés aux autres types d’acteurs. En revanche, les ouvriers, professions intermédiaires et employés ont plus de probabilité d’échanger des biens entre-eux.

**Les potentiels d’acquéreurs et vendeurs, ainsi calculés, seront utilisés dans cette étude de deux manières :**

- d’une part sous la forme d’une typologie des soldes acqéreurs-vendeurs (**section 3.2.3**) permettant de qualifier les types de régimes de marché. Cette typologie sera utilisée dans la **section 3.3** pour caractériser les évolutions socio-économiques du marché de la propriété résidentielle, en particulier dans les zones ayant été soumises à des gains d’accessibilité.

- d’autre part, dans le cadre de l’analyse structure-résidus de la **section 4**, qui fait l’hypothèse qu’il est possible de repérer des évolutions particulières des marchés dans les zones soumises à des gains d’accessibilité.

### **3.2.2 Classification des profils locaux des marchés (soldes acquéreurs-vendeurs)**

**Dans une seconde étape, on cherche à construire une typologie des profils acquéreurs-vendeurs des quartiers.**

En raison du caractère intensif des calculs (chaque année représente 38830 lignes et 7 variables), on opte pour une méthode d’analyse supervisée telle qu’une classification **k-means**, comme dans d’autres travaux du même type (Delmelle 2015; Le Corre 2019), les méthodes non-supervisées telles que les classifications ascendantes hiérarchiques (CAH) étant généralement préférables pour l’analyse urbaine (Mikelbank 2011) mais peu opérationnelles sur de très grandes matrices (Reibel 2011). Les résultats livrés ici pourront être comparés, en terme de robustesse, à ceux proposés sur les trajectoires acquéreurs-vendeurs dans le périurbain francilien, suivant une méthode similaire, mais sur des matrices moins grandes, permettant l’utilisation de méthodes de CAH (package **fastcluster**) (Le Goix et al. 2019).

Sur la base des aides à l’interprétation de la classification k-means, la somme des carrés intra-classes (*within-cluster sum of square wss*), la silhouette moyenne (représentation de la qualité de la partition, avec des pics indiquant les meilleures partitions à  $k=2$  et à  $k=7$ ), montrent qu’une partition à  $k=7$  est une solution optimale, ajouter des classes ne permettant par une analyse sensiblement plus fine du nuage de points.

### **3.2.3 Interprétation des classes**

La planche 19 montre, entre 1996 et 2012 la succession de profils locaux des régimes de marché en fonction des soldes acquéreurs-vendeurs.

- 1. *Profil moyen*: La catégorie la plus proche du profil moyen et la plus stable dans le temps. Il s’agit plutôt de segments où sont très actifs les cadres et des professions intermédiaires, cf Figures 12 et 13. Les autres régimes de marchés décrits dans les classes suivantes correspondent à des sous-représentations ou sur-représentations de telle ou telle CSP dans les soldes acquéreurs-vendeurs.

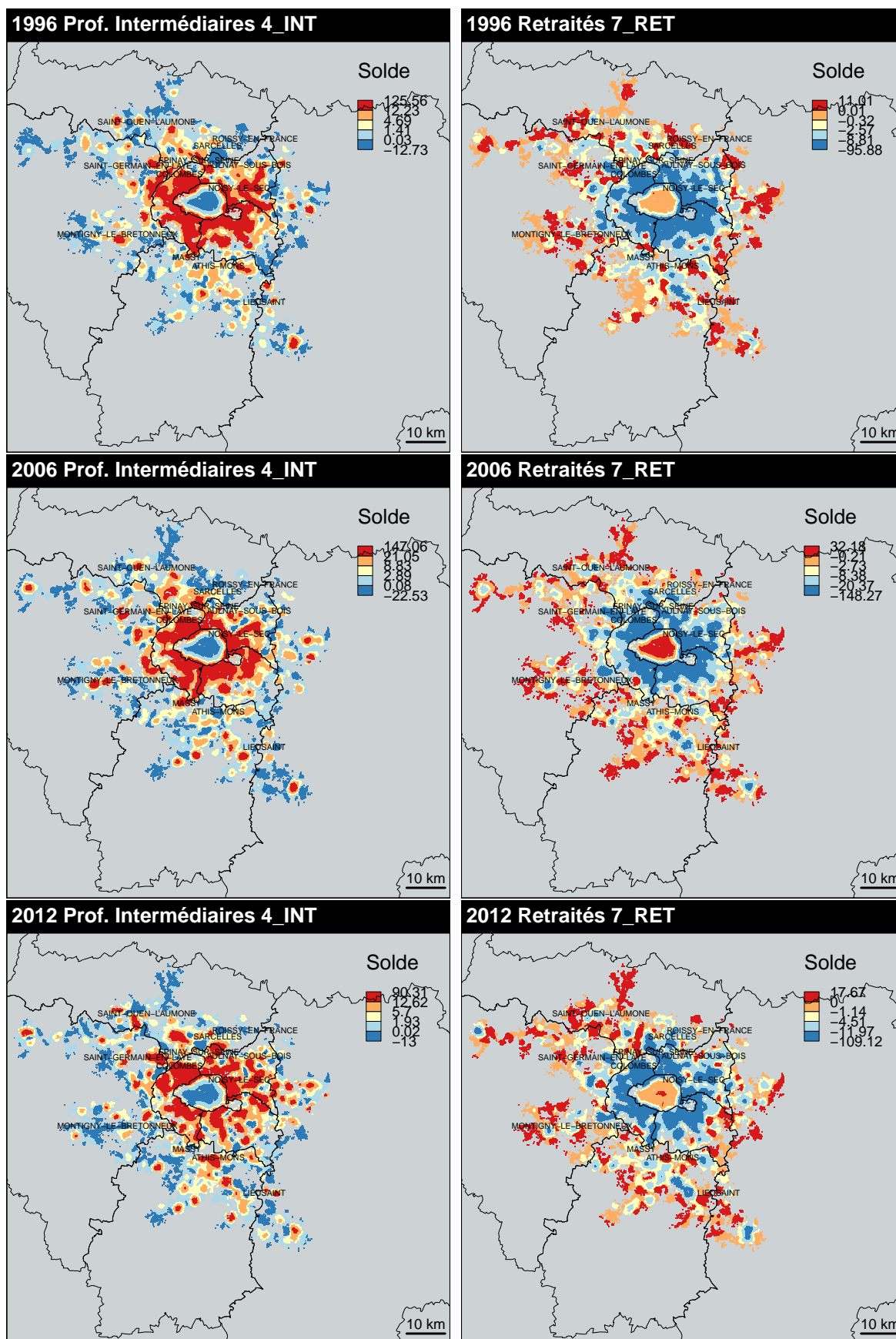


FIGURE 14 – Soldes acquéreurs-vendeurs, résultats interpolés dans le carroyage 200m. Sources: BIEN, Paris Notaires Services, 2012. Carto: R. Le Goix, 2019

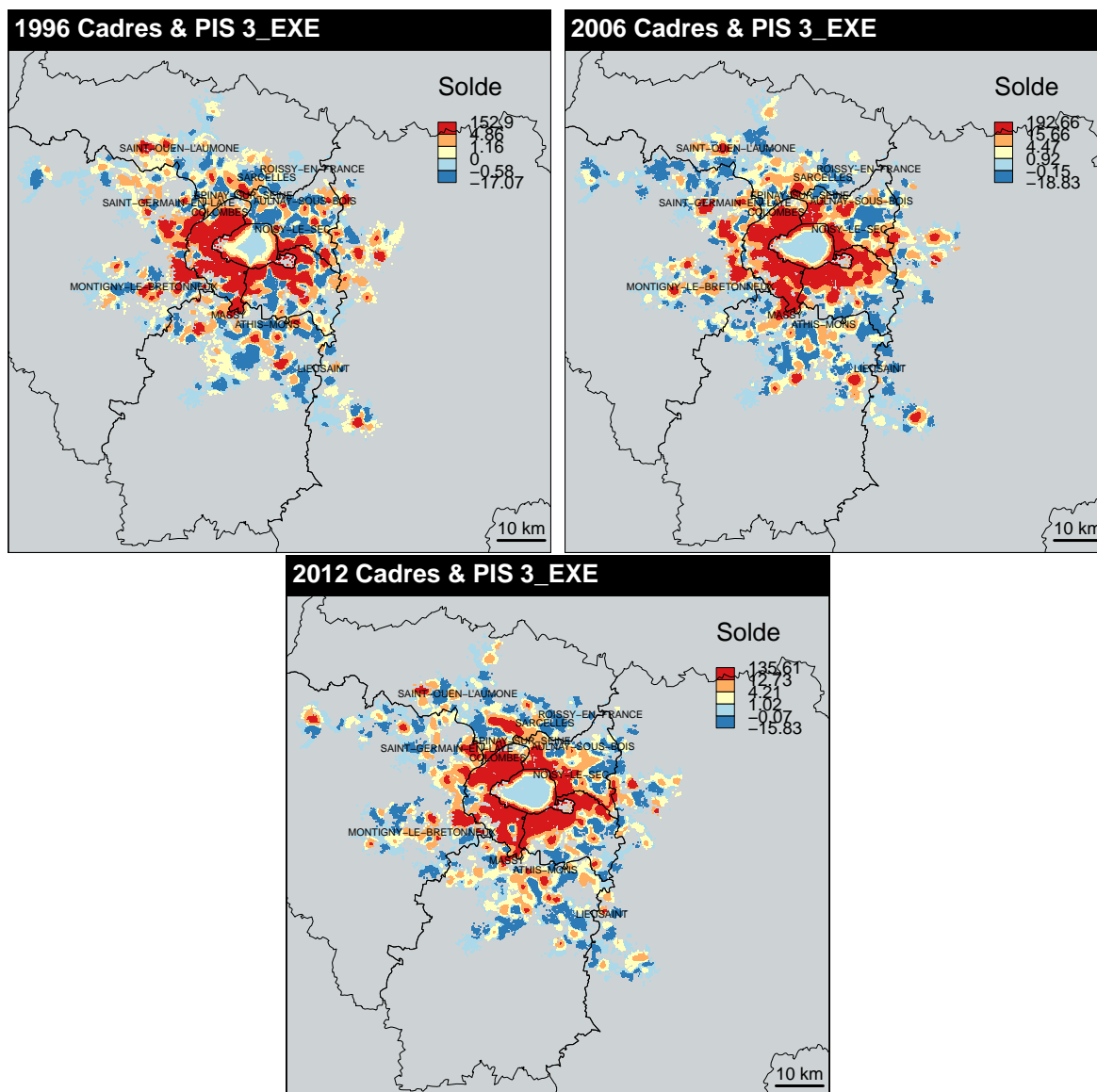


FIGURE 15 – Soldes acquéreurs-vendeurs, résultats interpolés dans le carroyage 200m (suite). Sources: BIEN, Paris Notaires Services, 2012. Carto: R.Le Goix 2019



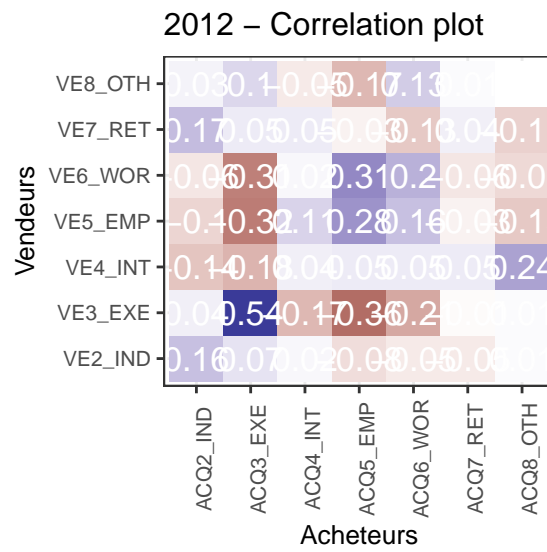


FIGURE 16 – Matrice des corrélations acquéreurs-vendeurs

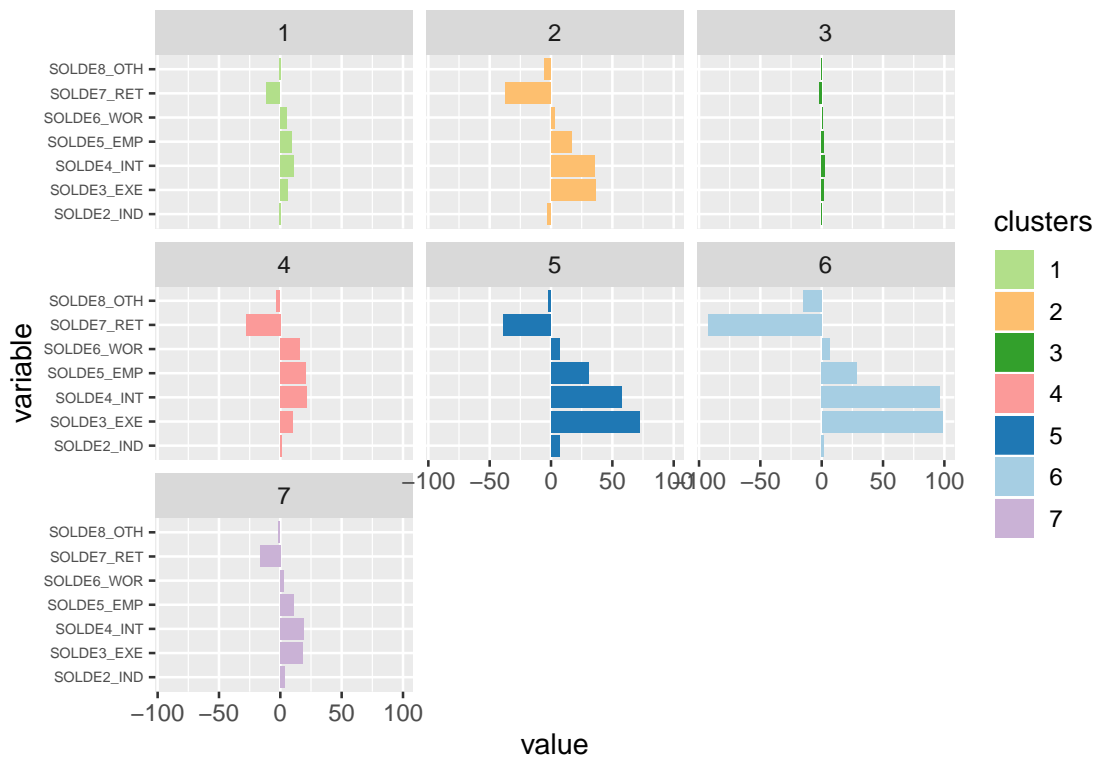


FIGURE 17 – Aides à l'interprétation de la typologie k-means (diagramme en valeurs absolues).

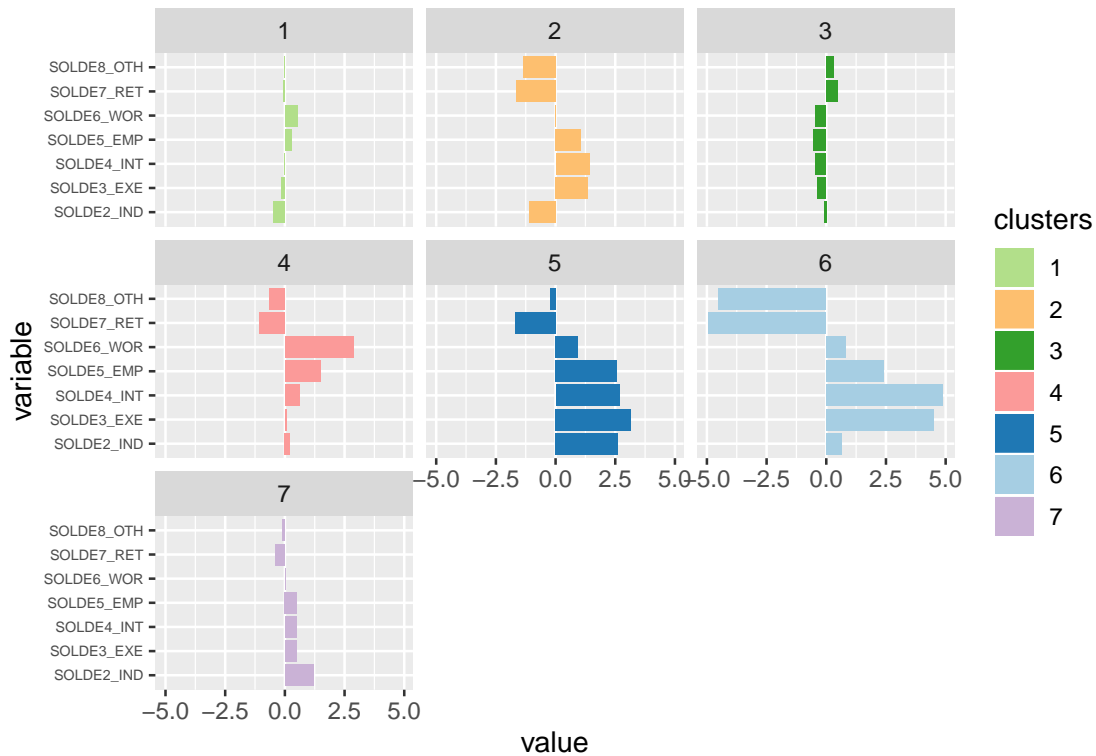


FIGURE 18 – Aides à l’interprétation de la typologie k-means (diagramme en valeurs standardisées).

Ce sont des marchés où les transactions en faveur des cadres et des professions intermédiaires sont largement déterminants dans les dynamiques de l’achat immobilier.

- 2. *Cadres, professions intermédiaires, employés* : ces quartiers sont caractérisés par un solde fortement défavorable aux retraités, et des acquisitions plutôt en faveur des cadres, professions intermédiaires, et secondairement des employés.
- 3. *Profil moyen + retraités* : Une légère sous-représentation des catégories d’actifs par rapport au profil moyen joue en faveur des retraités, qui y sont légèrement sur-représentés dans les achats.
- 4. *Refuge des ouvriers et des employés* : une sur-représentation des transactions à l’achat par les ouvriers et employés
- 5. *Les marchés dynamiques privilégiant les cadres, mais mixtes* : une sur-représentation des acheteurs de plusieurs catégories d’actifs, avec une tendance favorisant la surreprésentation des cadres mais n’excluant pas les autres catégories (relative mixité), toutes actives à l’achat (Professions intermédiaires, employés, indépendants, voire ouvriers), dans des marchés où les retraités ont plutôt tendance à vendre.
- 6. *Les marchés très dynamiques mixtes* : Dans des contextes de ventes massives par les retraités et les autres inactifs, une sur-représentation des acheteurs des professions intermédiaires surtout et des cadres, mais n’excluant pas les ouvriers et les employés. Les indépendants n’y jouent qu’un rôle secondaire.
- 7. *Marchés des professions indépendantes*: Comme un régime de marché spécifique, certains carreaux sont spécialisés dans des transactions montrant une sur-représentation des indépendants dans le solde acquéreurs-vendeurs.

### 3.3. Une analyse des séquences pour caractériser le changement social

En partant de la typologie des contextes locaux des profis acquéreurs-vendeurs, la démarche consiste à observer les séquences temporelles successives qui voient les quartiers passer d’une catégorie à une autre parmi les types définis ci-dessus entre 1996 et 2012. Au risque de la répétition, on gardera en arrière-plan de l’analyse que les catégories qui se succèdent, en séquences, sont affectées par des évolutions internes (désouvriérisation, professionnalisation, gentrification, etc.) : capturer les mutations métropolitaines à l’échelle du quartier est une démarche nécessairement multi-dimensionnelle.

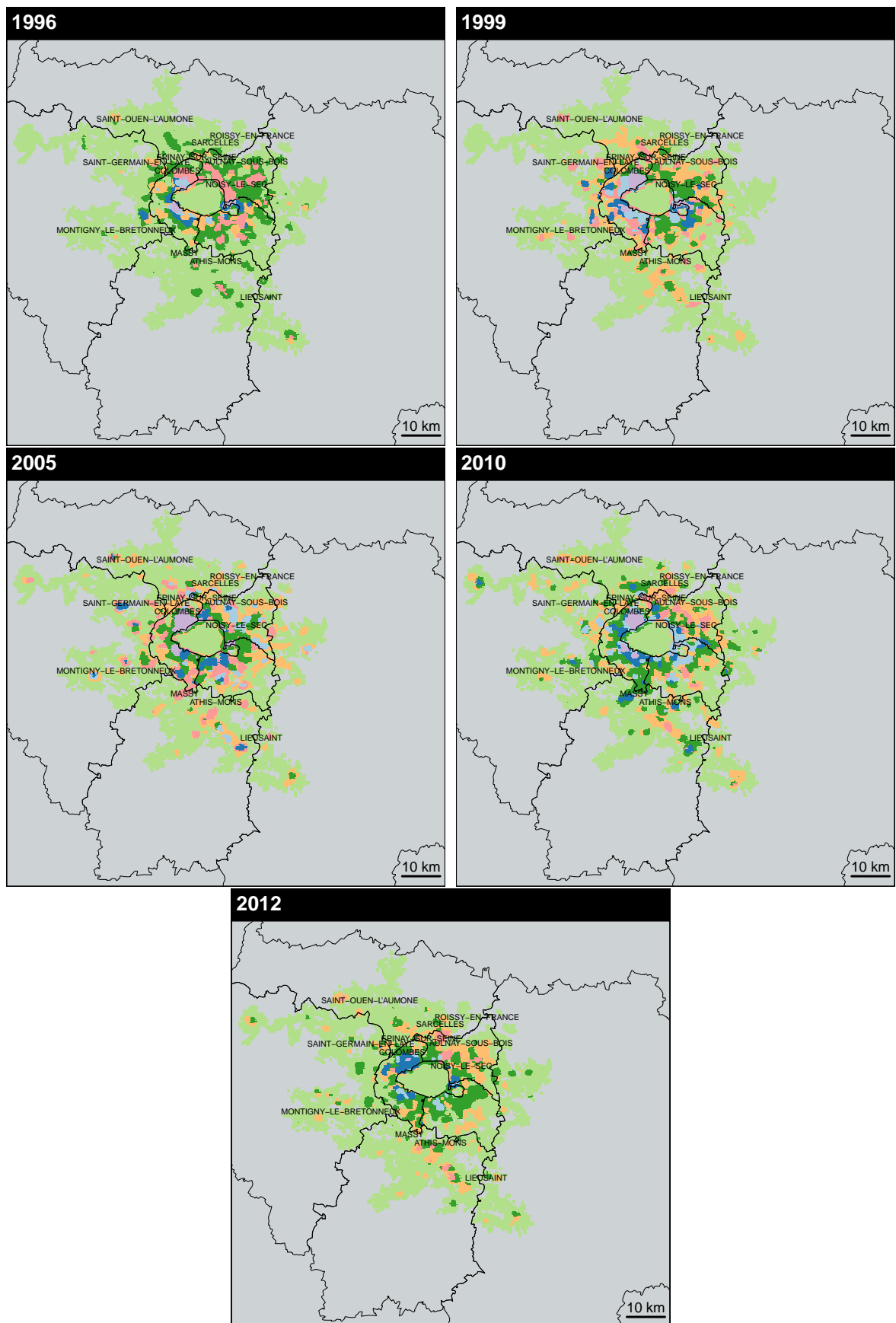


FIGURE 19 – . Typologie des profils de couples acquéreurs-vendeurs par carreau de 200m, 1996-2012 (sélection) Source : Base BIEN Chambre des Notaires IDF. Author: R. Le Goix, 2018, UMR Géographié-cités, Labex Dynamite.

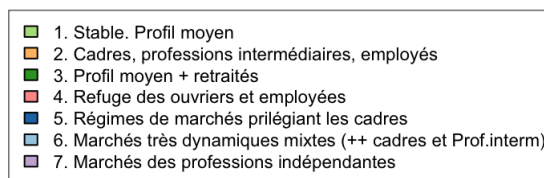


FIGURE 20 – Légende de la typologie des profils de couples acquéreurs-vendeurs par carreau de 200m, 1996-2012

### 3.3.1. Généralités : matrice, succession d'états et séquence.

L'information construite pour l'analyse des séquences correspond à une matrice de 38~830 lignes, chacune divisée en 12 états successifs (années), ce qui correspond donc à une série de séquences faites d'états successifs pour chaque carreau. On retient de manière générale l'augmentation de la diversité des profils dans la phase 1996-2006, suivie d'une diminution de cette diversité (homogénéisation des marchés après 2007). Cette baisse de l'hétérogénéité est sensible après 2010, comme le montre l'indice d'entropie (Figure 21). On appelle séquence la succession d'états, ou le passage d'une catégorie à une autre. Pour illustrer ces séquences, les exemples suivants peuvent être observés dans la série des figures 19 :

- Une municipalité comme Montreuil, caractérisée par sa proximité avec Paris, son tissu résidentiel mixte, est caractérisée successivement par des profils *refuge des ouvriers et des employés* en 1996, puis *cadres, professions intermédiaires, employés* en 1999, et à partir de 2010 *marchés très dynamiques mixtes* avant d'être plutôt caractérisée en 2012 comme un marché *marché dynamique privilégiant les cadres, mais mixtes*.

- Saint-Ouen-l'Aumône, au nord-est, est une zone successivement caractérisée comme en fonction de profils privilégiant les *cadres, professions intermédiaires, employés* en 1996, puis en 1999 on assiste à une surreprésentation des *ouvriers et des employés* dans les soldes acquéreurs-vendeurs, avant d'évoluer à nouveau à partir de 2005 vers un marché *dynamiques privilégiant les cadres*, ainsi que les professions intermédiaires, employés (oscillant entre types 5, 2 et 4 selon les périodes)

- Montigny-le-Bretonneux est un exemple de commune très stable dans les catégories présentes dans les transactions, en étant très proche du profil moyen, c'est-à-dire d'une forte activité des cadres et des professions intermédiaires.

-Aulnay-sous-Bois et ses environs montrent sur la période une grande variété de profils successifs, montrant les évolutions rapides des profils d'acquéreurs enregistrés en Seine-Saint-Denis, passant rapidement d'un statut de *refuge des ouvriers et des employés* en 1996 à un marché où les *cadres, professions intermédiaires, employés* sont surreprésentés à partir de 1999, évoluant localement vers un marché de profil moyen incluant une dynamique des retraités dans les achats.

Des 38 830 séquences suivies à l'échelle des block groups, on retient en première analyse de la fréquence des états et de l'entropie (Figure 21) d'une part l'importance et la stabilité des carreaux correspondants au profil moyen, dans lequel les cadres et professions

### 3.3.2. Analyse des séquences dans les lieux ayant connu des évolutions de l'accessibilité aux stations et gares

Les analyses qui suivent sont conduites exclusivement dans les carreaux dans lesquels des gains ou des pertes d'accessibilité ont été relevés entre 1995 et 2005 d'une part (Figure 22), et entre 2005 et 2015 d'autre part (Figure 23), ces gains d'accessibilité étant d'au moins 10 % du temps de parcours. Pour les zones qui ont connu des gains d'accessibilité entre 1995 et 2005, on observe trois dynamiques principales (Figure 22) : d'une part une diminution entre 1996 et 2007 de la fréquence des carreaux de profils moyens ; d'autre part, une diversification des profils, au bénéfice des *marchés des professions indépendantes* d'une part, mais aussi sur la période 2003-2010 des transitions vers des profils *refuges des ouvriers et des employés*, ainsi que vers des profils mixtes de *cadres, professions intermédiaires, employés*. Ces dynamiques ne sont pas exclusives, et les zones où des gains d'accessibilité ont eu lieu, ponctuellement, affichent une dynamique vers des *régimes de marché privilégiant les cadres*, mais ce type d'effet est loin d'être systématique.

Dans les zones ayant connu des gains d'accessibilité entre 2005-2015, on observe une dynamique un peu

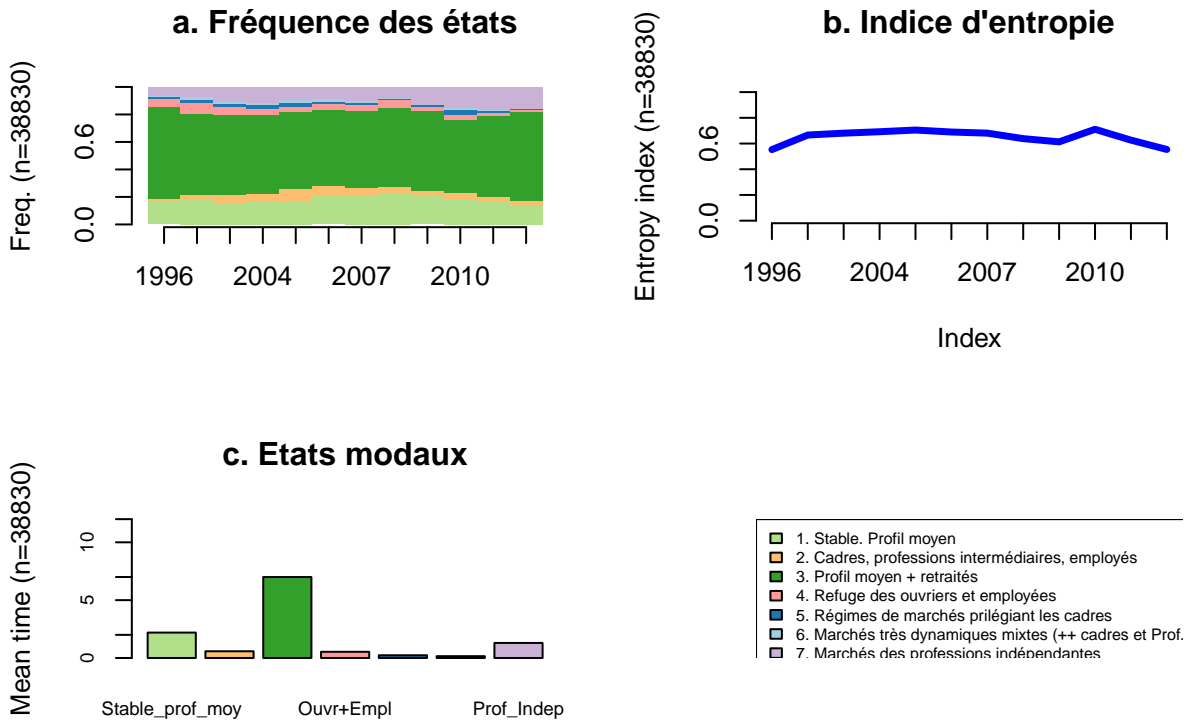


FIGURE 21 – Analyse des séquences : fréquence (a), entropy (b), durée moyenne de stabilité (c), fréquences modales (c). Source : Base BIEN Chambre des Notaires IDF.

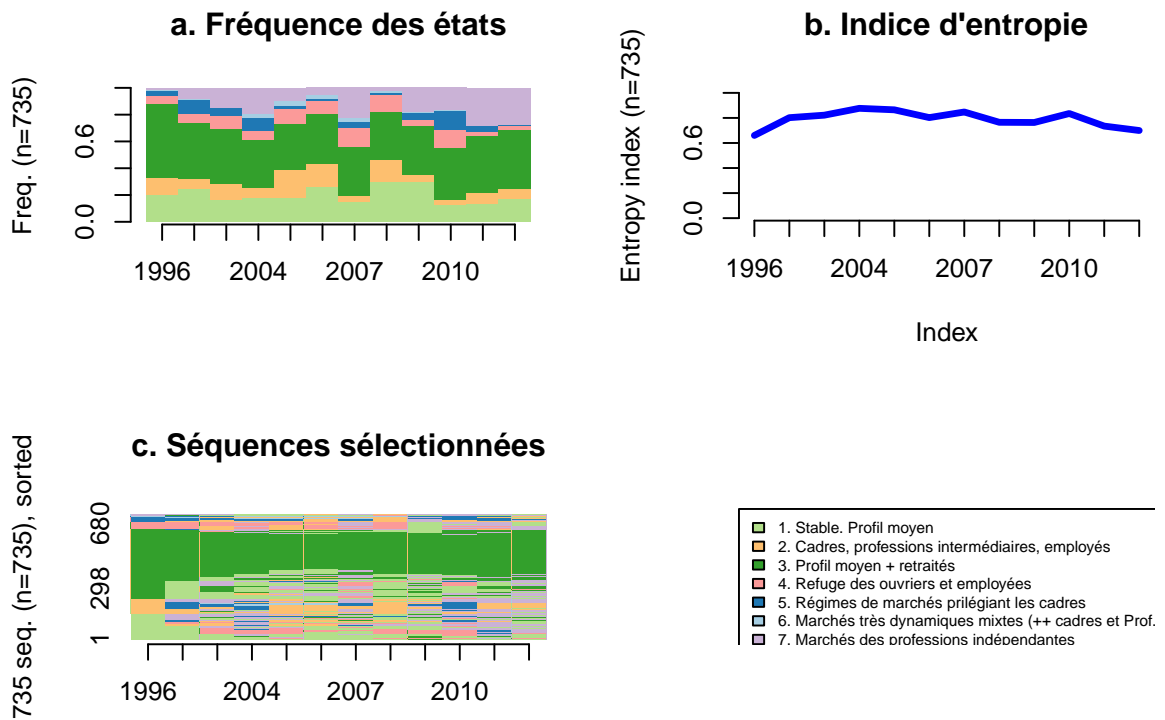


FIGURE 22 – Séquences des profils acquéreurs-vendeurs dans les zones où des gains d'accessibilité ont été enregistrés entre 1995 et 2005

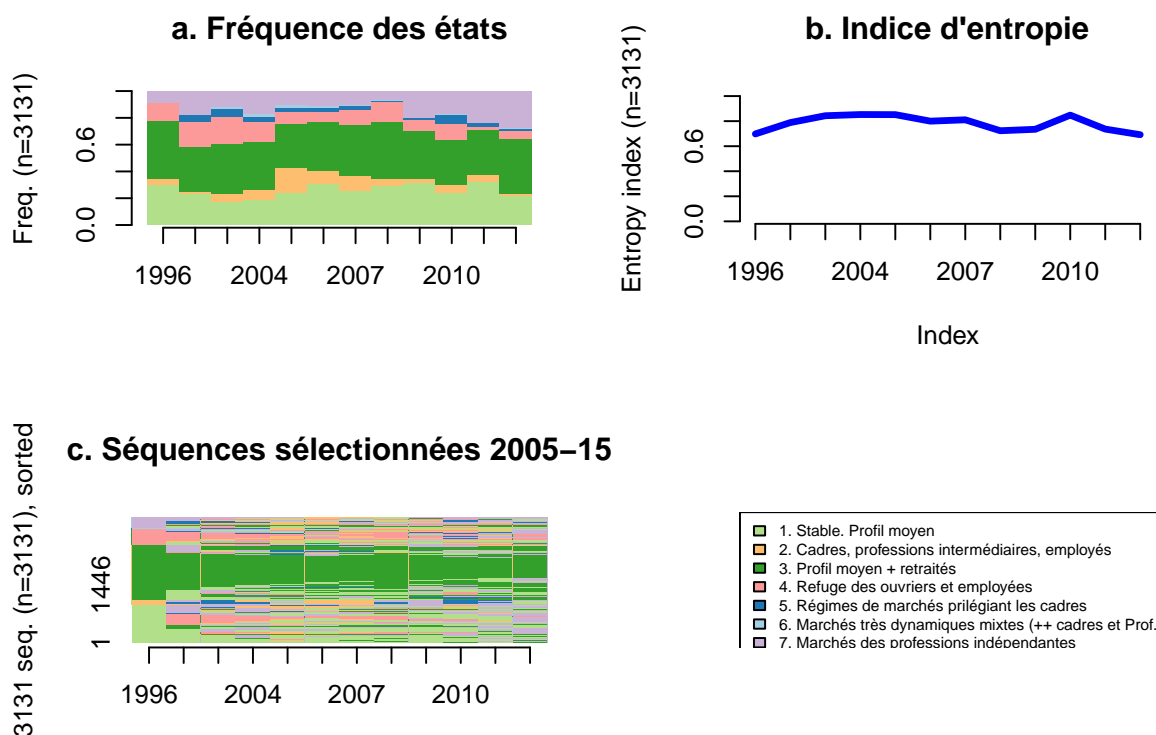


FIGURE 23 – Séquences des profils acquéreurs-vendeurs dans les zones où des gains d'accessibilité ont été enregistrés entre 2005 et 2015

plus complexe que sur la période précédente (Figure 23). D'une manière générale, *le profil moyen avec retraités acquéreurs surreprésentés (profil 3)* ne représente qu'un tiers des profils, et les profils tels que les *marchés des professions intermédiaires*, ou *marchés des professions indépendantes après 2005*. Parmi les successions de profils les plus notables, on notera notamment le passage d'un certain nombre de quartiers de la catégorie *refuge des ouvriers et employés* vers la catégorie mixte, avec une surreprésentation des cadres, professions intermédiaires, employés. La catégorie *régimes de marchés privilégiant les cadres* apparaît dans les successions d'états, à quelques reprises, comme s'il s'agissait d'effets conjoncturels, une fois entre 1997 et 2004, et surtout autour de 2010, probablement en liaison avec des transformations nationales de la fiscalité liée à l'achat (déduction fiscale des intérêts d'emprunt sous la présidence Sarkozy).

### 3.3.3. Synthèse de l'analyse de séquences : une plus grande diversité de profils, et une certaine mixité dans les zones de meilleure accessibilité

Les séquences des zones où des gains d'accessibilité ont été observés sont dans l'ensemble assez similaires avec les tendances générales. Néanmoins, en comparaison des profils moyens, où la stabilité de la zone centrale et des périphéries l'emporte, l'examen des profils des quartiers dans lesquels des gains d'accessibilité ont été enregistrés livre un paysage beaucoup plus dynamique, pour certaines catégories. On observe des séries de mutation des profils, avec en particulier une présence de transitions indiquant une montée en puissance des cadres et professions intellectuelles supérieures dans les échanges, mais aussi de manière générale vers des profils d'accession de catégories socio-professionnelles professions intermédiaires, employés et ouvriers. On y lit, évidemment, des logiques qui pourraient s'apparenter à de la gentrification, avec une augmentation relative des profils montrant la surreprésentation de cadres et d'indépendants. En d'autres termes, les zones ayant connu des gains d'accessibilité sont plus diverses que les profils généralement observés par ailleurs.

Ces éléments empiriques développés s'appuient sur une analyse exploratoire des données, et qui relèvent des méthodologies de la fouille de données (*data mining*) et des classifications (non supervisée). Cette démarche analytique, bien que robuste, peut néanmoins être confirmée, par une autre approche hypothético-déductive, dans la partie 4 de cette étude.

## 4. Une analyse du changement social lié à l'amélioration de l'accessibilité avec une méthode structure-résidus (shift-share analysis)

### 4.1. Etat de la question sur l'utilisation de la méthode structure-résidus appliquée à une analyse socio-économique

Cette section a pour objectif d'évaluer le rôle d'une évolution locale des conditions d'accessibilité, sur la structure socio-professionnelle d'un quartier, toutes choses égales quant à ce que l'on observe comme évolutions dans le reste de la métropole. En économétrie, les modèles s'appuient pour ce faire sur des variables instrumentales permettant de saisir les effets des conditions antérieures d'accessibilité sur la distribution contemporaine de la densité afin de contrôler le biais d'endogénéité; ou sur des données en panel, permettant de contrôler l'évolution inter-annuelle : c'est l'approche que nous avons retenu dans livrables 1 à 4. D'un point de vue géographique, cependant, cette question nécessite d'isoler les conditions du changement local, et notre proposition s'appuie sur la méthode structure-résidus (*shift-share analysis* (SSA)).

Dans la littérature en langue française, les applications du modèle d'analyse structurelle-résiduelle demeurent cantonnées au champ du développement économique régional, notamment dans les travaux de Mérenne-Schoumaker, 2002 ; Aydalot, 1985 ; Fischer, 1973; Belhedi (2005). Par exemple, Bonnet (1997) propose une comparaison de la croissance des effectifs salariés dans les régions françaises entre 1977 et 1991. L'article identifie le rattrapage des régions périphériques, et les effets d'attractivité propre à certains territoires. Cela permet d'identifier les effets de la dynamique propre à la région (résidus) par rapport aux effets généraux / nationaux. Cet effet régional, identifié par ex. par Isard (1956), est lié aux économies d'agglomération, à la spécificité de la composition des activités sur le territoires, à la présence dans une région d'activités motrices, au "potentiel local" sur le temps long. Bonnet (1997) insiste sur le fait que la notion de "résidus" est trompeuse, car elle explique les divergences régionales au cours de la période étudiée.

Ces approches ont été raffinées de multiples manières, corrigeant notamment des biais méthodologiques. Classiquement, Arcelus (1984) propose d'intégrer les différentes catégories de spécialisation économique sous la forme de quotients de localisation. D'autres ont insisté sur la manière d'intégrer les rôles respectifs de la croissance de la production et de la croissance (Haynes et Dinc 1997 ; Rigby et Anderson 1993).

Néanmoins, une telle application à des dynamiques démographiques n'est ni nouvelle, ni originale, et la littérature permet d'en justifier l'utilisation dans le cas des dynamiques socio-économiques des groupes d'acquéreurs ou de vendeurs sur les marchés immobiliers. Une série de travaux ont appliqué à des question démographiques la méthode SSA. Cette méthode a par exemple été utilisée pour analyser la contribution de différents groupes de populations à la dynamique démographique globale des Etats (Franklin 2014). D'un point de vue conceptuel, les auteurs insistent sur le fait que deux types d'évolution sont liées, et de nombreuses dynamiques démographiques globales, observables à un niveau agrégé, trouvent leur origine dans la dynamique propre à un groupe ou une cohorte démographique particulière : Franklin (2014) montre l'intérêt des méthodes SSA pour isoler les effets locaux des dynamiques de population par Etat, par groupe, sur la dynamique nationale globale. Franklin et Plane (2004) mettent aussi en évidence l'avantage d'utiliser une version relativement simple et robuste de la méthode ("*a stripped-down version of the tool*", Franklin (2014) p. 6) mais également la nécessité de vérifier la significativité globale des résultats sur la base des échantillons étudiés, approche privilégiée par Danko et Hanink (2017) et que nous adoptons également dans ce rapport.

Pour ce faire, nous nous appuyons en particulier sur l'étude de Danko et Hanink (2017), sur les effets démographiques des rénovations urbaines à Las Vegas, et utilise la méthode SSA pour analyser les effets locaux du changement socio-économique des quartiers, dans un contexte général de gentrification et touristification généralisée, mais où il s'agit d'attribuer localement quelle est la part des effets généraux (de structure, macro-scalaire) et des effets locaux (micro-scalaires):

"One of the most challenging tasks of evaluating neighbourhood change is assessing the degree to which a specific local factor, such as a new single or series of redevelopments, affects the change in the demographic composition of a particular neighbourhood. Part of the difficulty of attributing a specific level of neighbourhood change to a particular type of site is the fact

that trends in raw data are influenced by multiple macro- and micro-scale processes.”(Danko et Hanink (2017), p. 2)

Cette contribution démontre l’intérêt de la méthode SSA pour isoler les effets locaux du changement social. L’un des enjeux consiste donc à comprendre de façon plus précise si l’évolution des prix est liée à une dynamique métropolitaine ou à une dynamique locale ?

## 4.2. Méthodologie : analyse structure résidu / shift share analysis :

L’approche retenue ici pour quantifier l’impact socio-économique local, sur la dynamique des transactions, des gains d’accessibilité liées à l’ouverture de nouvelles stations ou gares, est en deux étapes. Une première étape consiste à isoler la proportion d’évolution locale dans le nombre d’acquéreurs et vendeurs, isolant ainsi les effets locaux d’évolution des régimes de marché dans les zones où il y a eu des gains d’accessibilité. Une seconde étape consiste à vérifier la robustesse statistique de la démarche de comparaison entre un effet local et un effet global. On isole donc pour chaque période un échantillon aléatoire de carreaux, dont on compare les résultats à l’échantillon de mesure, composé des carreaux dans lesquels des gains d’accessibilité ont été enregistrés. On examine cela afin de vérifier dans quelle mesure les effets locaux sont plus significatifs selon que l’on regarde sélectionne les effets sur les transactions dans une période particulière (1995-2005 d’une part ; 2005-2015 d’autre part), ou sur toute une période. Dans cette étude, on rappelle que les transactions débutent en 1996 et que nous disposons d’enregistrements jusqu’en 2012. On ne couvre donc que partiellement la période étudiée sur les gains d’accessibilité, mais l’approximation paraît raisonnable, dès lors que les dernières mises en service datent de 2013 et début 2014, sur des lignes où les chantiers sont engagés une décennie auparavant: on fait l’hypothèse que sur une telle durée, les effets d’anticipation sur un marché immobilier sont importants.

Les voisinages, ou quartiers, isolés dans l’analyse correspondent aux carreaux de 200 m dont le nombre d’acquéreurs et vendeurs par CS a été réestimé par lissage (cf. partie 3). On observe les gains d’accessibilité dans ces voisinages autour des biens, dans le périmètre où l’accessibilité aux stations s’est améliorée de 10% et plus du temps de parcours.

Dans ce rapport, le sujet de l’investigation (les transactions et l’accessibilité) étant nouveau à une telle échelle d’analyse (carreau de 200 m), nous nous sommes ainsi basés sur des méthodes classiques et balisées, privilégiant la simplicité d’interprétation. Ainsi, nous avons utilisé le package R `REAT`, et en particulier la fonction `shifti` qui applique la méthodologie de Dunn (1960), en la décomposant par secteur. La méthode appliquée à l’économie régionale analyse le rôle de chaque secteur d’activité dans la dynamique particulière, par exemple, de districts. Sur la base de l’état de la question, en particulier les travaux qui ont appliquée la méthode SSA en démographie et ceux de Danko et Hanink (2017) en géographie urbaine sur l’effet des développements immobiliers sur la composition sociales des quartiers.

La croissance, ou le déclin, local des catégories d’acheteurs et vendeurs est analysé sur la base de 3 facteurs :  $l_{t+1} - l_t = nps + nds + nts$  où  $l$ , le nombre de transactions (acquéreurs / vendeurs) à un temps  $t$  et  $t+1$ ,  $nps$  l’effet proportionnel net (*net proportionality shift*)  $nds$  l’effet différentiel (*net differential shift*) discriminant entre la part globale et la part locale  $nts$  l’effet résiduel (*net total shift*)

Par exemple, appliqué aux cadres acquéreurs, un effet local positif implique que toutes choses égales par ailleurs quant à l’augmentation globale du nombre de cadres dans les acquisitions en Ile-de-France, ceux-ci sont surreprésentés dans la dynamique locale.

## 4.3. Résultats

Les résultats des analyses SSA et des tests de significativité, comparant les carreaux où s’opèrent les gains d’accessibilité sur la période et un échantillon aléatoire sur la même période, sont présentés dans les tableaux 6, 7, 8 et 9. De manière générale **les quartiers où il y a eu des gains d’accessibilité à la station ou gare la plus proche ont des profils socio-économiques des parties de la vente significativement différents de celle des autres quartiers.**

**Guide d’interprétation des tableaux 6, 7 et 8.** On interprète la part locale, ou résidu, due à la surreprésentation locale de certaines catégories dans la zones de gain d’accessibilité. Une valeur négative indique une diminution d’une catégorie, soit dans les chiffres globaux pour



toute l'Ile-de-France, soit de sa part globale ou locale, entre  $t$  et  $t+1$ . Une valeur positive indique une augmentation de cette catégorie, exprimée soit en valeur brute globale pour l'ensemble de la région, ou dans sa part globale ou locale. On peut regarder ces résultats en se référant à la distribution théorique de ces parts locales et globales, en fonction d'une hypothèse nulle fondée sur un échantillon aléatoire.

Sur la **période la plus récente (2005-2015)** (Tableau 6), celle pendant laquelle les ouvertures de ligne ont été les plus significatives (Figure 10), les gains concernent surtout le nord et le sud de Paris, ainsi que les évolutions liées aux nouveaux tracés de tramways parisiens. De nombreux bus à HNS sont ouverts, à l'ouest, au sud de Paris, et plusieurs lignes de Tram sont prolongées au sud, au nord-ouest, à l'ouest : les gains d'accessibilités touchent donc de nombreuses zones, diverses. Ces gains s'effectuent dans un contexte global de tassement des dynamiques des marchés, en particulier chez les cadres, les professions intermédiaires et les employés, secondairement chez les ouvriers (valeurs négatives dans le Solde Global pour l'ensemble de l'Ile-de-France). Toutefois, dans les zones de gains d'accessibilité, les résidus, ou part locale (Part\_loc), montrent un **effet de concentration, chez les acquéreurs des catégories professions intermédiaires, employés surtout**, dont la part locale ou résidus est positive. Cet effet est très significatif, tant il s'écarte de l'hypothèse nulle testée avec l'échantillon aléatoire (Part\_loc\_rdm, Part locale Random). Cet effet contraste avec une tendance négative pour les cadres, dont les achats sont sous-représentés dans ces zones. Mais il ne s'agit pas non plus d'un évitement des zones de gains d'accessibilité par les cadres : ils y achètent même un peu plus que ne le laisserait supposer la référence à l'échantillon aléatoire. Ces résultats sur les dynamiques d'acquisition confortent l'analyse précédente sur la période 2005-2015: les catégories intermédiaires bénéficient, dans une certaine mesure, des gains d'accessibilité, dans leurs stratégies d'acquisition. Il est intéressant, sur la même période, d'observer les ventes. Certaines catégories vendent massivement dans les zones où l'on observe des gains d'accessibilité. Tel est le cas notamment des retraités (qui réalisent, ce faisant un capital), mais aussi des employés. Pour ces derniers, ces zones de gains d'accessibilité constituent un marché dynamique, d'achat et de vente. Idem pour les professions intermédiaires, qui y vendent moins que ce que l'on pourrait attendre compte-tenu de la tendance globale.

Il est intéressant de comparer ces données les plus récentes à **celles de la période antérieure, 1995-2005** (Tableau 7): les gains d'accessibilité sont modestes, et plus localisés, notamment à l'ouest de Paris (Saint-Germain Grande Ceinture, Noisy-le-Roi, Saint-Ouen l'Aumône), et à l'est à Val d'Europe ; ou bien encore sur la ligne de Tram entre La Défense et Issy-Val-de-Seine, ainsi au nord de Paris entre Bobigny et Noisy-le-Sec. Cette période consiste essentiellement en un contexte de forte inflation et d'accélération du nombre de transactions, pour l'ensemble des catégories et en particulier pour les cadres, professions intermédiaires et employés (à l'achat comme à la vente), et pour les retraités (surtout à la vente). Ce faisant, dans cette période où les dynamiques de marchés sont fortement positives, la référence aux parts locales (résidus), comparée aux résultats de l'échantillon aléatoire, livre des résultats contrastés. Ainsi dans les zones ayant connu des gains d'accessibilité de plus de 10% du temps de parcours sur cette période, **les gains jouent en faveur d'une forte surreprésentation des achats par les professions intermédiaires, et de manière très forte par les ouvriers, secondairement par les employés, et pas du tout pour les cadres, dont la dynamique y est moins fort qu'attendue**. De la même manière, les ventes jouent essentiellement en faveur de soldes locaux fortement favorables aux cadres, aux professions intermédiaires, aux employés, aux retraités. En d'autres termes, sur cette première période, les indices ne montrent pas de relation entre les gains d'accessibilité et une éventuelle gentrification, et ne montrent pas non plus de polarisation croissante du marché des appartements, mais au contraire des achats où sont surreprésentés certaines catégories intermédiaires ou populaires (prof. intermédiaires et ouvriers) pour ce qui relève de l'accession, et une très forte dynamique de ventes pour l'ensemble des catégories.

Prise chacune séparément, ces deux périodes de gains d'accessibilité qui portent sur des zones géographiques différentes et sur des pas de temps relativement courts, livrent donc globalement une analyse qui permet de démontrer que les gains d'accessibilité bénéficient plutôt à des catégories intermédiaires (classes moyennes dans son ensemble, pour ce qui relève de l'emploi salarié).

TABLE 6 – Analyse structure-résidus des dynamiques d'achat et de vente entre 2005 et 2015

CSPLong	Ile-de-France		Part globale		Part locale (résidu)		p.value
	SoldeGlobal	SoldGlob_rdm	Part_Glob	Prt_glob_rdm	Part_locale	Prt_loc_rdm	
<b>Acquéreurs</b>							
Prof Indép.	1110.417	1146.029	1252.668	1866.776	-142.2518	-720.7468	4.64e-25
Cadres CPIS	-33305.969	-54646.628	-32295.616	-50299.031	-1010.3533	-4347.5974	5.15e-12
Prof Interm	-64188.779	-108469.427	-67726.364	-105290.912	3537.5857	-3178.5146	9.53e-36
Employés	-35189.435	-51610.714	-35757.871	-50371.864	568.4362	-1238.8502	6.87e-70
Ouvriers	-18402.800	-23575.382	-18009.946	-23469.051	-392.8535	-106.3309	1.57e-53
Retraités	-1243.243	-4984.720	-1930.562	-3586.175	687.3194	-1398.5449	7.22e-05
Autres	-3160.588	-5739.467	-3425.517	-5561.256	264.9296	-178.2111	1.78e-13
<b>Vendeurs</b>							
Prof Indép.	-4271.325	-3841.094	-2417.756	-3344.396	-1853.5685	-496.6982	6.88e-08
Cadres CPIS	-13555.003	-21165.130	-11318.150	-18692.419	-2236.8532	-2472.7109	2.50e-05
Prof Interm	-39059.039	-63914.531	-38704.941	-62787.875	-354.0979	-1126.6557	2.68e-13
Employés	-21699.796	-34161.775	-21875.797	-33363.809	176.0010	-797.9666	6.97e-30
Ouvriers	-17825.255	-21561.241	-16378.507	-21259.618	-1446.7489	-301.6235	1.46e-26
Retraités	-25726.360	-43635.282	-26324.369	-40772.487	598.0095	-2862.7949	7.76e-26
Autres	-7452.212	-12712.970	-7868.796	-12294.607	416.5838	-418.3627	2.28e-23

*Note:*

Analyse structure-résidus des dynamiques d'achat et de vente entre 2005 et 2012 dans les zones de gains d'accessibilité aux stations entre 2005 et 2015. Données globales (n=38830) comparées à la composante locale de l'évolution des types d'acquéreurs (n=3131), et à un échantillon aléatoire (n=6000). Test de significativité statistique permettant de rejeter l'hypothèse nulle (T-test) alpha=.05

TABLE 7 – Analyse structure-résidus des dynamiques d'achat et de vente entre 1995 et 2005

CSPLong	Ile-de-France		Part globale		Part locale (résidu)		p.value
	SoldeGlobal	SoldGlob_rdm	Part_Glob	Prt_glob_rdm	Part_locale	Prt_loc_rdm	
<b>Acquéreurs</b>							
Prof Indép.	1344.543	1592.124	882.2860	1146.791	462.2568	445.3331	5.02e-15
Cadres CPIS	25140.788	29691.702	24885.6569	26191.198	255.1314	3500.5037	1.51e-17
Prof Interm	23387.366	34160.031	20691.3087	30547.598	2696.0576	3612.4324	1.46e-11
Employés	11400.997	19071.664	9987.1722	16845.702	1413.8244	2225.9620	3.23e-06
Ouvriers	4106.840	4925.281	1957.9323	3567.492	2148.9081	1357.7893	3.22e-09
Retraités	2665.114	4136.999	1920.5892	3122.147	744.5247	1014.8519	7.94e-07
Autres	1157.475	1295.464	785.3465	1048.725	372.1289	246.7382	4.93e-16
<b>Vendeurs</b>							
Prof Indép.	1487.415	2231.029	1719.3427	1966.495	-231.9278	264.5338	3.08e-13
Cadres CPIS	15422.875	15186.853	9535.1456	13347.520	5887.7289	1839.3330	4.55e-19
Prof Interm	15091.139	23755.818	12123.2617	21592.942	2967.8773	2162.8760	1.62e-06
Employés	9335.714	15194.263	7454.1014	13617.215	1881.6130	1577.0476	2.77e-06
Ouvriers	3197.011	5356.294	2773.8835	4896.025	423.1274	460.2688	5.08e-04
Retraités	11830.081	16366.775	8502.3416	13265.119	3327.7392	3101.6564	8.65e-12
Autres	1941.858	1818.070	1048.9900	1286.200	892.8685	531.8692	1.26e-21

*Note:*

Analyse structure-résidus des dynamiques d'achat et de vente entre 1996 et 2005 dans les zones de gains d'accessibilité aux stations entre 1995 et 2005. Données globales (n=38830) comparées à la composante locale de l'évolution des types d'acquéreurs (n=735), et à un échantillon aléatoire (n=1500). Test de significativité statistique permettant de rejeter l'hypothèse nulle (T-test) alpha=.05

TABLE 8 – Analyse structure-résidus des dynamiques d’achat et de vente entre 1995 et 2015

CSPLong	Ile-de-France		Part globale		Part locale (résidu)		p.value
	SoldeGlobal	SoldGlob_rdm	Part_Glob	Prt_glob_rdm	Part_locale	Prt_loc_rdm	
<b>Acquéreurs</b>							
Prof Indép.	7973.1474	6253.7518	5186.2799	6967.3085	2786.8675	-713.5566	1.27e-48
Cadres CPIS	62752.8932	59939.4675	51566.5021	66362.7752	11186.3910	-6423.3077	1.91e-26
Prof Interm	23503.7744	24383.3697	23942.4997	28816.9038	-438.7252	-4433.5342	7.25e-44
Employés	20397.8602	20711.3117	20585.0262	23855.6509	-187.1660	-3144.3392	2.49e-82
Ouvriers	-8441.5206	-7749.8698	-7080.9606	-7349.2528	-1360.5600	-400.6169	2.07e-59
Retraités	7754.0804	8904.0315	7571.6967	10555.7211	182.3836	-1651.6897	4.79e-13
Autres	301.6765	-1487.0839	-801.8337	-1100.8272	1103.5102	-386.2566	3.28e-27
<b>Vendeurs</b>							
Prof Indép.	3539.8776	4625.0952	4781.9785	5102.4258	-1242.1009	-477.3306	6.20e-24
Cadres CPIS	34773.0300	36169.1572	31493.8331	40199.9267	3279.1969	-4030.7695	5.64e-21
Prof Interm	26539.2854	28914.4352	23664.0346	32023.5412	2875.2508	-3109.1059	1.11e-25
Employés	21512.4246	24512.5127	20888.8622	26542.6756	623.5623	-2030.1629	5.32e-38
Ouvriers	-816.0929	-159.0899	146.0410	163.8387	-962.1339	-322.9287	4.71e-33
Retraités	19147.5913	16331.7492	15238.6750	19338.3917	3908.9163	-3006.6425	9.08e-41
Autres	-3967.4370	-6947.5948	-4976.3551	-6340.7738	1008.9181	-606.8211	2.37e-40

*Note:*

Analyse dans les zones de gains d’accessibilité à l’ensemble des stations sur les deux périodes. Données globales (n=38830) comparées à la composante locale de l’évolution des types d’acquéreurs (n=3880), et à un échantillon aléatoire (n=6000). Test de significativité statistique permettant de rejeter l’hypothèse nulle (T-test) alpha=.05

TABLE 9 – Analyse structure-résidus des dynamiques d’achat et de vente entre 2005 et 2012 pour les zones où les gains d’accessibilité 1995-2005

CSPLong	Ile-de-France		Part globale		Part locale (résidu)		p.value
	SoldeGlobal	SoldGlob_rdm	Part_Glob	Prt_glob_rdm	Part_locale	Prt_loc_rdm	
<b>Acquéreurs</b>							
Prof Indép.	798.70742	700.8058	362.6505	434.9809	436.05693	265.82488	1.41e-26
Cadres CPIS	-9313.27460	-10146.7585	-10808.6200	-11884.0282	1495.34541	1737.26970	1.77e-17
Prof Interm	-17967.78274	-23491.9629	-17482.4946	-24843.2420	-485.28816	1351.27914	2.33e-09
Employés	-6381.76257	-11176.2107	-7321.3280	-11881.3784	939.56546	705.16768	1.77e-13
Ouvriers	-3767.43821	-5788.5086	-3860.3622	-5742.0032	92.92395	-46.50541	2.36e-10
Retraités	93.24936	-434.7867	-545.9219	-858.2419	639.17126	423.45521	1.16e-10
Autres	-844.15186	-1103.5223	-1124.8385	-1293.0877	280.68665	189.56535	3.88e-17
<b>Vendeurs</b>							
Prof Indép.	140.53758	-480.5949	-627.5137	-785.4981	768.05124	304.90319	4.44e-18
Cadres CPIS	-1380.85068	-3329.4093	-4017.1732	-4474.5502	2636.32247	1145.14088	6.97e-22
Prof Interm	-7800.40648	-14285.6251	-9333.9424	-14956.9240	1533.53595	671.29886	2.54e-12
Employés	-4715.08069	-7850.1104	-4874.3091	-8062.4574	159.22845	212.34693	2.57e-07
Ouvriers	-2600.66388	-5002.8378	-3003.1315	-5077.2080	402.46760	74.37020	1.31e-13
Retraités	-5366.51446	-8672.9598	-6845.3639	-9671.1443	1478.84942	998.18450	3.08e-19
Autres	-2807.77357	-2838.2719	-2668.9329	-2872.1811	-138.84066	33.90921	6.12e-20

*Note:*

Analyse structure-résidus des dynamiques d’achat et de vente entre 2005 et 2015 dans les zones de gains d’accessibilité aux stations. Données globales (n=38830) comparées à la composante locale de l’évolution des types d’acquéreurs (n=735), et à un échantillon aléatoire (n=1500). Test de significativité statistique permettant de rejeter l’hypothèse nulle (T-test) alpha=.05

Il est néanmoins intéressant d’observer l’effet de ces gains d’accessibilité sur un temps plus long, en associant **les deux périodes 1996-2015**, afin d’interroger les dynamiques à long terme, sur 20 ans, dans ces quartiers qui ont à un moment donné été touchés par des gains d’accessibilité (Tableau 8). Dans un marché dont les soldes sont, sur le temps long, positifs pour la plupart des catégories à l’exception des ouvriers, on note ici clairement la dynamique d’exclusion des transactions, à tous les niveaux, globaux et locaux, tant à l’achat qu’à la vente. Globalement, les lieux qui ont connu à un moment donné des gains d’accessibilité sur cette période de deux décennies, enregistrent plutôt, dans l’ensemble, une logique générale d’augmentation des transactions en faveur des cadres (avec un effet très fort), et de solde négatifs (résidus locaux) des transactions en faveur des ouvriers, employés, professions intermédiaires, ceux-ci ayant plutôt tendance à vendre plus qu’ils n’achètent. Il est fort probable que ces résultats montrent un effet **de décalage important dans le temps des effets des gains d’accessibilité**, en faveur d’une puissante dynamique en faveur des cadres (donc de gentrification). En effet, alors qu’à court terme on note des bénéfices des gains d’accessibilité associés à une dynamique d’acquisition des professions intermédiaires et employés (sur 1995-2005 et 2005-2015 pris séparément), on note que sur le long terme, ces zones de gains d’accessibilité sont associées à des soldes locaux extrêmement favorables aux cadres et professions intellectuelles supérieures. Le dernier tableau de la série précise cette interprétation, et valide cette hypothèse (Tableau 9) : les zones qui ont connu des gains d’accessibilité entre 1995 et 2005 connaissant, sur la période suivante, une dynamique particulière, où la part locale des acquisitions se traduit par une surreprésentation des cadres et des indépendants, sans totalement exclure les autres catégories, à l’exception des professions intermédiaires dont le solde local est négatif. Ce sont donc des zones plus dynamiques, où les soldes locaux 2005-2015 des acheteurs, pour l’ensemble des catégories, sont plus forts qu’ailleurs, mais qui correspondent à des trajectoires nettes de gentrification, en faveur des cadres et des indépendants, sans quelle celle-ci soit exclusive.

## Conclusion

L’enjeu principal de ce volet de l’étude commandée par la SGP, dans la perspective des mutations urbaines liées à la densification des quartiers de gare du Grand Paris Express, était d’analyser l’évolution des marchés immobiliers, dans le cadre d’une amélioration de la desserte en transport et de l’accessibilité. Les principaux résultats sont à lire à la lumière d’une abondante littérature internationale sur les effets des gains d’accessibilité et les impacts des *Transit Oriented Developments*. De ce point de vue, l’étude est originale de deux points de vue, par rapport à la littérature disponible.

- D’une part, la discussion sur les différentes mesures de l’accessibilité aboutit à livrer une mesure des gains d’accessibilité locale aux stations et gares de transport en commun, dans un carroyage de 200m de côté. Ces gains d’accessibilité sont estimés en fonction de deux périodes pour lesquelles les mutations des équipements de transport ont été importantes : entre 1995 et 2005 d’une part, entre 2005 et 2015 d’autre part. Les temps d’accès à la station la plus proche est estimé à pied s’il est inférieur à 20 mn, ou en voiture au-delà de ce seuil.
- D’autre part, notre analyse vise à qualifier le changement socio-économique à échelle fine, en observant conjointement les dynamiques d’amélioration de l’accessibilité aux infrastructures de transport, et les dynamiques des marchés immobiliers permettant d’observer certains vecteurs du changement social. L’avantage des données immobilières est qu’elles permettent d’observer les mutations de l’attractivité ou de la répulsivité d’un territoire pour des acheteurs individuels, en fonction de leur catégorie socio-professionnelle, et d’estimer sur des pas de temps relativement courts les flux de départ et d’arrivée de chacune de ces catégories (soldes acquéreurs-vendeurs), que l’on propose d’identifier dans les régimes de transaction.

Ce travail livre donc des analyses qui portent sur trois questions principales. **Les principales évolutions de l’accessibilité dans la métropole francilienne sont caractérisées**, selon différentes mesures, globales et locales, entre 1995 et 2015, et estimées pour certaines d’entre elles pour 2050. Dans un contexte des gains d’accessibilité locale liés à l’amélioration des réseaux de RER, Tram, et bus à hauts niveaux de service, en particulier en petite couronne, le long du périphérique parisien, et sur des bouts de ligne de grande banlieue, notre approche sur les données des transactions immobilières permet d’analyser les dynamiques des marchés immobiliers, et en particulier les régimes de transaction (couples acquéreurs-vendeurs, qui vend à qui ?), en décrivant le changement social à l’oeuvre dans les dynamiques de marché. Globalement, **les dynamiques socio-économiques analysées dans les zones où des gains d’accessibilité** sont dans l’ensemble convergentes avec les tendances générales. Néanmoins, en

comparaison des profils moyens, l'examen des profils des quartiers dans lesquels des gains d'accessibilité ont été enregistrés livre un paysage beaucoup plus dynamique, pour certaines catégories (en particulier les cadres, les professions intermédiaires). On observe des séries de mutation des profils, avec en particulier une présence de transitions vers une montée en puissance des cadres et professions intellectuelles supérieures dans les transactions, mais aussi de manière générale vers des profils d'accession de catégories telles que professions intermédiaires, employés et ouvriers. On y lit, évidemment, des logiques qui pourraient s'apparenter à de la gentrification, avec une augmentation relative des profils montrant la surreprésentation de cadres et d'indépendants. En d'autres termes, les zones ayant connu des gains d'accessibilité sont plus diverses que les profils généralement observés par ailleurs, et ces évolutions d'accessibilité bénéficient également aux professions intermédiaires, employés, et de manière plus ponctuelle aux ouvriers. Enfin, l'analyse de la relation entre accessibilité et changement social par le biais d'une méthode structure-résidus (*shift-share analysis, SSA*), permet d'isoler des effets locaux des effets globaux, sur les deux périodes 1995-2005, et 2005-2015. Prise chacune séparément, ces deux périodes de gains d'accessibilité qui portent sur des zones géographiques différentes et sur des pas de temps relativement courts, permettent de montrer que les **gains d'accessibilité bénéficient plutôt à des catégories intermédiaires, en particulier professions intermédiaires, employés, dans une structure globale des échanges où les cadres sont partout très présents**. Mais ces résultats sont à nuancer. Si les gains d'accessibilité bénéficient plutôt aux catégories intermédiaires sur des pas de temps courts, on met en évidence néanmoins que sur une période de 20 années, des trajectoires locales qui bénéficient plutôt aux cadres et indépendants apparaissent nettement dans les zones qui ont eu des gains d'accessibilité sur la première période.

## Références

- Appert, M. 1999. « Pour une intégration de la congestion dans l'évaluation spatio-temporelle d'un réseau routier régional : le cas de l'estuaire de la Tamise (maîtrise de géographie). » Université Montpellier 3.
- Arceus, F. J. 1984. « An Extension of Shift-Share Analysis ». *Growth and Change* 15 (1): 3-8. <https://doi.org/10.1111/j.1468-2257.1984.tb00719.x>.
- Atkinson-Palombo, C. 2010. « Comparing the Capitalisation Benefits of Light-rail Transit and Overlay Zoning for Single-family Houses and Condos by Neighbourhood Type in Metropolitan Phoenix, Arizona ». *Urban Studies* 47 (11): 2409-26. <https://doi.org/10.1177/0042098009357963>.
- Baker, D. M., et B. Lee. 2017. « How Does Light Rail Transit (LRT) Impact Gentrification? Evidence from Fourteen US Urbanized Areas ». *Journal of Planning Education and Research* 39 (1): 35-49. <https://doi.org/10.1177/0739456X17713619>.
- Bardaka, E., M. S. Delgado, et R. J. G. M. Florax. 2018. « Causal identification of transit-induced gentrification and spatial spillover effects: The case of the Denver light rail ». *Journal of Transport Geography* 71: 15-31. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2018.06.025>.
- Bavoux, J.-J., F. Beaucire, L. Chapelon, et P. Zembri. 2005. *Géographie des transports*, Paris: Armand Colin, Collection U.
- Belhedi, A. 2005. « La dynamique économique régionale en Tunisie. Analyse structurelle-résiduelle ». *Cybergeo : European Journal of Geography Systèmes, Modélisation, Géostatistiques* (310). <https://doi.org/10.4000/cybergeo.3376>.
- Billard, G. 2009. « Gouverner, aménager, habiter les métropoles des (ex) nouveaux mondes anglo-saxons (Etats-Unis, Australie, Canada) ». Habilitation à diriger les recherches, Université de Rouen. <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00839939>.
- Bonnet, J. 1997. « Les fortunes diverses du développement régional ». *Economie et Statistique*, 43-58. [https://www.persee.fr/doc/estat\\_0336-1454\\_1997\\_num\\_307\\_1\\_2580](https://www.persee.fr/doc/estat_0336-1454_1997_num_307_1_2580).
- Boulay, G., M. Guerois, et R. Le Goix. 2011. « Acquéreurs et vendeurs dans l'inflation immobilière : une analyse des trajectoires locales à Paris et Marseille (1996-2006). » In *Données Urbaines*, édité par D. Pumain et M.-F. Mattei, 6:167-79. Paris: Anthropos / Economica. [http://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-00643569/PDF/ArticleDU6\\_boulaygueroislegoix.pdf](http://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-00643569/PDF/ArticleDU6_boulaygueroislegoix.pdf).
- Bretagnolle, A. 2003. « Vitesse et processus de sélection hiérarchique dans le système des villes françaises. » In *Données urbaines, tome 4*, édité par D. Pumain et M.-F. Mattei, 4:309-23. Paris: Anthropos, Economica.

- . 2009. « Villes et réseaux de transport. Des interactions dans la longue durée (France, Europe, Etats-Unis). » Thèse de doctorat, Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne.
- Bretagnolle, A., T. Giraud, et N. Verdier. 2010. « Modéliser l'efficacité d'un réseau : le cas des routes de poste en France (1632, 1833). », n°2, pp. . » *L'Espace Géographique* 39 (2): 117-31. <https://doi.org/10.3917/eg.392.0117>.
- Cattan, N., et C. Grasland. 1997. « Les différentiels d'accessibilité des villes moyennes en France. »
- Chatman, D. G., N. K. Tulach, et K. Kim. 2011. « Evaluating the Economic Impacts of Light Rail by Measuring Home Appreciation: A First Look at New Jersey's River Line ». *Urban Studies* 49 (3): 467-87. <https://doi.org/10.1177/0042098011404933>.
- Clerval, A. 2016. *Paris sans le peuple*. Paris: La Découverte.
- Commenges, H. 2014. « La mobilité comme variabilité temporelle de la présence spatiale ». *Flux* 1 (95): 41-55. <https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-01021581>.
- Commenges, H., T. Giraud, et J. Boulier. 2015. « SpatialPosition ». CRAN. <https://cran.r-project.org/web/packages/SpatialPosition/index.html>.
- Commenges, H., T. Giraud, et N. Lambert. 2016. « ESPON FIT: Functional Indicators for Spatial-Aware Policy-Making ». *Cartographica: The International Journal for Geographic Information and Geovisualization* 51 (3): 127-36.
- Costes, B. 2016. « Vers la construction d'un référentiel géographique ancien. Un modèle de graphe agrégé pour intégrer, qualifier et analyser des réseaux géohistoriques. » Thèse de doctorat, Université Paris Est.
- Daniels, R., et C. Mulley. 2013. « Explaining walking distance to public transport The dominance of public transport supply ». *Journal of Transport and Land Use* 6 (2): 5-20. <http://www.jstor.org/stable/26202654>.
- Danko, J. J., et D. M. Hanink. 2017. « Evaluating the local socio-economic impact of redevelopments using shift-share analysis: a case study of destination redevelopments in Las Vegas (1990–2010) ». *Journal of Urban Design*, 1-23. <https://doi.org/10.1080/13574809.2017.1281733>.
- Danyluk, M., et D. Ley. 2007. « Modalities of the New Middle Class: Ideology and Behaviour in the Journey to Work from Gentrified Neighbourhoods in Canada ». *Urban Studies* 44 (11): 2195-2210. <https://doi.org/10.1080/00420980701520277>.
- Delmelle, E. C. 2015. « Five decades of neighborhood classifications and their transitions: A comparison of four US cities, 1970–2010 ». *Applied Geography* 57 (February 2015): 1-11. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/j.apgeog.2014.12.002>.
- Dong, H. 2017. « Rail-transit-induced gentrification and the affordability paradox of TOD ». *Journal of Transport Geography* 63: 1-10. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2017.07.001>.
- Duncan, M. 2010. « The Impact of Transit-oriented Development on Housing Prices in San Diego, CA ». *Urban Studies* 48 (1): 101-27. <https://doi.org/10.1177/0042098009359958>.
- Dupuy, G. 1985. *Systèmes, réseaux et territoires*. Paris: Presses de l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées.
- Duranton, G., et M. Turner. 2012. « Urban growth and transportation. » *The Review of Economic Studies* 79 (4): 1407-40.
- Eea, European Environment Agency -. 2014. « CLC2006 version 16, JRC's 2001 Population density grid ». <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/urban-morphological-zones-2006-1#tab-metadata>.
- Faburel, G., et I. Maleyre. 2007. « Le bruit des avions comme facteur de dépréciations immobilières, de polarisation sociale et d'inégalités environnementales. Le cas d'Orly. » *Développement durable et territoire* Dossier 9 : Inégalités écologiques, inégalités sociales (9). <http://developpementdurable.revues.org/document2775.html>.
- Fan, Y., et A. Guthrie. 2012. « Winners or Losers: Resident Perceptions of Transit-Induced Neighborhood Change ». *Transportation Research Record* 2276 (1): 89-100. <https://doi.org/10.3141/2276-11>.
- Fleury, A., J.-C. François, H. Mathian, A. Ribardière, et T. Saint-Julien. 2012. « Les inégalités socio-spatiales progressent-elles en Île-de-France ? » *Métropolitiques*. <http://www.metropolitiques.eu/Les-inegalites-socio-spatiales.html>.



- Francois, J.-C., H. Mathian, A. Ribardière, et T. Saint-Julien. 2007. « Riches et pauvres en Ile-de-France : formes et sens des voisinages ». In *La métropole parisienne. Centralit s, inégalités, proximit s*,  dit  par T. Saint-Julien et R. Le Goix, 113-37. Paris: Belin (Mappemonde).
- Franklin, R., et D. A. Plane. 2004. « A Shift-Share Method for the Analysis of Regional Fertility Change: An Application to the Decline in Childbearing in Italy, 1952–1991 ». *Geographical Analysis* 36 (1): 1-20. <https://doi.org/10.1111/j.1538-4632.2004.tb01120.x>.
- Franklin, R. S. 2014. « An Examination of the Geography of Population Composition and Change in the United States, 2000–2010: Insights from Geographical Indices and a Shift–Share Analysis ». *Population, Space and Place* 20 (1): 18-36. <https://doi.org/10.1002/psp.1744>.
- Gabadinho, A., G. Ritschard, N. S. M ller, et M. Studer. 2011. « Analyzing and visualizing state sequences in R with TraMineR ». *Journal of Statistical Software* 40 (4): 1-37.
- Garcia-López, M.-A., E. Viladecans-Marsal, et C. H met. 2015. « How does transportation shape intrametropolitan growth? An answer from the regional express rail. ». *Journal of Geographical Research* 122 (1): 1-15. <https://doi.org/10.1002/geog.1221>.
- Grasland, C. 2009. « Spatial analysis of social facts. A tentative theoretical framework derived from toblor’s first law of geography and blau’s multilevel structural theory of society ». In *Handbook of Quantitative Geography*,  dit  par F. Bavaud et C. Mager, 46 p. University of Lausanne. <http://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-00410669/>.
- Grasland, C., H. Mathian, et J.-M. Vincent. 2000. « Multiscalar Analysis and map generalisation of discrete social phenomena: Statistical problems and political consequences ». *Statistical Journal of the United Nations ECE* 2000 (17): 1-32.
- Guérois, M., et R. Le Goix. 2009. « La dynamique spatio-temporelle des prix immobiliers à différentes échelles : le cas des appartements anciens à Paris (1990-2003) ». *Cybergeo : European Journal of Geography* 470: 25 p. <https://doi.org/10.4000/cybergeo.22644>.
- Halbert, L. 2013. « Les acteurs des marchés financiers font-ils la ville ? Vers un agenda de recherche ». *EspacesTemps.net* 2013 (Juillet).
- Hansen, W. G. 1959. « How Accessibility Shapes Land Use ». *Journal of the American Institute of Planners* 25 (2): 73-76. <https://doi.org/10.1080/01944365908978307>.
- Haynes, K. E., et M. Dinc. 1997. « Productivity Change in Manufacturing Regions: A Multifactor/Shift-Share Approach ». *Growth and Change* 28 (2): 201-21. <https://doi.org/10.1111/j.1468-2257.1997.tb00770.x>.
- Immergluck, D. 2009. « Large Redevelopment Initiatives, Housing Values and Gentrification: The Case of the Atlanta Beltline ». *Urban Studies* 46 (8): 1723-45. <https://doi.org/10.1177/0042098009105500>.
- Kahn, M. E. 2007. « Gentrification Trends in New Transit-Oriented Communities: Evidence from 14 Cities That Expanded and Built Rail Transit Systems ». *Real Estate Economics* 35 (2): 155-82. <https://doi.org/10.1111/j.1540-6229.2007.00186.x>.
- Kitchen, P., et A. Williams. 2009. « Measuring Neighborhood Social Change in Saskatoon, Canada: A Geographic Analysis ». *Urban Geography* 30 (3): 261-88. <https://doi.org/10.2747/0272-3638.30.3.261>.
- Le Corre, T. 2019. « Paris à tous prix : l’analyse des recompositions socio-spatiales par les marchés métropolitains du logement en  le-de-France (1996-2012). » Thèse de doctorat, Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne.
- Le Goix, R. 2016a. « Du manteau d’Arlequin au Rubick’s Cube: Analyser les multiples dimensions de trente années d’évolutions socio-économiques des quartiers en Californie du Sud. » *Géoconfluences*. <http://geoconfluences.ens-lyon.fr/informations-scientifiques/dossiers-regionaux/etats-unis-espaces-de-la-puissance-espaces-en-crisis/articles-scientifiques/du-manteau-d-arlequin-au-rubik-s-cube>.
- . 2016b. *Sur le front de la métropole. Une géographie suburbaine de Los Angeles*. Paris: Publications de la Sorbonne.
- Le Goix, R., T. Giraud, R. Cura, T. Le Corre, et J. Migozzi. 2019. « Who sells to whom in the suburbs? Home price inflation and the dynamics of sellers and buyers in the metropolitan region of Paris, 1996-2012 ». *PLoS ONE* 14 (3): e0213169. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0213169>.

- Le Goix, R., et E. Vesselinov. 2013. « Gated Communities and House Prices: Suburban Change in Southern California, 1980–2008 ». *International Journal of Urban and Regional Research* 37 (6): 2129-51. <https://doi.org/10.1111/j.1468-2427.2012.01139.x>.
- Lin, J.-J., et J.-C. Chung. 2017. « Metro-induced gentrification: A 17-year experience in Taipei ». *Cities* 67: 53-62. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.cities.2017.04.019>.
- Mayer, T., et C. Trevien. 2017. « The impact of urban public transportation evidence from the Paris region ». *Journal of Urban Economics* 102 (C): 1-21. <https://EconPapers.repec.org/RePEc:eee:juecon:v:102:y:2017:i:c:p:1-21>.
- Mikelbank, B. 2011. « Neighborhood Déjà Vu: Classification in Metropolitan Cleveland, 1970-2000 ». *Urban Geography* 32 (3): 317-33. <https://doi.org/10.2747/0272-3638.32.3.317>.
- Mikelbank, B. A. 2004. « A typology of U.S. suburban places ». *Housing Policy Debate* 15 (4): 935-64. <https://doi.org/10.1080/10511482.2004.9521527>.
- Moore, R. D. 2015. « Gentrification and displacement: The impacts of mass transit in Bangkok ». *Urban Policy and Research* 33 (4): 472-89. <https://doi.org/10.1080/08111146.2015.1028615>.
- Orford, S. 2002. « Valuing Locational Externalities: a GIS and Multilevel Modelling Approach ». *Environment and Planning B: Planning and Design* 29 (1): 105-27.
- Padeiro, M., A. Louro, et N. M. Da Costa. 2019. « Transit-oriented development and gentrification: a systematic review ». *Transport Reviews* 39 (6): 733-54. <https://doi.org/10.1080/01441647.2019.1649316>.
- Paulus, F. 2004. « Coévolution dans les systèmes de villes : croissance et spécialisation des aires urbaines françaises de 1950 à 2000 ». Thèse de doctorat, Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne. <http://tel.ccsd.cnrs.fr/tel-00008053/en/>.
- Paulus, F., et C. Vacchiani-Marcuzzo. 2012. « Innovative activities and economic trajectories of cities (France, USA) ». In *American Association of Geographers Annual Meeting - AAGs 2012*.
- Pecout, H., C. Grasland, M. Guérois, R. Le Goix, M. Madelin, F. Nussbaum, et J.-F. Valette. 2018. « Information territoriale locale et analyse comparative des dynamiques métropolitaines : le projet Grandes métropoles. » In *Actes du colloque "En quête de territoire(s)",* édité par Cist. Paris: Karthala (collection du CIST). <https://cist2016.sciencesconf.org/77346>.
- Pendall, R., J. Gainsborough, K. Lowe, et M. Nguyen. 2012. « Bringing Equity to Transit-Oriented Development: Stations, Systems, and Regional Resilience ». In *Urban and Regional Policy and Its Effects: Building Resilient Regions,* édité par M. Weir, N. Pindus, H. Wial, et H. Wolman, 4:148-92. Washington, DC: Brookings Institution Press. [https://www.researchgate.net/publication/265068230\\_Bringing\\_Equity\\_to\\_Transit-Oriented\\_Development\\_Stations\\_Systems\\_and\\_Regional\\_Resilience](https://www.researchgate.net/publication/265068230_Bringing_Equity_to_Transit-Oriented_Development_Stations_Systems_and_Regional_Resilience).
- Pini, G. 1984. « Géographie des transports ». In *Les concepts de la géographie humaine,* édité par A. Bailly. Paris: Armand Colin, Collection U.
- Plumejeaud, C., J.-M. Vincent, C. Grasland, S. Bimonte, H. Mathian, S. Guelton, J. Boulrier, et J. Gensel. 2008. « HyperSmooth: A System for Interactive Spatial Analysis Via Potential Maps ». In *Web and Wireless Geographical Information Systems: 8th International Symposium, W2GIS 2008, Shanghai, China, December 11-12, 2008. Proceedings,* édité par M. Bertolotto, C. Ray, et X. Li, 4-16. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. [https://doi.org/10.1007/978-3-540-89903-7\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-540-89903-7_2).
- Préteceille, E. 2006. « La ségrégation sociale a-t-elle augmenté ? La métropole parisienne entre polarisation et mixité ». *Sociétés contemporaines* 62 (2): 93. <https://doi.org/10.3917/soco.062.0069>.
- . 2016. « Segregation, Social Mix and Public Policies in Paris ». In *Residential segregation in comparative perspective making sense of contextual diversity,* édité par T. Maloutas et K. Fujita, 153-77. Cities and society series. London, New York: Routledge.
- Rayle, L. 2015. « Investigating the Connection Between Transit-Oriented Development and Displacement: Four Hypotheses ». *Housing Policy Debate* 25 (3): 531-48. <https://doi.org/10.1080/10511482.2014.951674>.
- Reibel, M. 2011. « Classification Approaches in Neighborhood Research: Introduction and Review ». *Urban Geography* 32 (3): 305-16. <https://doi.org/10.2747/0272-3638.32.3.305>.

- Reibel, M., et M. Regelson. 2011. « Neighborhood Racial and Ethnic Change: The Time Dimension in Segregation ». *Urban Geography* 32 (3): 360-82. <https://doi.org/10.2747/0272-3638.32.3.360>.
- Ribardière, A. 2016. « Richesse et pauvreté dans les communes populaires franciliennes : les politiques du logement changent-elles la donne ? » *L'Espace géographique* 45 (1/2016): 61-78.
- Rigby, D., et W. Anderson. 1993. « Employment Change, Growth and Productivity in Canadian Manufacturing: an Extension and Application of Shift-Share Analysis ». *Canadian Journal of Regional Science* XVI:8 (Spring/Printemps 1993): 69-88.
- Saint-Julien, T., et R. Le Goix. 2007. *La métropole parisienne. Centralités, inégalités, proximités*. Paris: Belin (coll. Mappemonde).
- Shimbel, A. 1953. « Structural parameters of communication networks ». *Bull. of Math. Biophysics* XV: 501-7.
- Stewart, J. Q. 1942. « A Measure of the Influence of a Population at a Distance ». *Sociometry* 5 (1): 63-71. <https://doi.org/10.2307/2784954>.
- Stewart, J. Q., et W. Warntz. 1968. « Physics of population distribution ». *Journal of Regional Science* 1: 99-123.
- Tobler, W. R. 1970. « A computer Movie Simulating Urban Growth in the Detroit Region ». *Economic Geography* 46 (Supplement: Proceedings. IGU Commission on Quantitative Geography): 234-40.
- Van Soest, D., M. R. Tight, et C. D. F. Rogers. 2019. « Exploring the distances people walk to access public transport ». *Transport Reviews*, 1-23. <https://doi.org/10.1080/01441647.2019.1575491>.
- Wachs, M., et T. G. Kumagai. 1973. « Physical accessibility as a social indicator ». *Socio-Economic Planning Sciences* 7 (5): 437-56. <https://EconPapers.repec.org/RePEc:eee:soceps:v:7:y:1973:i:5:p:437-456>.
- Wang, K., et D. Immergluck. 2014. « Targeted Smart Growth Planning Initiatives In The Suburbs: Effects On Home Values ». *Journal of Urban Affairs*, 1-26.
- Weinstein Agrawal, A., M. Schlossberg, et K. Irvin. 2008. « How Far, by Which Route and Why? A Spatial Analysis of Pedestrian Preference ». *Journal of Urban Design* 13 (1): 81-98. <https://doi.org/10.1080/13574800701804074>.
- Xiao, Y., C. Webster, et S. Orford. 2016. « Can street segments indexed for accessibility form the basis for housing submarket delineation? » *Housing Studies*, 1-23. <https://doi.org/10.1080/02673037.2016.1150433>.
- Zahavi, Y. 1974. « Travel time budget and mobility in urban areas. »
- Zolnik, E. 2019. « A longitudinal analysis of the effect of public rail infrastructure on proximate residential property transactions ». *Urban Studies*, 0042098019836564. <https://doi.org/10.1177/0042098019836564>.