

UNIVERSITE DE BOURGOGNE
UFR DROIT, SCIENCES ECONOMIQUE ET POLITIQUE

THÈSE
Pour obtenir le grade de
Docteur de l'Université de Bourgogne
Discipline : Sciences Économiques

par
Marion GIRARD

Thèse soutenue publiquement le 15 novembre 2016

Densités urbaines et analyse économique des choix résidentiels

Directeur de thèse
Catherine BAUMONT

Membres du jury

Catherine BAUMONT	Professeur à l'Université de Bourgogne (Directeur)
Olivier BOUBA-OLGA	Professeur à l'Université de Poitiers (Rapporteur)
David GIBAND	Professeur à l'Université de Perpignan
Rachel GUILLAIN	Professeur à l'Université de Bourgogne
Emmanuel RAOUL	Secrétaire Permanent du PUCA
Richard SHEARMUR	Professeur à l'Université McGill de Montréal (Rapporteur)

région **BOURGOGNE**
FRANCHE-COMTÉ



Cette thèse a bénéficié du soutien de la Région Bourgogne Franche-Comté et du Fonds Européen de Développement Économique Régional (FEDER) dans le cadre du dispositif d'allocation de thèse « Jeunes Chercheurs Entrepreneurs ».

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

*A ma mère, mon père, mes sœurs, Patrick,
à ma famille.*

" La théorie, c'est quand on sait tout et que rien ne fonctionne.
La pratique, c'est quand tout fonctionne et que personne ne sait pourquoi.
Ici, nous avons réuni théorie et pratique :
Rien ne fonctionne... et personne ne sait pourquoi ! "

Albert Einstein

Remerciements

Je tiens en premier lieu à adresser mes plus sincères remerciements à ma directrice de thèse, Madame Catherine Baumont, pour la confiance qu'elle m'a témoignée en acceptant de m'encadrer durant ces quatre années de doctorat. Je la remercie pour ses conseils, sa disponibilité, son soutien et également pour m'avoir permis de prendre part à de nombreux projets scientifiques, expériences très enrichissantes pour découvrir le milieu de la recherche universitaire.

Je tiens également à remercier Monsieur Richard Shearmur et Monsieur Olivier Bouba-Olga pour avoir accepté d'évaluer mon travail de thèse. Leurs remarques et conseils sont autant de perspectives de recherche pour mes travaux futurs. Je tiens également à adresser toute ma gratitude aux membres du jury, Madame Rachel Guillain, Monsieur David Giband et Monsieur Emmanuel Raoul, pour l'intérêt qu'ils ont bien voulu porter à mes travaux.

Je remercie également la Région Bourgogne Franche-Comté et le FEDER pour m'avoir accordé une allocation doctorale « Jeunes Chercheurs Entrepreneurs » durant trois ans, ainsi que mon parrain, l'ADEME Bourgogne. Toute ma gratitude va également au Grand Dijon et plus particulièrement à Monsieur Guillaume Fenice, directeur du service SIG au Grand Dijon. Sans cette collaboration, je n'aurais pu accéder à certaines données qui se sont révélées essentielles pour mes travaux.

Je tiens à remercier le Laboratoire d'Économie de Dijon pour m'avoir permis d'assister et de participer à des colloques, conférences ou écoles d'été. Ces moments ont été très formateurs pour moi, ils m'ont permis de présenter et confronter mes recherches à des regards critiques et enrichissants.

Je ne saurais oublier les moments de discussion avec mes « collègues experts » qui ont guidé mes travaux. Camille, Siley, Luc, merci de votre aide et de vos conseils, de votre porte toujours ouverte à la MSH. J'en profite d'ailleurs pour remercier la MSH de Dijon, pour le soutien dont j'ai bénéficié tout au long de ma thèse, qu'il ait été d'ordre administratif ou technique. Je remercie plus particulièrement le pôle géomatique de la MSH ainsi que Francis Aubert, pour ses conseils lorsque je débute tout juste ma thèse.

Je remercie très chaleureusement mes « collègues » de labo, qui en ont fait un lieu de convivialité et d'amitié : merci à Aligui, Emmanuelle, Laure, Amaury, Cyrinus, Camille, Yris, Pape, Florian, Anne-Laure, Denis, Sarah, Elodie, Pierre. Une petite pensée également pour mes collègues du Master AE et nos « sorties poney » ! Merci à mes chers amis géographes : Luc, Guillaume et Christophe. Et surtout merci à mon cher Justin, ça a été un plaisir de travailler avec toi durant le Master AE, on forme vraiment une belle équipe !

Mes pensées vont également à Mélanie, Thomas, Lucile, Henri et Camille, dont la présence m'a souvent permis de « déconnecter », merci les copains !

Merci à mes compagnons de thèse, mes compagnons de route, mes compagnons de vie, toujours là, sans relâche depuis de nombreuses années. Elfie, Nicolas, Fanny, Alex, Micka, Ericka, Aurélie, Siley, Benjamin, votre présence et vos mots m'ont porté toutes ces années, avant et pendant la thèse. Et ils me porteront encore longtemps, je n'en doute pas un seul instant. Merci de votre patience, de votre présence, pour tous ces moments de réconfort, au bureau ou au fond d'un bar, quand le brouillard dijonnais perdurait.

Enfin, merci à ma famille, à mes grands-parents, à Colette et Vincent. Merci à Matthieu, pour son soutien et sa patience durant les derniers mois. Merci surtout pour ta présence si réconfortante. Merci à ma mère, mon père, mes sœurs, Camille et Justine, et Patrick, sans qui je n'en serais pas là aujourd'hui, sans qui je ne serais pas moi. Merci de m'avoir permis d'aller jusque-là, de m'avoir fait confiance, d'être toujours là pour moi ; vous êtes mon refuge.

Sommaire

Introduction Générale	15
Chapitre 1 : Émergence et débats autour de la Ville Dense et Compacte	21
Introduction du Chapitre 1	23
I. Éléments de définition et de contexte de la Ville Étendue et de la Ville Compacte	24
1. La Ville Étendue, processus spatial et état de l'espace	24
2. Densité et compacité, attributs de la Ville Durable	34
II. L'étalement urbain expliqué par l'Économie Urbaine	41
1. Les théories de l'évolution naturelle de la ville vers la Ville Étendue	41
2. Les préférences et stratégies des ménages comme déterminants de la localisation résidentielle périurbaine	48
III. La Ville Compacte, réponse partielle à la Ville Étendue	55
1. Ville Compacte et enjeux environnementaux	56
2. Qualité de vie et interactions sociales dans la Ville Compacte	63
Conclusion du Chapitre 1	68
Chapitre 2 : Analyse et traitement de la densité dans les théories d'Economie Urbaine	69
Introduction du Chapitre 2	71
I. La densité dans les modèles théoriques d'Economie Urbaine	73
1. La rente urbaine révélatrice des densités dans le modèle standard urbain	74
2. Les attributs spatiaux comme déterminants des choix de localisation	89
3. La densité comme attribut déterminant des choix de localisation	102
II. Estimation de la fonction de densité et validations empiriques	106
1. La forme exponentielle négative et ses développements : la densité comme fonction de la distance au(x) centre(s)	107
2. Etude de la décroissance et de la discontinuité de la fonction de densité au travers de l'espace urbain	119
Conclusion du Chapitre 2	124
Chapitre 3 : Analyse et traitement des densités urbaines, le cas de l'agglomération dijonnaise	127
Introduction du Chapitre 3	129
I. L'agglomération du Grand Dijon comme terrain d'étude	130
1. Choix de l'échelle intercommunale et description du territoire d'étude	130

2. Identification des pôles d'emploi de l'agglomération.....	133
3. Localisation des aménités au sein du Grand Dijon	137
II. Données mobilisées et questionnements méthodologi-ques	140
1. Données mobilisées pour l'étude	141
2. Echelle d'étude et prise en compte de l'hétérogénéité du découpage spatial	141
3. Densité brute versus densité nette : quel indicateur de concentration urbaine choisir ? 147	
III. Densités urbaines et choix de localisation au sein de l'agglomération dijonnaise.....	156
Conclusion du Chapitre 3	167
Chapitre 4 : La valorisation de la densité par les individus, une approche par la méthode d'évaluation hédonique.....169	
Introduction du Chapitre 4.....	171
I. Caractéristiques et traitement des données immobi-lières.....	172
1. Le logement, un bien spécifique.....	172
2. Implications méthodologiques des données immobilières : phénomènes d'autocorrélation et d'hétérogénéité spatiale et processus endogène du choix résidentiel...	173
3. Outils et traitement des données spatiales	176
II. Choix et construction des variables du modèle hédonique	184
1. Les variables du modèle hédonique	186
2. Gestion des données PERVAL et choix de la forme fonctionnelle du modèle.....	197
III. Stratégie de modélisation et résultats	201
1. Estimation des prix implicites du logement par la méthode des MCO.....	202
2. Présence d'autocorrélation spatiale et choix de la matrice de pondération spatiale	205
3. Spécification du modèle spatial et résultats.....	207
4. Hétérogénéité spatiale de la valorisation de la densité	213
5. Analyse exploratoire de la relation cycles urbains / cycles sociaux.....	220
Conclusion du Chapitre 4	224
Conclusion Générale.....	227
Bibliographie	233
Table des Matières.....	249
Table des Figures.....	253

Table des Tableaux.....	255
Annexes de la thèse.....	257
Abstract.....	293
Résumé.....	295

Introduction Générale

Depuis les années 1990 et la prise en compte des enjeux de réchauffement climatique et d'épuisement des ressources énergétiques, les formes urbaines sont les phénomènes qui symbolisent à la fois les problèmes et les solutions relatifs à ces enjeux. Comme l'illustrent les travaux de Newman et Kenworthy (1989), les villes nord-américaines étalées et peu denses, sont fortement consommatrices d'énergie (de 45 à 75 gigajoules par an) comparées aux villes asiatiques très concentrées et peu énergivores (moins de 10 gigajoules par an). La mobilité et la consommation d'espaces des villes interrogent les formes de l'étalement urbain tandis que la densité, indicateur usuel des formes urbaines, apparaît aujourd'hui comme un critère phare de la Ville Durable tant recherchée par les décideurs publics (Allaire et Criqui 2007). Ainsi, **deux modèles urbains s'opposent** : celui de la **Ville Étalée** et celui de la **Ville Compacte**. Le premier est le modèle observé actuellement dans la plupart des villes occidentales. La Ville Étalée découle d'un mouvement de migrations résidentielles centrifuges amorcé dans les années 1960. Spatialement, ce phénomène s'est traduit par une expansion de l'urbanisation vers des terres naturelles et agricoles, généralement sous une forme fragmentée et peu dense, très consommatrice de sols (Galster *et al.* 2001). Caractérisés par un éloignement géographique des pôles d'emploi et de consommation, et par la monofonctionnalité des espaces (Ewing 2002), les territoires périurbains sont associés à une mobilité très énergivore : les déplacements y sont longs, fréquents et quasi exclusivement effectués en automobile personnelle (Kahn 2000; 2006). De fait, la Ville Étalée ne semble aujourd'hui plus viable d'un point de vue environnemental et la Ville Compacte se présente comme un modèle urbain capable de répondre à ses limites. **La compacité est un trait spatial caractéristique de la ville durable** (Beaucire 1994) **visant à contenir l'urbanisation**. En limitant la taille de la ville et en favorisant la mixité fonctionnelle des espaces, la Ville Compacte entend rapprocher les individus des lieux qu'ils fréquentent quotidiennement (lieu d'emploi, de consommation ou de loisirs) et ainsi réduire leurs déplacements. Pour autant, le taux de croissance annuel de la population urbaine est encore aujourd'hui positif : le nombre de citoyens a augmenté de 2,1 % dans le monde en 2015, de 1% dans les pays d'Amérique du Nord et de 0,6% dans l'Union Européenne¹. Ainsi, la Ville Compacte doit concilier deux objectifs antagonistes : **accueillir toujours plus d'habitants sans avoir recours à de nouvelles ressources foncières**. Elle se réalise donc au travers d'une intensification de l'usage des sols, soit **une augmentation de la densité dans les espaces urbains**. Ce nouveau modèle urbain prôné par les instances publiques interroge sur les représentations de la densité et son acceptabilité par la société.

Par exemple, un sondage commandé par l'Observatoire de la Ville en 2007 révèle que 65% des français ont une opinion négative de la densité (TNS Sofres 2007). A la question « si je vous parle de densité, à quoi ce mot vous fait-il penser ? », 35% des sondés mentionnent les nuisances associées à celle-ci telles un espace de vie restreint, des dégradations, de l'insécurité, de la solitude ou de l'anonymat (TNS Sofres 2007). La densité ne semble donc pas être un environnement résidentiel désiré par une majorité d'individus et apparaît en totale opposition avec l'idéal résidentiel qu'est la maison individuelle (TNS Sofres 2007). Le nouveau modèle urbain durable entraîne donc

¹ Données de la Banque Mondiale pour l'année 2015

un conflit entre l'intérêt général et les aspirations individuelles, une controverse émerge entre « la ville Compacte en tant que forme urbaine "non désirée par les individus" et la Ville Étendue, considérée comme "non désirable pour la collectivité" » (Pouyanne 2007). **La densité urbaine apparaît donc comme un sujet de réflexion et de débat périlleux au sein de la société et de la sphère politique.**

Si de nombreuses disciplines telles que la géographie, la sociologie ou l'urbanisme, se sont d'ores et déjà emparées des thématiques associées à la densité urbaine, son étude en économie reste marginale. Dans la majorité de ces travaux, la densité n'est généralement intégrée qu'au travers de ses impacts sur les effets d'agglomération recherchés par les entreprises. Elle n'est que rarement relative aux ménages et à leur environnement de vie. Pourtant, les théories de l'Économie Urbaine traitant des choix de localisation résidentielle apportent des éclairages pertinents pour les politiques d'aménagement visant la densification de l'espace urbain. D'une part, les concepts et modèles issus de cette discipline permettent de **comprendre les mécanismes et déterminants créateurs d'espaces denses**. D'autre part, ils permettent d'appréhender **dans quelles conditions la densité peut être une caractéristique spatiale acceptée voire valorisée** par les individus. Dès lors, nous nous proposons, dans ce travail de thèse, d'**analyser la densité urbaine au travers des théories et outils de l'Économie Urbaine et d'en dégager des éléments de connaissance susceptibles d'alimenter les politiques d'aménagement des espaces urbains visant la Ville Compacte.**

Notre travail de recherche vise trois objectifs principaux et s'inscrit dans une démarche à la fois théorique et empirique.

Le premier objectif trouve sa justification dans le fait que **la densité est un concept complexe à appréhender**. Bien que cette notion nous soit familière car fréquemment utilisée pour décrire l'occupation d'un espace, elle revêt néanmoins de multiples facettes. De prime abord, la densité n'est qu'un simple rapport entre une quantité et un espace, généralement un nombre d'habitants sur une unité spatiale institutionnelle (commune, région, pays). Dès lors que l'on considère la possibilité de différentes mesures et objets d'études, l'analyse se complexifie et s'enrichit. En effet, la densité peut faire référence à la fois à une **densité de « contenant »** (bâti) et **de « contenu »** (population, emplois) (Fouchier 1997). Il est ainsi possible de distinguer les espaces de façon quantitative (plus ou moins densément peuplés ou urbanisés) et de les caractériser (quelle population compose un territoire, quelles formes urbaines dominent un espace). De même, si le ratio de densité brute est le plus utilisé, d'autres mesures restituent plus fidèlement l'intensité d'occupation du sol tel le ratio de densité nette (Muth 1969; McDonald 1989; Baumont *et al.* 2004; Bramley et Power 2009). En outre, l'appréciation de la densité revêt un **caractère subjectif** considérable : l'appréciation de celle-ci se fait au travers de l'intensité d'urbanisation d'un territoire. Ce sont généralement les formes urbaines, le caractère collectif ou individuel des bâtiments, et plus encore leur hauteur ou leur continuité, qui matérialisent la densité d'un espace. Ainsi, pour un même niveau de densité, plusieurs types et formes d'urbanisation sont possibles, induisant une appréciation et une acceptabilité différenciées. Enfin, toute densité revêt un **caractère social** dépendant des conditions socio-économiques des résidents. En économie, la composition sociale d'un espace induit des externalités de voisinage, positives ou négatives. Celle-ci se définissent comme « l'interaction entre les comportements individuels des ménages et les caractéristiques

(sociales, économiques ou ethniques) de leurs quartiers de résidence » (Décamps et Gaschet 2013) et participent grandement à l'appréciation d'un territoire. **La densité dans un espace urbain renvoie donc à de multiples réalités**, aussi bien structurelles (intensité d'urbanisation, formes du bâti) que sociales (quantité et caractéristiques de la population). Pourtant, ces différents éléments sont généralement traités de façon isolée et rarement mis en relation. Ce travail de thèse a pour premier objectif de **présenter et traiter la densité sous ses formes et mesures diverses**, et de **mener une analyse sur les densités urbaines**.

Le second objectif de ce travail est d'**apporter des éléments de connaissance et de compréhension sur la formation et l'acceptation de la densité** en mobilisant la théorie économique. Les modèles et concepts de l'Économie Urbaine permettent d'appréhender la répartition des individus sur l'espace et de comprendre, au travers de leurs arbitrages résidentiels, pourquoi ceux-ci se localisent de façon concentrée ou dispersée. Le principe fondamental associé à ces modèles est celui de **concurrence pour l'occupation du sol**. Il se traduit au travers d'un concept essentiel de la théorie urbaine, celui de **rente d'enchère foncière**. Pour résider en une localisation donnée, l'individu doit proposer la rente la plus élevée. Celle-ci révèle alors ses arbitrages et ses préférences en termes de localisation résidentielle. Elle est également une indication de l'intensité d'occupation d'un territoire : plus le niveau de rente est important et moins les individus consomment d'espace, la densité est alors élevée. Partant de ce principe, **nous mettons en lien niveau de rente urbaine et déterminants de localisation résidentielle et identifions ainsi les facteurs induisant de faibles ou fortes densités**. Dans ce travail, nous mobilisons le modèle standard urbain (Alonso 1964; Mills 1972; Muth 1969) et ses principaux développements. Le premier postule l'homogénéité de l'espace et expose le principal arbitrage réalisé par les agents : le choix entre proximité au centre et taille du logement. Ce modèle canonique donne les premières clés de répartition des individus sur un espace urbain : les densités urbaines sont décroissantes de la distance au centre. Les extensions théoriques de ce modèle lèvent l'hypothèse d'homogénéité de l'espace et mettent en évidence d'autres déterminants du choix résidentiel. Les travaux de Brueckner *et al.* (1999) considèrent l'existence d'attributs spatiaux valorisés par les individus. Ces attributs, relatifs à des aménités naturelles, historiques ou modernes, sont autant de points d'attraction pour les ménages, et induisent des niveaux de densité différenciés sur l'espace urbain. Nous montrons également que les choix de localisation dépendent de la position de l'individu dans le cycle de vie et que les caractéristiques du logement, particulièrement son niveau de service résidentiel, induisent la disponibilité à payer des individus. L'analyse des principaux modèles de localisation résidentielle débouche sur un constat : **la densité est essentiellement le fruit de la concurrence pour l'usage du sol, elle n'est que très rarement un déterminant direct des choix de localisation**. Seuls quelques modèles considèrent la densité comme une caractéristique spatiale guidant explicitement les arbitrages des agents. Deux hypothèses s'opposent alors concernant les densités urbaines :

- Les individus expriment une préférence pour les espaces « ouverts » et naturels : une forte urbanisation n'est pas valorisée par les agents (Wu, Adams, et Plantinga 2004) ;
- Une forte densité de population permet d'intensifier et de diversifier les interactions sociales à moindre coût, elle est recherchée par les individus (Beckmann 1976).

Ces deux hypothèses constituent alors notre base de réflexion sur **l'acceptabilité voire la valorisation des densités urbaines par les individus**.

Le troisième objectif de ce travail est de **tester empiriquement les implications théoriques relatives aux densités urbaines** et d'**apporter des éléments de réponse concernant les conditions d'acceptabilité et de valorisation de celles-ci**. Nous menons pour cela deux études mobilisant les méthodes d'analyse et de traitement des données spatiales ainsi que les outils de l'économétrie spatiale. Le choix de ces méthodes permet de tenir compte, dans les estimations économétriques, des effets de dépendance spatiale inhérents à l'organisation des espaces urbains (Baumont, Ertur, et Le Gallo 2004). Ces méthodes permettent par ailleurs de saisir les niveaux de densité en produisant des indicateurs qui rendent compte des formes d'agglomération spatiale ou de dispersion spatiale. La première étude met en relation les différents niveaux de densités urbaines et les caractéristiques des espaces. Elle nous permet d'appréhender l'effet des différents déterminants de localisation sur l'organisation spatiale et sur l'intensité d'occupation du sol. La seconde étude nous permet de tester si la densité, en tant que vecteur d'interactions sociales, peut être recherchée par les individus. Ces travaux nous renseignent également sur les attributs fortement valorisés par les ménages pouvant potentiellement compenser un environnement résidentiel dense non désiré.

Pour réaliser ces différents objectifs, la thèse s'organise en quatre chapitres. Les deux premiers chapitres visent à replacer la densité dans un contexte factuel et théorique. Les deux derniers chapitres sont consacrés aux études empiriques qui ont été réalisées sur l'agglomération du Grand Dijon.

Le **premier chapitre** a pour objectif de présenter les deux grands modèles urbains actuels ayant conduit à ramener la densité au cœur du débat public : **le modèle de la Ville Étalée et le modèle de la Ville Compacte**. Il s'agit tout d'abord de comprendre les conditions d'émergence de ces deux organisations spatiales à près de quarante ans d'intervalle. Au travers d'éléments factuels, nous montrons l'antagonisme qui caractérise ces deux modèles, aussi bien dans leur mode de réalisation que dans leurs effets sur l'occupation de l'espace et la mobilité. Dans un second temps, nous expliquons le phénomène d'étalement urbain au travers des concepts de l'Économie Urbaine. Nous nous appuyons pour cela sur les implications théoriques du modèle urbain standard (Alonso 1964; Mills 1972; Muth 1969) et mobilisons également les développements intégrant les aménités et les externalités de voisinage pour expliquer la déconcentration des populations. Enfin, nous mettons en lumière les principales limites de l'organisation spatiale étalée en mobilisant des travaux analysant les effets d'une ville compacte sur les aspects sociaux et environnementaux. Bien que la Ville Compacte soit présentée comme la réponse à l'étalement urbain, nous montrons que cette organisation spatiale n'est pas une panacée. Nous relevons également que le modèle de Ville Étalée découle principalement des préférences des agents alors que celui de la Ville Compacte est exhorté par les instances publiques, nous amenant à nous questionner sur l'acceptabilité de la densité par les individus.

Dans le second chapitre, **nous identifions les principaux déterminants de localisation résidentielle des ménages d'après les théories de l'Économie Urbaine**. Nous mobilisons pour cela le modèle standard urbain et ses principaux développements relatifs aux aménités et à la polycentralité. Avec les *Vintage Models* (Anas 1978; Brueckner 1980, 1981), nous mettons en avant un déterminant théorique souvent oublié, celui relatif au niveau de service résidentiel des logements (Brueckner et Rosenthal 2009). Enfin, nous exposons les rares modèles dans lesquels la densité est traitée comme un déterminant direct des choix résidentiels (Beckmann 1976; Wu, Adams, et Plantinga 2004; Brueckner et Largey 2008). Au travers de l'analyse du niveau de rente d'enchère urbaine, **nous montrons que ces déterminants théoriques produisent des niveaux différenciés de densités urbaines**. Ce travail permet ainsi d'**appréhender dans quels cas la densité est acceptée, voire valorisée, par les individus**. Dans un second temps, nous étudions la littérature empirique afin de valider l'effet de ces déterminants théoriques sur l'organisation spatiale. Dans le pan théorique comme empirique, nous constatons que la densité est essentiellement étudiée comme le résultat de la concurrence pour l'usage du sol et qu'elle n'est que très rarement considérée comme un attribut de l'espace.

Le **troisième chapitre** est une étude empirique présentant à la fois un apport technique et analytique. Il consiste en une typologie visant à **rapprocher les déterminants de localisation résidentielle et les différents niveaux de densité** dans les IRIS de l'agglomération dijonnaise. Pour cela, nous tentons d'approximer chaque déterminant de localisation par une variable tirée de nos bases de données ou que nous avons construite. Nous utilisons donc deux types de données : des données issues de l'INSEE et des **données géoréférencées** que nous traitons par des Systèmes d'Information Géographique (SIG). Ces dernières nous permettent notamment d'appréhender l'intensité d'urbanisation des différents espaces et de localiser précisément les aménités spatiales. Nous décrivons donc les quartiers par des indicateurs quantitatifs (taux d'urbanisation, densité brute) et qualitatifs (type de bâti, composition sociale). Un **travail méthodologique sur les densités brutes et densité nettes** est réalisé à cette occasion. Nous montrons qu'un ratio de densité nette retranscrit plus fidèlement l'intensité d'occupation des espaces et nous considérons celui-ci comme une approximation du potentiel d'interactions sociales des différents quartiers. Ce travail technique et méthodologique nous permet d'expliquer le niveau de densités urbaines des quartiers dijonnais au regard des attributs spatiaux qui les composent.

Le dernier chapitre de la thèse vise principalement à **appréhender la valorisation de la densité par les individus au travers de la méthode d'évaluation hédonique du prix des logements**. Nous mobilisons pour cela la base des transactions immobilières Perval² et les méthodes de l'économétrie spatiale. Suivant la littérature d'Économie Urbaine, nous testons deux hypothèses :

- La densité perçue au travers de l'intensité d'urbanisation n'est pas une caractéristique spatiale valorisée par les individus ;
- La densité en tant que vecteur d'interactions sociales est un attribut recherché par les agents.

Nous développons donc un modèle hédonique prenant en compte d'une part, les caractéristiques intrinsèques du logement et d'autre part, ses caractéristiques extrinsèques relatives à son

² Notaires de France - base de données PERVAL

environnement. Nous mobilisons des données capables de retranscrire l'environnement résidentiel de chaque transaction, que celui-ci ait trait aux caractéristiques géographiques de la localisation (distance aux centres d'emploi), à la présence d'attributs spatiaux ou à la composition sociale du voisinage. L'appréciation de la densité se fait au travers de deux variables que nous construisons : une relative à la densité perçue (hauteur du bâti) et une relative au potentiel d'interactions locales (densité nette). La stratégie de modélisation s'appuie sur les démarches et techniques développées dans le domaine de l'économétrie spatiale. Enfin, nous menons **une analyse exploratoire reliant cycles urbains et cycles sociaux**. En mobilisant des données relatives à l'âge du bâti et à la composition socio-économique des quartiers sur trois périodes (1990, 1999 et 2010), nous tentons d'appréhender l'effet des politiques de densification sur l'organisation socio-spatiale de l'espace. Plus précisément, nous nous demandons si la construction de logements neufs, associés à un haut niveau de service résidentiel, contribue à attirer des classes aisées. Cette étude nous permet d'une part, de savoir si la densité peut être acceptée en échange de logements neufs à haut niveau de service résidentiel et d'autre part, d'appréhender les effets des politiques d'aménagement urbain en termes de gentrification ou de mixité sociale.

Si les formes de la Ville Étendue, plus consommatrice d'espace et aux mobilités plus énergivores, ont été largement analysées, les formes de la Ville Compacte restent peu étudiées. **Nos travaux contribuent à préciser les différents types de densités présents sur un espace urbain et à expliquer leur formation par les théories et concepts de l'Economie Urbaine**. En ce sens, ils apportent **des éclairages sur les conditions de réalisation et d'acceptation des politiques d'aménagement actuelles visant la Ville Compacte**.

Chapitre 1 : Émergence et débats autour de la Ville Dense et Compacte

Introduction du Chapitre 1

Depuis les années 1990, de nombreuses villes à travers le monde connaissent un véritable « tournant urbanistique » (Emelianoff 2008). Compte tenu des enjeux de développement durable, les espaces urbains se doivent de délaisser le modèle de ville étalée pour tendre vers un modèle plus « durable ». Caractérisé par la monofonctionnalité des espaces et la dominance de l'automobile (Héran 2015), le modèle urbain adopté depuis les années 1950 a contribué à augmenter le nombre et la distance de déplacement des individus. Dans un contexte de forte croissance démographique et d'élévation du niveau de vie, de nombreux espaces périphériques au centre urbain ont été ouverts à la construction. L'objectif de **maitrise de croissance urbaine** s'est alors imposé dans la plupart des documents de planification et d'aménagement et le modèle de Ville Durable a peu à peu supplanté celui de Ville Etalée. Ce nouveau modèle durable peut se définir comme le « processus d'internalisation du développement durable dans l'urbanisme » (Emelianoff 2007), intégrant à la fois les sphère économique, sociale et environnementale. A l'inverse du modèle étalé très « sectoriel », ce modèle adopte une approche systémique en considérant les interactions existant au sein d'une ville (Héran 2015). L'organisation de l'espace est pensée pour minimiser la fréquence et la distance des déplacements. En ce sens, la ville durable est « compacte et fonctionnellement mixte » (Beaucire 1994), favorisant la mobilité douce (vélo, marche) et les transports collectifs. La conception du bâti repose sur des objectifs environnementaux mais également sociaux. Les villes s'attachent à proposer une offre diversifiée de logements dans leur forme (individuel et collectif) et dans leur mode d'habitat (propriété et location), afin que tous les individus puissent accéder au parc immobilier. La Ville Durable n'entend pas seulement être une ville écologique, elle se veut également être une ville juste socialement (Burton 2000).

Du fait de l'importance des enjeux associés au développement durable, ce modèle urbain s'est rapidement diffusé à toutes les échelles de décision et de gouvernance. Généralement énoncés lors de sommets internationaux, ces concepts sont retranscrits à l'échelle locale de nombreux pays. Différents outils sont alors mis à disposition des décideurs publics pour atteindre le modèle de Ville Durable au niveau local. Cependant, la manière la plus souvent évoquée pour y parvenir est celle de **la compacité urbaine**. Par la recomposition de l'espace urbain sur lui-même, cette organisation spatiale évite l'extension de l'urbanisation vers les espaces naturels ou agricoles. Par la reconversion de friches, par des opérations de rénovation urbaine, ou par la réalisation de quartiers « durables », **la Ville Compacte induit une augmentation de la densité dans les espaces urbains**. Cette densification du tissu urbain existant apparaît aujourd'hui comme le fer de lance du développement urbain durable. Plus qu'une préconisation, la densité est devenue une injonction des instances publiques pour atteindre le modèle urbain durable tant recherché. Ainsi, **nous abordons la notion de densité au travers du modèle de Ville Compacte car c'est ce modèle urbain qui a contribué à replacer la densité au cœur des politiques d'aménagement actuelles**.

L'objectif de ce premier chapitre est de **comprendre l'émergence du concept de Ville Compacte au regard des limites que présente le modèle de Ville Etalée**, dans les faits comme dans les théories. Pour cela, nous nous attachons à nous donner une représentation de ces deux modèles urbains que tout oppose. Nous replaçons dans un premier temps le concept de Ville Etalée dans un contexte factuel et historique puis nous abordons le concept de Ville Compacte à travers

son indicateur clé, la densité. Dans une deuxième partie, nous appréhendons le phénomène d'étalement urbain par les théories de l'Economie Urbaine. Enfin, en nous appuyant sur des travaux économiques, nous relevons les principales limites de la Ville Étendue au regard des avantages procurés par une organisation spatiale plus compacte.

I. Éléments de définition et de contexte de la Ville Étendue et de la Ville Compacte

L'objectif de cette première section est d'éclaircir deux concepts clés associés à des schémas spatiaux que tout oppose : celui de la Ville Étendue, synonyme de dispersion des populations et des habitats ; et celui de la Ville Compacte associé à une urbanisation intense et une concentration des individus sur l'espace. Pourtant, ces deux schémas sont aujourd'hui liés, le modèle de Ville Compacte étant présenté comme la réponse au modèle spatial tant controversé de la Ville Étendue. La connaissance et l'analyse de ces deux formes d'organisation spatiale constituent une base de réflexion et d'interrogations pour nos travaux. En effet, **la compréhension du phénomène d'étalement urbain nous permet d'appréhender les raisons de l'émergence de la notion de Ville Compacte**. C'est en étudiant les causes, caractéristiques et conséquences de l'étalement urbain que nous sommes à même de se saisir du concept de Ville Compacte et de ses enjeux. Ce travail de cadrage et d'explicitation des concepts clés est d'autant plus important que ceux-ci n'ont pas de définition stricte et consensuelle. Ainsi, nous nous attachons dans un premier temps à **présenter le phénomène d'étalement urbain à la fois comme un processus spatial et un état de l'espace** ; car ce sont bien des mouvements de relocalisations résidentielles vers la périphérie qui ont créés un nouveau type d'espace : le périurbain. L'étalement urbain peut donc être appréhendé à la fois comme un processus et ses conséquences. Dans un second temps, nous présentons **le concept de Ville Compacte comme le pendant « durable » de la Ville Étendue**. Ce concept repose sur **un indicateur clé, celui de la densité**. Une fois encore, nous faisons face à une notion complexe à traiter car présentant de multiples facettes. Si aux premiers abords la notion de densité nous paraît simple car familière, il n'en est rien lorsque l'on considère la possibilité d'autres méthodes de calcul et d'autres objets d'étude que la population. Dans la seconde partie de cette section, nous menons donc une discussion sur ce qu'est la densité, puis nous analysons l'évolution de sa place et de son traitement dans les documents de planification et d'orientation urbaine nationaux et européens. Enfin, nous présentons des outils réglementaires ou de planification utilisés en France pour favoriser un aménagement urbain dense.

1. La Ville Étendue, processus spatial et état de l'espace

« Etalement urbain », « périurbanisation », « rurbanisation »³, autant de termes pour qualifier un phénomène amorcé dans les années 1960 en France et décrié de nos jours, celui d'une relocalisation des ménages aux frontières de l'espace urbanisé ; un « retour à la campagne » des individus plus d'un demi-siècle après les grands mouvements d'exodes ruraux. Reconnu et établi dans de nombreux pays, l'étalement urbain se définit simultanément par ses déterminants et

³ Dans ce travail, nous emploierons ces termes à titre de synonymes

processus, et par ses conséquences sur l'organisation et l'occupation de l'espace (Galster *et al.* 2001). Il peut également être appréhendé comme un rapport entre deux grandeurs, celui de la croissance de la population et des terres urbanisées destinées à accueillir cette dernière. Si ce phénomène est aujourd'hui tant controversé, c'est que la périurbanisation est parfois définie comme « *the process in which the spread of development across the landscape far outpaces population growth* » (Ewing 2002).

Nous nous proposons dans cette section de **clarifier la notion d'étalement urbain de manière à se donner une représentation de la « Ville Etalée »**. Dans un premier temps, nous abordons l'étalement urbain comme un **processus démographique et spatial**, qui se manifeste au travers de migrations résidentielles centrifuges et de l'expansion physique des villes. Puis nous envisageons la périurbanisation comme **un état de l'espace**, une organisation spatiale entre l'urbain et le rural pourvu de ses caractéristiques propres.

1.1 L'étalement urbain comme processus démographique et spatial

Le processus de périurbanisation des ménages français débute à la fin des années 1960 dans la région d'Ile-de-France et se propage dans les villes de province dans les années 1970 (Le Jeannic 1997). Ce mouvement de migrations résidentielles trouve ses origines dans les évolutions socio-économiques et démographiques du pays, participant à la modification des aspirations résidentielles des ménages. Tout d'abord, la France connaît une forte croissance démographique durant la deuxième moitié du XX^{ème} siècle : la population passe de 40 à 58 millions d'individus entre 1946 et 1996, soit une augmentation de près de moitié sur la période (INSEE Première 1996). De plus, cette croissance démographique s'accompagne d'une baisse de la taille des ménages, le nombre moyen d'occupants d'une résidence principale passe de 3,08 en 1968 à 2,42 en 1999⁴. Cette baisse du taux d'occupation des logements s'explique principalement par le vieillissement de la population, l'augmentation du nombre de familles monoparentales et le phénomène de décohabitation (les jeunes adultes quittent le domicile familial à l'occasion d'un premier emploi ou d'études supérieures). Croissance démographique et baisse de la taille des ménages entraînent mécaniquement une hausse de la demande résidentielle nationale. En outre, la population française bénéficie durant les Trente Glorieuses d'une forte hausse de son niveau de vie, le revenu disponible brut augmente de plus de 11% en moyenne par an entre 1960 et 1974 (INSEE Première 2009a). Cette augmentation des conditions de vie permet à une partie de la population, particulièrement les classes moyennes, d'accéder à des logements plus spacieux et à une mobilité plus grande. Les individus dirigent leur demande résidentielle vers les espaces périurbains, plus éloignés des centres d'emploi mais présentant des prix du foncier plus abordables et un environnement « rural ». Les premiers espaces à pâtir de ces migrations centrifuges sont les centres urbains et leurs banlieues : ces quartiers se vident de leurs classes moyennes au profit des espaces périphériques (Cavailhès et Selod 2003). Enfin, ces migrations résidentielles sont également le fruit de facteurs politiques. En effet, les années 1970 sont marquées par la création du Prêt Aidé à l'Accession à la Propriété (PAP). L'habitat pavillonnaire périurbain devient « l'idéal type résidentiel », synonyme de propriété et de confort, et s'oppose en cela aux logements des Grands Ensembles, fustigés à cette époque pour leur état de délabrement et de paupérisation. Ainsi, entre 1973 et 1988, le taux de propriétaires passe de 45% à 54% (Bonvalet et Bringé 2013). En outre, des documents de planification

⁴ Source : INSEE, RP 1968, RP 1999

territoriale, tel que le Schéma Directeur d'Aménagement et d'Urbanisme de Paris (1965), prévoient la création de Villes Nouvelles. Ces nouveaux pôles sont créés autour de grandes agglomérations afin d'en maîtriser la croissance démographique et de favoriser une organisation spatiale multipolaire du territoire français. Ces politiques d'aménagement engendrent donc l'émergence de villes périphériques aux grands pôles urbains nationaux (Paris, Lyon, Lille, Marseille), participant au phénomène de périurbanisation des populations.

La conjonction de ces phénomènes démographiques, socio-économiques et politiques favorise la périurbanisation des populations. Ce processus d'urbanisation marquant de la seconde moitié du XX^{ème} siècle se traduit au travers de deux phénomènes :

- Un déversement démographique : à partir de 1968 pour Paris et de 1975 pour les villes de province, la croissance démographique des villes centre et de leurs banlieues ralentit au profit des couronnes périurbaines. Entre 1975 et 1982, ces espaces affichent une croissance de population de 2,2% par an et de 1,7% entre 1982 et 1990 (INSEE Première 2009b). On assiste donc à un déversement spatial des populations des pôles urbains vers leurs couronnes périphériques (cf Figure 1).

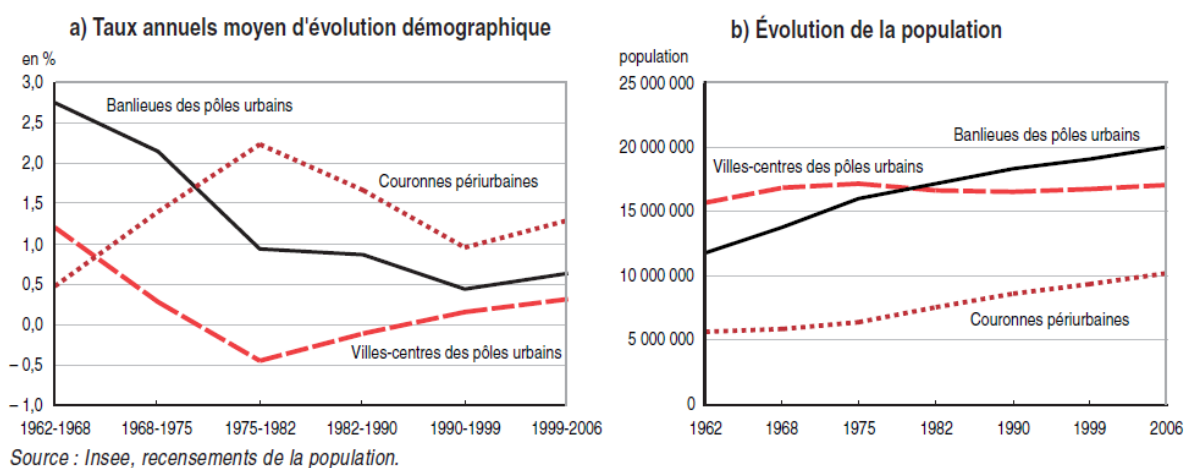


Figure 1 : Évolution des sous-espaces des aires urbaines entre 1962 et 2006

Source : (INSEE Première 2009b)

Il est également important de noter que ce processus de décentralisation ne touche pas uniquement les ménages mais également les firmes. La périurbanisation se définit également comme la relocalisation de certaines activités économiques aux frontières de la ville et l'émergence de nouvelles centralités (Boiteux-Orain et Huriot 2002).

Tableau 1 : Évolution de la population et de l'emploi entre 1982 et 1990 en Ile-de-France

	Population	Emplois	Population + Emplois
Paris	- 23 820	- 11 574	- 35 394
1 ^{ère} couronne agglo	+ 67 575	+ 121 445	+ 189 020
2 ^{ème} couronne agglo	+ 160 083	+ 112 261	+ 272 344
Villes Nouvelles	+ 209 662	+ 116 118	+ 325 780
Urbain hors agglo	+ 111 892	+ 43 262	+ 155 154
Rural	+ 62 103	+ 4 853	+ 66 956
Région Ile-de-France	+ 587 495	+ 386 365	+ 973 860

Source : (Fouchier 1997)

- Une expansion spatiale : ces migrations résidentielles contribuent à repousser les frontières de la « ville » vers ses espaces contiguës non développés⁵. Ce phénomène s'apparente à un processus d'urbanisation que Chéry *et al.* (2014) définissent comme « une transformation d'un lieu en lui donnant les caractères de la ville ». Cette urbanisation se réalise *via* le développement des espaces concentriques au pôle urbain. On parle alors d'un phénomène d'artificialisation : un changement d'occupation des sols vers une occupation bâtie (habitations, locaux commerciaux ou industriels) ou revêtue (voieries, parkings) (Chéry *et al.* 2014). Entre 1981 et 2012, la part de sols artificialisés a augmenté de plus de 60% pour atteindre 5 millions d'hectares (Figure 2).

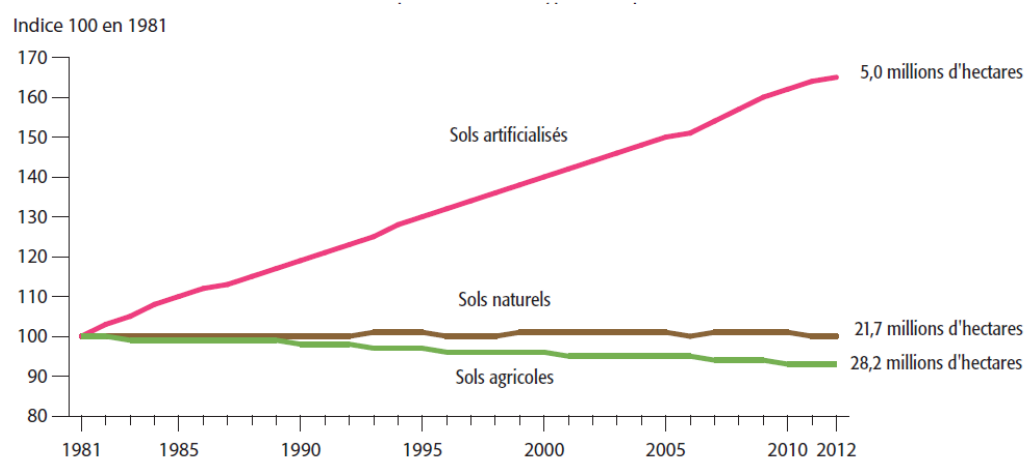


Figure 2 : Evolution des superficies selon le type d'occupation du sol

Source : (Agreste 2014)

⁵ Dans ce travail, les qualificatifs « développés » / « non développés » associés aux espaces, sols ou terres, sont employés à titre de synonymes des termes « urbanisés » / « non urbanisés »

L'artificialisation entre 1990 et 2000

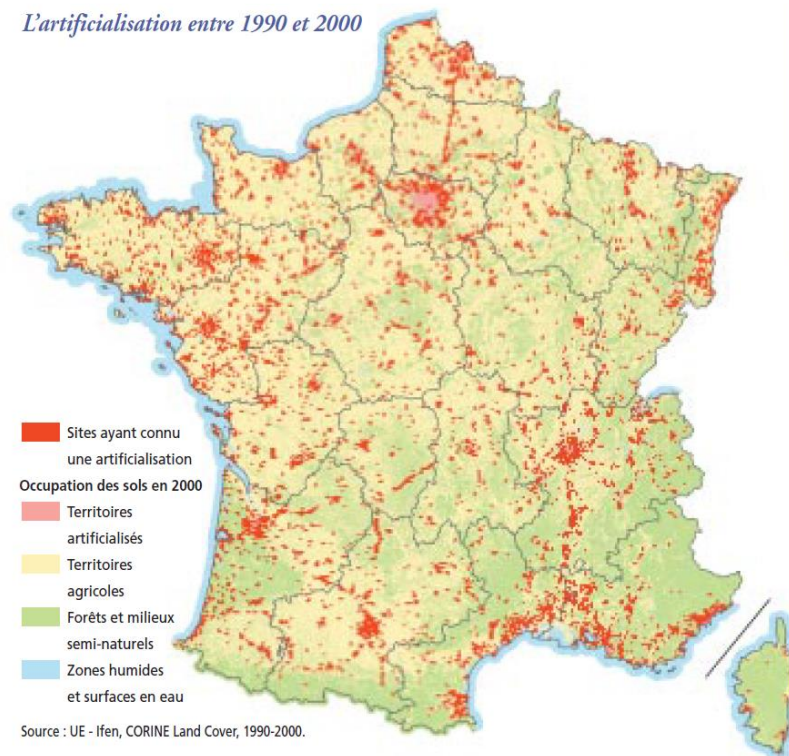


Figure 3 : L'artificialisation entre 1990 et 2000

Source : (Ifen 2005)

On constate sur cette carte réalisée à partir des données du Corine Land Cover que l'artificialisation des espaces entre 1990 et 2000 s'est faite principalement autour des grands pôles urbains, le long du littoral méditerranéen, dans le bassin du Rhône et dans l'Ouest breton (Figure 3). Alors que l'espace urbanisé ne représentait que 7,4% du territoire métropolitain en 1992, il en représente près de 8,4% en 2003, soit une augmentation de plus de 16% sur la période (INSEE Première 2009b). Ces espaces nouvellement urbanisés concernent pour plus de 20% les couronnes périurbaines et en 2006, ces derniers provenaient pour près de 80% de terres agricoles (en culture ou non) et de prairies (La Revue du CGDD 2012). Cette extension de l'urbain vers le rural peut prendre différentes formes : une urbanisation continue, de façon concentrique à l'urbain existant ; une urbanisation non continue de type pavillonnaire ou un « *leapfrog development* » (en saut de mouton) et enfin, une urbanisation « réticulaire » suivant les grands axes routiers ou de transport. Dans ses travaux, Cavailhès (2009a) avance que le type de développement réalisé dépend en partie de l'usage des sols aux abords de la ville. Si la terre y est intensivement utilisée pour l'agriculture, alors le développement aura tendance à être plus compact et en continuité de l'urbain existant ; si au contraire les terres avoisinantes ne présentent pas de valeur économique forte, alors l'étalement urbain se fera sous forme discontinue et diffuse.

L'urbanisation s'étend ainsi vers les zones rurales et généralement de façon discontinue. Il devient alors difficile de savoir où s'arrête la ville et où commence la campagne. Cette croissance urbaine, en France comme dans de nombreux pays, se traduit par la difficulté qu'ont les chercheurs et experts à nommer ce phénomène et ce qu'il en résulte. Dès la fin des années 1970, Bauer et Roux (1976) parlent d'une ville « éparpillée », Cavailhès *et al.* (2003) de la « ville périurbaine », certains évoquent la « ville diffuse » (Baumont, Béguin, et Huriot 1996) ou encore de la « ville émietée »

(Castel 2007; Charmes 2011). **L'étalement urbain se caractérise donc en premier lieu par de grands mouvements de déconcentration spatiale, repoussant les frontières de la ville vers la campagne.** Ces processus démographiques et spatiaux sont à l'origine de l'émergence d'un nouvel espace, l'espace périurbain.

1.2 Le périurbain, un espace rural sous influence urbaine

Longtemps, le périurbain a été considéré comme un espace intermédiaire, entre urbanité et ruralité, mêlant les caractéristiques fonctionnelles du premier (emplois, commerces, résidences) et les caractéristiques morphologiques du second (habitat individuel diffus, faible densité). En 1996, l'espace périurbain prend toute sa place et réalité dans le paysage français, avec la création de la catégorie « Couronne Périurbaine » dans le zonage en aires urbaines de l'INSEE. Il n'en demeure pas moins que l'espace périurbain reste un espace « mixte » : il est à la fois rural par son mode d'occupation des sols, peu dense et à dominance agricole, mais il est également urbain en ce sens que la majorité de ses résidents travaillent dans le centre urbain principal (Cavaillès *et al.* 2003).

La définition des couronnes périurbaines est donnée par le Zonage en Aires Urbaines (ZAU) établi par l'INSEE en 2010. Ce découpage fonctionnel du territoire national est basé sur les emplois et aires d'influence des villes qui se révèlent au travers des navettes domicile-travail. Ce zonage présente l'avantage de nuancer la classique et très tranchée distinction urbain/rural en considérant un « gradient » de l'influence spatiale des villes. Pour cela, l'INSEE distingue deux grands types d'espaces : ceux compris dans une aire urbaine⁶ et ceux qui n'en font pas partie. Une aire urbaine est constituée d'un pôle urbain et de sa couronne. Le pôle urbain est une unité urbaine caractérisée par la continuité du bâti, c'est une commune ou un ensemble de communes présentant un bâti continu (ne comportant pas de coupure de plus de 200 mètres entre deux constructions) et comptant plus de 2000 habitants (toutes communes ne respectant pas ces critères sont considérées comme des communes rurales). **Les couronnes des pôles** sont définies comme des communes ou unités urbaines « dont au moins 40 % des actifs résidents travaillent dans le pôle ou dans les communes attirées par celui-ci selon un processus itératif »⁷.

Concernant les communes non comprises dans les grandes aires urbaines, l'INSEE distingue :

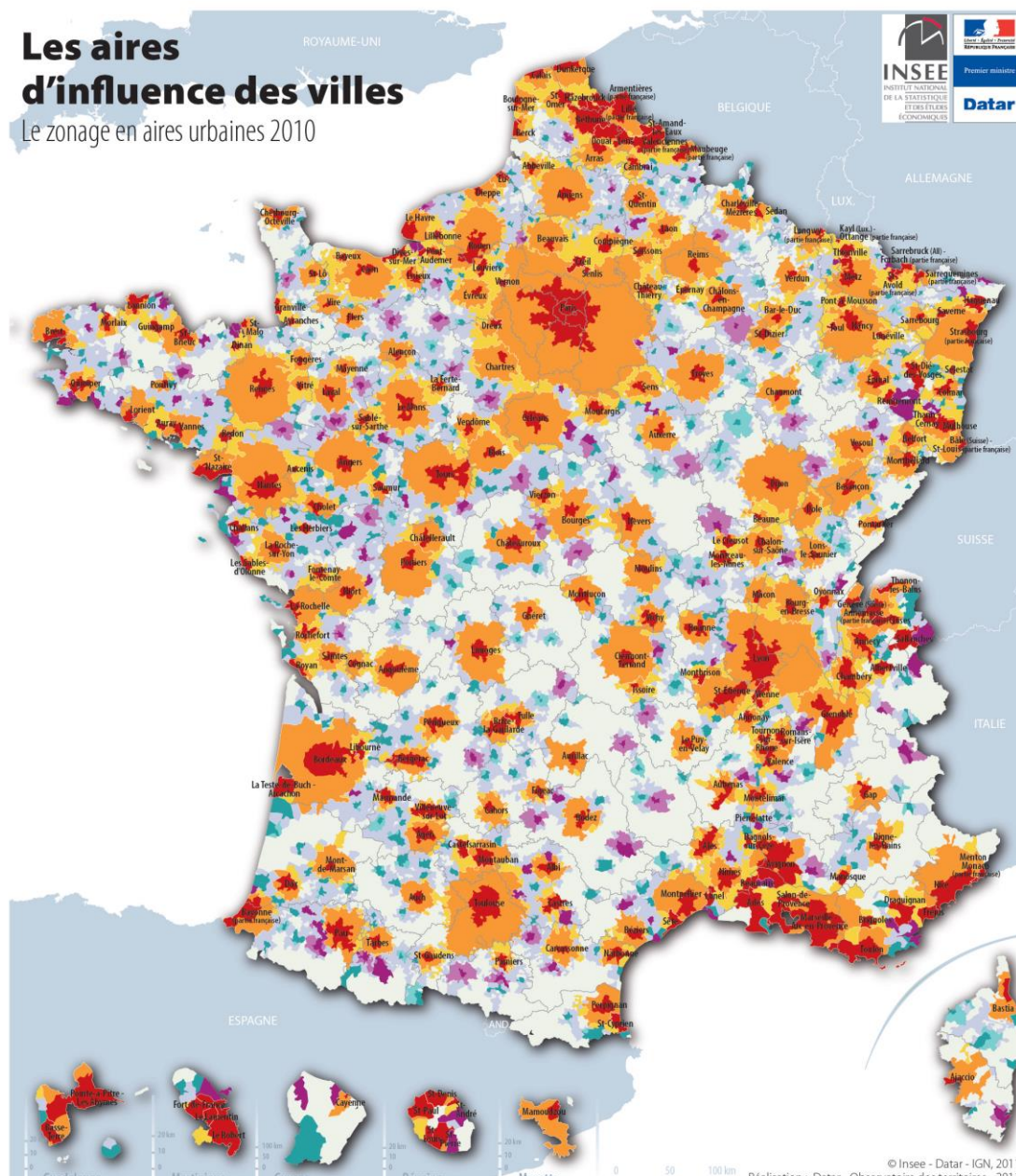
- les communes multipolarisées des grandes aires : « au moins 40 % de la population résidente ayant un emploi travaille dans plusieurs grandes aires urbaines, sans atteindre ce seuil avec une seule d'entre elles. Elles forment avec elles un ensemble d'un seul tenant, appelé espace des grandes aires urbaines » ;
- les autres communes mutlipolarisées : « communes situées hors de l'espace des grandes aires urbaines, dont au moins 40 % de la population résidente ayant un emploi travaille dans plusieurs aires quelle que soit leur taille » ;
- les communes isolées hors d'influence des pôles.

⁶ L'INSEE distingue trois types d'aires urbaines selon le nombre d'emplois que concentre le pôle urbain principal (plus de 10 000 emplois, entre 5000 et 10 000 et entre 1500 et 5000)

⁷ Définition INSEE

Les aires d'influence des villes

Le zonage en aires urbaines 2010



ESPACE DES GRANDES AIRES URBAINES

Grandes aires urbaines

- Grands pôles - 3 257 communes
- Couronnes des grands pôles - 12 305 communes

Communes multipolarisées des grandes aires urbaines - 3 980 communes

Nom des grandes aires urbaines

ESPACE DES AUTRES AIRES

Aires moyennes

- Pôles moyens - 447 communes
- Couronnes des pôles moyens - 803 communes

Petites aires

- Petits pôles - 873 communes
- Couronnes des petits pôles - 587 communes

AUTRES COMMUNES MULTIPOLARISÉES

COMMUNES ISOLÉES, HORS INFLUENCE DES PÔLES

Figure 4 : Les aires d'influence des villes

Source : INSEE, 2010

Dans ce zonage fonctionnel, les communes périurbaines correspondent aux communes des couronnes des pôles et aux communes multipolarisées. En 2008, l'espace périurbain représentait 38% du territoire métropolitain et concentrait près d'un quart de la population (INSEE Première 2011).

La définition des communes périurbaines repose donc sur la proportion de navetteurs se rendant quotidiennement dans le pôle urbain central ou dans une aire urbaine pour travailler. Ainsi, **au moins 40% des habitants de ces communes ne travaillent pas sur leur lieu de résidence mais dans la ville-centre ou dans l'aire urbaine voisine.** En ce sens, **les communes périphériques présentent un caractère urbain.** On constate même que la proportion de ces actifs travaillant hors de leur commune de résidence atteint près de 88% dans les couronnes périurbaines et 84% dans les communes multipolarisées (Tableau 2). Ces communes semblent donc se vider de leurs habitants le jour, et se remplir la nuit, telles des stéréotypes de la « ville dortoir ».

Tableau 2 : Proportion d'actifs travaillant hors de leur commune de résidence

	Total	Hommes	Femmes	Cadres	Professions intermédiaires	Employés	Ouvriers
Pôles urbains	68,9	73,1	64,3	79,1	72,2	59,5	71,5
Couronnes périurbaines	87,8	89,0	86,5	91,0	93,0	83,3	87,2
Communes multipolarisées	84,0	85,3	82,3	84,9	90,4	79,1	84,4
Pôles d'emploi de l'espace à dominante rurale	56,9	61,7	51,1	63,4	65,2	47,4	60,5
Couronnes des pôles d'emploi de l'espace à dominante rurale	90,6	89,9	91,4	83,5	95,2	89,2	90,8
Autres communes de l'espace à dominante rurale	76,6	78,3	74,5	74,3	84,7	70,7	78,5
Ensemble	73,3	76,6	69,4	80,5	77,7	65,1	75,7

Source : (INSEE Première 2007)

L'ampleur de ces navettes pendulaires réalisées par les habitants du périurbain se traduit par une fréquence et une distance de déplacement des plus élevées du territoire national. La distance moyenne parcourue par ces résidents était en 2007 de 30,5 kilomètres contre 25,9 pour l'ensemble du territoire, pour une durée de trajet moyen de 31 minutes contre 26 au niveau national⁸ (INSEE Première 2007). Les espaces périurbains étant faiblement pourvus en transports collectifs, près de 80 % des déplacements se font en automobile personnelle⁹ (CGDD 2010). Les résidents de ces espaces n'ont que peu d'autres choix modaux pour se déplacer, le périurbain est souvent décrit comme l'espace de la dépendance automobile. Les caractéristiques de la mobilité périurbaine nous amènent à considérer le caractère monofonctionnel de ces espaces : bien que ceux-ci concentrent emplois, résidences et commerces, ces fonctions sont spatialement dissociées, induisant de nombreux déplacements pour ses habitants. Cette assertion est appuyée par le déséquilibre du ratio emploi / population de ces territoires. En 2006, les communes périurbaines et multipolarisées ne représentaient respectivement que 9% et 2% de l'emploi total, 77% était localisé dans les pôles urbains (cf Tableau 3). Pourtant, ces territoires abritent un quart de la population française (INSEE Première 2011). Si l'on considère que la ville est un espace de concentration des activités (Baumont, Béguin, et Huriot 1996), alors le périurbain n'est pas assimilable à celle-ci.

⁸ 23,6 km et 25 minutes pour les résidents des pôles urbains et 28,4 km et 26 minutes pour ceux des communes rurales

⁹ La part de l'automobile dans le choix modal des résidents des communes polarisées baisse avec la taille de l'aire urbaine d'appartenance (environ 75% pour les communes polarisées de Paris, 90% pour celles des aires urbaines de 100 000 à 10 000 000 et 95% pour les communes les aires urbaines de moins de 100 000 habitants)

Tableau 3 : Emplois selon le type d'espace en 2004

	Espace Urbain				Espace Rural				Total
	Pôles Urbains	Couronnes Périurbaines	Communes multipolarisées	Total Urbain	Pôles d'emploi	Couronnes des Pôles d'emploi	Autres communes rurales	Total rural	
Emplois (en millions)	16,97	1,81	0,54	19,32	1,2	0,03	1,36	2,59	21,9
Répartition (en %)	77	9	2	88	6	-	6	12	100

Source : (INSEE Première 2006)

De même, si l'on considère que la ville est une concentration d'hommes (Baumont, Béguin, et Huriot 1996), les communes périphériques ne répondent pas non plus à ce critère. Le niveau de densité de population des espaces périurbains est bien plus faible que dans les pôles urbains et il décroît avec la taille de l'aire urbaine d'appartenance.

Tableau 4 : Densité dans les différentes catégories du zonage en aires urbaines 2010 en 2008

Type d'espace	Densité de population (hab/km)
Grandes aires urbaines	239
Grands pôles urbains	819
Couronnes des grands pôles	72
Communes multipolarisées des grandes aires	64
Moyennes aires urbaines	81
Moyens pôles	117
Couronnes des moyens pôles	30
Petites aires urbaines	57
Petit pôles urbains	64
Couronnes des petits pôles	22
Autres communes multipolarisées	32
Communes hors d'influence des pôles	15
Ensemble	101

(Source: INSEE Première 2011)

Cette faible intensité d'occupation humaine est en adéquation avec le mode d'occupation dominant de ces espaces. Comme le montre Cavaillès (2009a), la majeure partie des terres y sont agricoles ou forestières et l'urbanisation ne couvre au maximum que 11 % de l'espace (graphique de la Figure 5). A ce titre, les espaces périurbains présentent un environnement résidentiel rural. Enfin, ces faibles densités de population indiquent un mode d'habitat peu dense sous forme de maisons individuelles, typique des espaces hors zone urbaine. Cependant le périurbain présente un type d'habitat particulier, désormais emblématique de cet espace : le pavillon. Ce dernier s'établit sur un terrain de 1000 mètres carré en moyenne et pour une surface habitable de près de 110 mètres carré ; près de 60% de ces habitations sont construites en individuel isolé (maison au milieu d'une parcelle, non mitoyenne) et plus de 74% en individuel pur, c'est-à-dire construite par un particulier en diffus

ou dans un lotissement (Certu 2012). L'urbanisation à usage résidentiel se réalise donc sous une forme peu dense, en continuité de l'urbain existant mais de façon diffuse ou totalement fragmentée. Ce type d'urbanisation est donc très consommatrice de ressources foncières et induit des opérations d'extension des réseaux existants (voiries, électricité...).

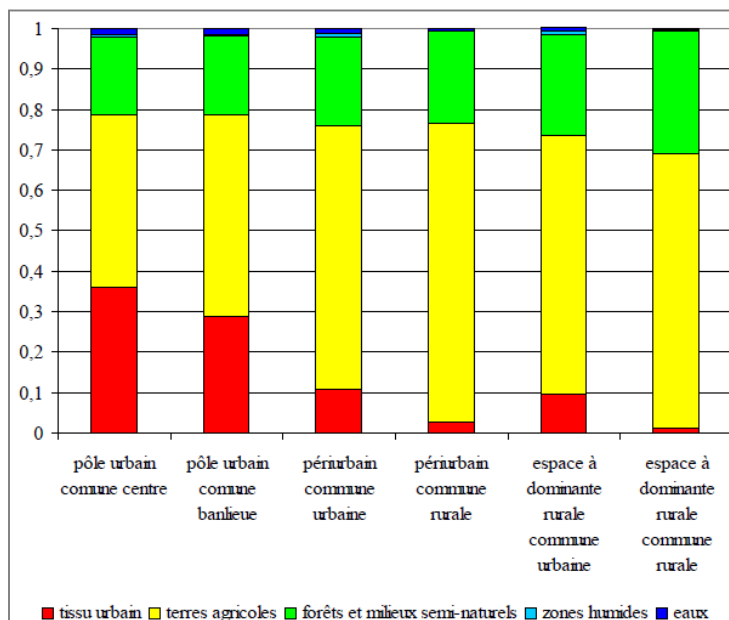


Figure 5 : Occupation du sol en 1990 en France

Source : Cavailhès (2009a)

Le périurbain est donc un espace mixte pouvant être qualifié de « **ville à la campagne** ». Il offre un cadre de vie rural et de grands habitats individuels mais ses habitants travaillent et consomment dans le pôle urbain en effectuant quotidiennement des navettes en automobile personnelle.

La Ville Étalée telle que nous la connaissons aujourd'hui se définit donc comme un processus et ses déterminants : une expansion spatiale de l'urbanisation induite par d'importantes migrations résidentielles centrifuges. Elle est également un état de l'espace par ses caractéristiques morphologiques (formes d'urbanisation), ses usages et ses modes de parcours. Ewing (2002) propose quatre grands indicateurs synthétiques permettant de se représenter la Ville Étalée :

- une densité résidentielle faible ;
- une ségrégation des usages du sol : les lieux de résidence, d'emploi, de commerce sont spatialement séparés ;
- une structuration autour d'un ou quelques pôles dominants, attirants travailleurs et consommateurs ;
- un réseau de rues peu dense (composé de grosses artères) et peu connectées entre elles.

Galster *et al.* (2001) ajoutent à ces éléments caractéristiques de l'étalement urbain, la discontinuité des développements bâtis au bâti existant et la déconcentration de l'urbanisation (urbanisation diffuse). La Ville Étalée est une configuration spatiale récurrente à travers le monde, mais elle n'est pas pour autant une organisation souhaitable. Cette simple description laisse paraître des limites notables dans un contexte d'épuisement des ressources et de réchauffement climatique : trajets en automobile réguliers et étendus induisant une forte consommation de carburant et de la pollution,

conversion de sols naturels et agricoles etc... C'est en cela que la Ville Etalée est aujourd'hui si controversée, elle n'est pas juste un phénomène de croissance spatiale de l'urbain mais « *a specific, and dysfunctional, style of growth* » (Galster *et al.* 2001). Une organisation plus dense et compacte peut alors apparaître comme une alternative pertinente à cette structuration spatiale diffuse.

2. Densité et compacité, attributs de la Ville Durable

Si l'étalement urbain est un phénomène spatial difficile à définir, son pendant « durable », la Ville Compacte, n'en est pas moins complexe à cerner. Cette complexité tient particulièrement au fait que son indicateur clé, la densité, revêt de multiples facettes. Ainsi, nous nous attachons dans cette seconde partie à présenter les enjeux liés à la définition et au mode de calcul de la densité. Nous nous intéressons ensuite à sa place dans les documents d'orientation et à la relation qu'elle entretient avec la notion de compacité. Enfin, nous présentons des outils visant la compacité urbaine et s'inscrivant dans une optique de Ville Durable.

2.1 Densité, de quoi parle-t-on ?

Lorsque l'on évoque la densité, le premier élément qui nous vient en tête est un ratio, celui d'une quantité rapportée à une surface donnée. Cet élément quantifiable est généralement un nombre d'individus, d'emplois ou de logements. La densité dans un cadre urbain renvoie donc à la fois à une densité de contenu (population, emplois) et de contenant (bâti, logements) (Fouchier 1997). La confusion entre densité humaine (contenu) et densité physique bâtie (contenant) nous amène à considérer la notion d'**intensité d'occupation du sol**. Cette intensité d'occupation ne relève plus seulement d'une mesure objective mais également et surtout, d'un ressenti subjectif, propre à chaque individu, selon ses préférences et l'environnement qui l'entoure. La **densité « perçue »** est alors très dépendante des morphologies en présence (Figure 6). La hauteur du bâti, l'urbanisation continue, le type d'habitat, sont autant d'éléments jouant sur la densité « perçue » par chaque individu. Une même densité peut alors être ressentie très différemment, elle relève alors plus de l'environnement, du tissu urbain dans lequel évolue l'individu que d'une mesure objective.

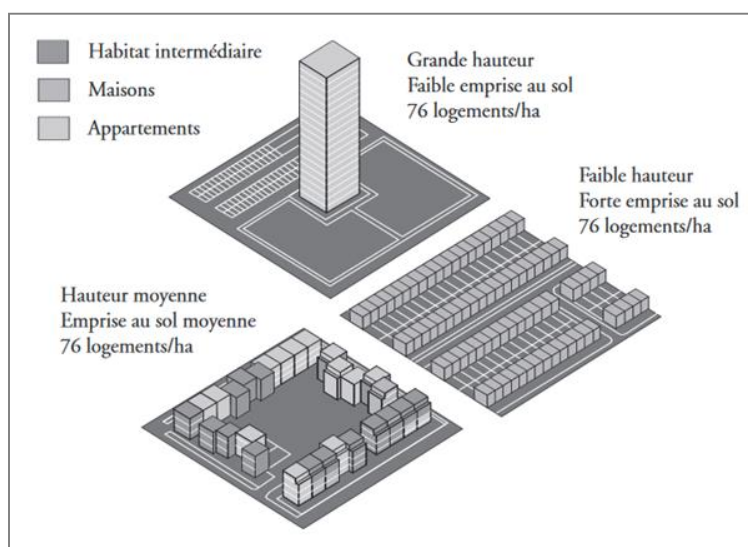


Figure 6 : Des solutions urbaines multiples pour une même densité bâtie

Source : (Institut D'Aménagement et d'Urbanisme de la Région d'Ile-de-France 2005)

En plus de l'objet étudié, la question de l'échelle ou de la surface de référence est centrale. Le choix de l'échelle dépend bien évidemment du cadre d'analyse, on utilise généralement l'espace communal, et donc une densité au kilomètre carré, dans le cadre d'études locales ou régionales ; l'échelle de l'îlot peut être privilégiée pour une analyse intra-urbaine des quartiers. De même, la surface considérée peut biaiser la mesure et la réalité d'une densité. La mesure la plus utilisée est celle de la densité brute, prenant en compte l'intégralité de la surface d'un territoire, sans tenir compte des distinctions d'usage du sol. Or, au sein de toutes aires urbaines, on ne peut considérer que la population se répartie sur tout l'espace, une partie de celui-ci étant destinée à d'autres usages que résidentiel (voies de communication en centre urbain, agriculture en communes périphériques). Ainsi, pour rendre compte de l'intensité d'occupation du sol par la population, une analyse en termes de densité nette semble plus pertinente, cette mesure ne considérant que la surface effectivement urbanisée et à usage résidentiel. Cette mesure est d'autant plus pertinente dans le cadre de comparaisons entre territoires urbains et ruraux. Si dans les espaces urbains nous pouvons considérer, sans trop d'erreur, que la population se répartie sur tout l'espace, il n'en est pas de même dans les communes rurales où une grande partie du sol n'est pas urbanisé. Prendre comme surface de référence la surface urbanisée, *a fortiori* à usage résidentiel, permet de comparer pour des territoires différents, leur intensité d'occupation du sol. Nous reviendrons plus en détail sur ces questions méthodologiques au Chapitre 3.

Enfin, la densité reste le premier indicateur discriminant entre les espaces urbains et ruraux. En effet, la distinction des types d'espaces ne peut se baser uniquement sur le choix d'un seuil d'habitants car cette définition statistique varie dans l'espace et dans le temps (Polèse et Shearmur 2009) ; elle est soumise au contexte démographique du pays ou de l'époque considérée. Par exemple, on ne peut identifier une ville française ou chinoise suivant un même critère de population. En France, une ville se définit par une population d'au moins 2 000 habitants, dont les habitations doivent être à moins de 200 mètres l'une de l'autre (définition INSEE). En Chine, une petite cité, appelée « *shi* », compte une population non agricole d'au moins 200 000 individus (Boquet 2009). On constate déjà que le seuil démographique n'est pas le même mais également que d'autres critères entre en jeu (éléments d'urbanisation ou conditions socio-économiques locales). Ainsi, distinguer espace urbain / non urbain suivant un seuil démographique minimal est souvent fallacieux et ne permet pas de comparaisons pertinentes. De fait, le critère de densité semble plus adapté : il renvoie assez bien à cette idée de concentration et permet de distinguer les espaces selon leur intensité d'occupation. En outre, il est un indicateur répliquable et comparable entre différents territoires.

Ainsi, le niveau de densité et sa variation sur l'espace sont révélateurs de l'organisation spatiale des territoires, leur étude nous renseigne sur :

- l'intensité d'occupation du sol et donc, si l'on se situe dans un centre urbain ou un espace rural ;
- une certaine taille de la ville-centre ou du pôle urbain, les densités dessinent une frontière entre les différents espaces (même si l'existence de couronnes périurbaines rend ces frontières floues) ;
- sur la structuration spatiale d'une aire urbaine, monocentrique ou multicentrique ;
- sur les types d'habitat (taille, hauteur, continuité du bâti) (cf Figure 7).

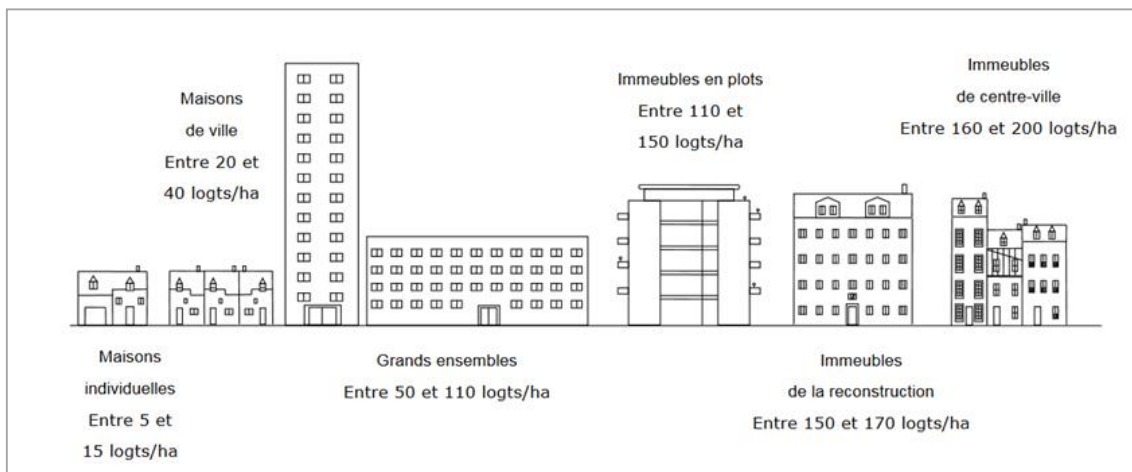


Figure 7 : Types d'habitat et densité

Source : (AUCAME 2008)

2.2 La notion de densité et de Ville Compacte dans les documents d'orientation et de planification

Si la densité apparaît aujourd'hui comme un élément clé de la Ville Durable, cette intensité d'utilisation du sol n'a pas toujours été recherchée par les décideurs publics. À partir de la fin du XVIII^{ème} siècle, la densité est associée à l'insalubrité et l'entassement des populations. À travers des discours et mesures hygiénistes, la ville « dense » est connotée négativement et les pouvoirs publics œuvrent en faveur de villes plus « aérées » et étalées. Après la Seconde Guerre Mondiale, la reconstruction et la rationalisation du territoire sont au cœur des politiques d'aménagement urbain en France (Touati 2010). Les Grands Ensembles, construits massivement dans les années 1950 pour répondre au besoin urgent de logements, deviennent le symbole de l'habitat social et signent le retour de la densité. Mais rapidement, ces concentrations de populations sont décriées du fait de la paupérisation et de la dégradation de ces quartiers. La prédominance du logement social et le phénomène de périurbanisation induisent une homogénéisation de la population résidente, les quartiers issus de la reconstruction concentrent alors les populations les plus déshéritées (classes populaires, immigrés). Pour les habitants, leur logement et environnement résidentiel relève moins d'un choix que d'une contrainte : l'offre de logements sociaux étant très localisée, les individus modestes n'ont d'autres choix que de se localiser dans ces quartiers (Bonvalet 2010). Les autorités publiques, au travers des opérations de « Grands Ensembles », ont donc participé à la concentration d'individus à faibles revenus (Selod 2004; Aissaoui, Bouzouina, et Bonnel 2015). Cette « densité sociale » subie par les résidents de ces quartiers est alors perçue comme vecteur de criminalité et d'externalités négatives, à l'origine des phénomènes auto-entretenus de ségrégation socio-spatiale (Fitoussi, Laurent, et Maurice 2004).

Depuis les années 1990 et la prise en compte des enjeux climatiques et énergétiques, le terme de densité « réapparaît » avec le concept de compacité urbaine. L'OCDE¹⁰ (2012) définit cette organisation spatiale au travers de différents critères clés :

¹⁰ Organisation de Coopération et de Développement Economiques

- i) *dense and proximate development patterns* : un développement urbain dense et compact, supposant une occupation du sol intense mais également une proximité entre les différents usages du sol, on parle alors de mixité fonctionnelle du sol. A l'inverse de la Ville Étendue, où les fonctions urbaines (résidences, emplois, commerces) sont spatialement séparées, la ville dense entend concentrer/rapprocher ces fonctions sur un même espace et limiter ainsi les déplacements ;
- ii) *urban areas linked by public transport systems* : la présence de réseaux de transport en commun est une des caractéristiques de la Ville Compacte. Ils permettent une mobilité moins énergivore et limitent les phénomènes de congestion ;
- iii) *accessibility to local services and jobs* : l'accessibilité aux commerces et aux services se fait à la fois par les réseaux et par l'organisation spatiale de la ville. La mixité fonctionnelle du sol permet de réduire la distance à ces différentes fonctions, les individus limitent leurs déplacements en nombre et en distance.

Le concept de Ville Compacte ne se limite donc pas à la seule maîtrise de la croissance urbaine mais il comprend des éléments relatifs aux transports, à l'usage des sols, à l'emploi ou à la gouvernance des politiques environnementales. Pour mieux prendre en compte et évaluer les multiples facettes de ce modèle urbain, l'OCDE (2012) propose un ensemble d'indicateurs clés dans lequel la densité de population apparaît ainsi que ses implications spatiales telles que les formes d'habitat ou la mixité d'usage des sols (cf Tableau 5).

Tableau 5 : Les indicateurs de la Ville Compacte

	Category	Indicator	Description
Indicators related to compactness	Dense and proximate development patterns	1. Population and urban land growth	Annual growth rate of population and urban land within a metropolitan area
		2. Population density on urban land	Population over the surface of urban land within a metropolitan area
		3. Retrofitting existing urban land	Share of urban development that occurs on existing urban land rather than on greenfield land
		4. Intensive use of buildings	Vacancy rates of housing and offices
		5. Housing form	Share of multi-family houses in total housing units
		6. Trip distance	Average trip distance for commuting/all trips
		7. Urban land cover	Share of urban land in a metropolitan area
	Urban areas linked by public transport systems	8. Trips using public transport	Share of trips using public transport (for commuting/for all trips) in total trips
		9. Proximity to public transport	Share of population (and/or employment) within walking distance (e.g. 500 metres) of public transport stations in total population
	Accessibility to local services and jobs	10. Matching jobs and homes	Balance between jobs and homes at the neighbourhood scale
		11. Matching local services and homes	Balance between local services and homes at the neighbourhood scale
		12. Proximity to local services	Share of population within walking distance (e.g. 500 metres) of local services
		13. Trips on foot and by bicycle	Share of trips on foot and by bicycle (for commuting/for all trips) in total trips
Indicators related to the impact of compact city policies	Environmental	14. Public space and green areas	Share of population within walking distance (e.g. 500 metres) of green space accessible to the public
		15. Transport energy use	Transport energy consumption per capita
		16. Residential energy use	Residential energy consumption per capita
	Social	17. Affordability	Share of household expenditure on housing and transport in total household expenditure
	Economic	18. Public service	Expenditure on maintaining urban infrastructure (roads, water facilities, etc.) per capita

Source : (OCDE 2012, p 87)

De même, dans un rapport commandé par l'OCDE, Hammer (2011) développe un indicateur environnemental pour les aires urbaines ou les régions, se basant sur plusieurs critères dont celui de la densité urbaine (Tableau 6).

Tableau 6 : Les indicateurs environnementaux de l'OCDE développés pour les régions et les aires urbaines

OECD environmental indicators developed for regions and metropolitan areas	
(i)	<i>urban density</i> (high density development index, densification index)
(ii)	<i>land cover and changes in land cover</i> (percentage of area covered by urbanised, agricultural and forested land; growth of urbanised, agricultural and forested land over time);
(iii)	<i>forest ecosystem and carbon absorption</i> (net primary productivity of regional vegetation);
(iv)	<i>CO₂ emissions</i> (CO ₂ emissions <i>per capita</i> , CO ₂ efficiency of production);
(v)	<i>air quality</i>

Source : (Hammer 2011)

Les experts et décideurs publics incluent donc le critère de la densité dans le concept plus large qu'est celui de la Ville Compacte. Cette dernière prend en compte les multiples « faits » urbains ayant trait aux enjeux de développement durable : de l'organisation spatiale aux flux de transport, en passant par la consommation énergétique du bâti et l'accès aux services.

2.3 Les outils de la Ville Compacte

La densité est donc un critère clé de la Ville Compacte, et sa mise en œuvre passe par différents instruments réglementaires, tarifaires ou d'aménagement (Schone 2010). Les décideurs publics ont à leur disposition la voie législative afin d'orienter le développement urbain ; ils peuvent également mettre en place des instruments tarifaires incitatifs tels que des taxes ou subventions. Enfin, la maîtrise de la croissance urbaine passe par l'intensification de l'occupation du sol déjà urbanisé. Les opérations de densification sont réalisées au travers de reconversions de friches urbaines, de projets de rénovation urbaine, ou *via* la compacité de tout nouveau projet urbain.

En France, le premier outil développé pour guider l'urbanisation est le Coefficient d'Occupation des Sols (COS) qui fixe la quantité minimale ou maximale de construction qu'il est possible d'établir sur un terrain. Créé dans les années 1950 sous le nom de coefficient d'utilisation des sols, ce ratio avait d'abord pour objectif de limiter les trop grandes densités en ville. Aujourd'hui, l'objectif est inverse avec la nécessité de maîtriser la croissance urbaine et de reconstituer la ville sur elle-même. Cette volonté se traduit en 2000 par la promulgation de la loi relative à la Solidarité et au Renouvellement Urbain (SRU), modifiant le code de l'urbanisme et stipulant notamment que les documents d'urbanisme et d'aménagement doivent permettre d'assurer :

- « L'équilibre entre le renouvellement urbain, un développement urbain maîtrisé, le développement de l'espace rural, d'une part, et la préservation des espaces affectés aux activités

agricoles et forestières et la protection des espaces naturels et des paysages, d'autre part, en respectant les objectifs du développement durable ;

- Une utilisation économe et équilibrée des espaces naturels, urbains, périurbains et ruraux » (Art L121-1, Légifrance 2000).

Les Plans Locaux d'Urbanisme (PLU) instaurés par cette loi proposent divers outils réglementaires relatifs à la maîtrise de l'étalement urbain. Ils prévoient tout d'abord un zonage du territoire permettant de préserver certaines zones de l'urbanisation¹¹ et d'orienter le développement urbain. De plus, un coefficient d'occupation des sols spécifique, fixant un seuil de densité, peut être appliqué à chaque zone afin d'éviter une urbanisation trop diffuse. La loi SRU abroge également le plafond légal de densité et le prélèvement pour dépassement du plafond légal, et instaure une compensation financière en cas de dépassement du COS.

La loi Grenelle I de 2009 vient conforter cette position en réaffirmant la priorité de lutte contre l'étalement urbain et la régression des surfaces agricoles et naturelles. Pour cela, les collectivités se fixent des objectifs chiffrés en termes de consommation d'espace et dans certaines zones, des seuils minimaux de densité pourront être décrétés (Légifrance 2009). La loi Grenelle 2 de 2010 impose des documents d'urbanisme (SCOT et PLU) plus prescriptifs en termes de densité et instaure un instrument tarifaire incitatif : le versement pour sous densité. Ce dispositif s'applique aux zones urbanisées / à urbaniser et consiste en une taxe imposée aux constructeurs s'ils ne respectent pas le seuil minimal de densité fixé par les autorités locales.

En 2014, la loi d'Accès au Logement et Urbanisme Rénové (ALUR) (Légifrance 2014) supprime le COS, outil finalement peu adapté aux enjeux de maîtrise de la croissance urbaine et trop réducteur : ce simple rapport ne permet pas de prendre en compte les formes ou la qualité urbaine (Légifrance 2014). Cette loi prévoit également la suppression des tailles minimales des terrains constructibles, pouvant conduire à la construction d'habitat individuel sur de très grandes parcelles. Enfin, la loi ALUR prévoit la suppression du contrôle des divisions de terrains bâtis. Cette mesure simplifie donc la division parcellaire qui s'avère être un bon outil de densification du tissu pavillonnaire. Ces divisions sont à l'origine de nombreux projets BIMBY (*Build In My Back Yard*) visant une densification « douce » des quartiers pavillonnaires. Ces projets consistent en la possibilité pour les particuliers de céder une partie de leur terrain afin d'y construire de nouveaux logements, et d'ainsi densifier le tissu urbain existant.

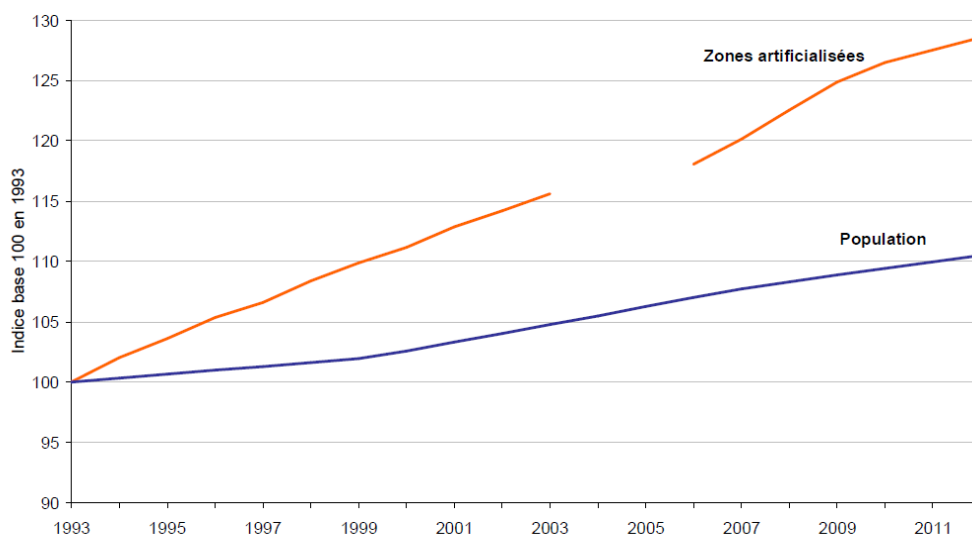
Depuis les années 2000, la France s'est donc clairement engagée en faveur de la préservation des ressources foncières en limitant l'étalement urbain et en incitant à la densification du tissu urbain déjà existant. Ces mesures se traduisent principalement au travers de règlements d'urbanisme et d'opérations d'aménagement urbain denses mais de nombreux autres outils sont mobilisés dans les autres pays. Aux Etats-Unis par exemple, les restrictions à l'étalement urbain prennent la forme de ceinture verte, les *urban growth boundaries*. Ces « lignes imaginaires » autour de la ville représentent la frontière entre l'urbain et le rural, au-delà de laquelle l'urbanisation ne peut s'étendre. Des « *preferential assesment* » sont également instaurés dans le but de préserver les terres non développées.

¹¹ Quatre types d'espaces sont distingués : zones urbaines, à urbaniser, agricoles, naturelles et forestières

Ces incitations financières sont octroyées aux propriétaires de terres agricoles ou naturelles en échange de leur engagement à ne pas modifier l'usage de leurs terres et ainsi retarder leur développement (Schone 2010). Enfin, des contributions d'urbanisme peuvent être demandées aux constructeurs. L'idée de ces contributions est de mieux répartir le coût de la croissance urbaine (extension des réseaux routiers ou d'énergie entre autres), qui est souvent répercuté sur toute la collectivité alors que les bénéfices ne concernent que quelques individus (les résidents des nouveaux lotissements).

En termes d'aménagement urbain, de nombreuses villes, notamment nord-américaines (Montréal, Vancouver, San Francisco, Pittsburgh), ont adopté le modèle du « *transit oriented-development* » (TOD). Cette organisation urbaine définie à l'échelle d'un quartier est basée sur la mixité d'usage du sol, l'accessibilité et la proximité. Plus particulièrement, il s'agit d'organiser l'espace urbain autour d'un pôle de transports en commun (tram, bus, métro...) dans un rayon de 400 à 800 mètres. Autour de ce pôle, l'espace est occupé par du résidentiel dense ainsi que des commerces et services de proximité. La densité d'habitat décroît avec la distance au pôle de transports et les infrastructures menant à celui-ci favorisent les modes de déplacement doux (marche, vélo). Cette organisation spatiale locale permet à ses résidents de bénéficier d'une grande proximité à leurs services quotidiens et d'adopter une mobilité moins polluante et moins énergivore.

Ainsi, on constate aujourd'hui et dans de nombreux pays que le modèle de la Ville Étalée n'est plus une structuration spatiale viable : trop de terres sont consommées relativement à la population qu'elle accueille (cf Figure 8) et les déplacements longs et fréquents sont source de pollution et de fortes consommations énergétiques. La Ville Compacte s'impose donc comme le modèle urbain « durable » à atteindre et avec elle, sa caractéristique spatiale principale, la densité.



Note : rupture de série entre 2004 et 2005 où l'enquête a été réalisée sur des échantillonnages restreints, série 2006-2010 révisée en juin 2012. France métropolitaine
Source : ministère chargé de l'Agriculture (SSP), enquête TerUti-Lucas, série révisée, juin 2013 - Insee, recensement de population

Figure 8 : Evolution des surfaces artificialisées et de la population entre 1993 et 2011

Source : (MEDDE 2013)

II. L'étalement urbain expliqué par l'Économie Urbaine

L'étalement urbain trouve ses origines dans les évolutions socio-économiques des sociétés, mais il est aussi possible d'expliquer ce phénomène par des choix économiques rationnels effectués par les ménages. Tout d'abord, si la ville constitue un lieu de concentration d'hommes et d'activités c'est parce qu'elle propose de nombreux avantages pour les firmes et les ménages. Les effets d'agglomération permettent aux premières de bénéficier d'interactions à moindre coût et d'infrastructures diversifiées. Pour les seconds, cette concentration est également source d'échanges, de proximité à des commerces et services diversifiés, et d'accès à des opportunités d'emploi plus importantes que sur tout autre territoire. Tous ces éléments concourent à polariser les agents en ville, ils constituent des effets centripètes. Néanmoins, la ville présente également des effets centrifuges contribuant à repousser les individus au-delà de ses frontières. Une trop grande concentration d'individus sur un même espace peut créer des nuisances (congestion, bruit) et un sentiment de surpeuplement, pouvant pousser certains d'entre eux à s'orienter vers des espaces moins denses (Burton 2000). En plus de ces comportements de fuite face à une occupation intense de l'espace, la périurbanisation des ménages peut s'expliquer au travers d'arbitrages individuels de localisation. Chaque individu, selon ses caractéristiques socio-économiques et ses préférences, expriment des choix résidentiels différents. Pour appréhender ces arbitrages, nous mobilisons les théories de l'Economie Urbaine qui abondent d'éléments explicatifs du phénomène d'étalement urbain. Nous nous proposons dans cette section de détailler ceux-ci afin de comprendre quels arbitrages ou attributs conduisent les individus à se localiser loin du centre urbain. Nous suivons pour cela la distinction faite par Mieszkowski et Mills (1993) et présentons dans un premier temps, et en rappelant les principes du modèle standard urbain, **les facteurs relevant de « l'évolution naturelle de la ville »** et dans un second temps, **les déterminants de déconcentration des populations liés aux arbitrages stratégiques**.

1. Les théories de l'évolution naturelle de la ville vers la Ville Etalée

Le phénomène d'étalement urbain peut dans un premier temps être appréhendé par les théories de l'évolution naturelle de la ville (Mieszkowski et Mills 1993). Selon ces travaux, les espaces urbains ne sont figés dans le temps, ils évoluent dans leur structure et composition suivant les transformations qui affectent la population résidente, participant à modifier les choix de localisation. Si l'arbitrage standard coût de transport / taille du logement reste le fondement du choix résidentiel, il est assorti de nouveaux facteurs impactant la décision finale de l'agent. Ainsi, l'évolution des conditions et modes de vie apparaît comme un déterminant de la localisation périurbaine : une **augmentation des revenus** conjuguée à de multiples **innovations dans le domaine des transports** induit une modification de la distribution spatiale des individus en faveur des périphéries, et donc un changement de la structuration urbaine. De même, les **arbitrages stratégiques des firmes** participent à ce phénomène : en choisissant de se localiser hors du CBD, elles constituent des points d'attraction pour les ménages en dehors du pôle urbain. Dans cette partie, nous présentons le traitement de ces trois phénomènes par les théories de l'Economie Urbaine et leurs implications sur l'organisation spatiale.

1.1 L'évolution des conditions socio-économiques des populations comme facteur de périurbanisation

Le modèle standard urbain développé par Alonso (1964), Mills (1967; 1972) et Muth (1969) est un modèle d'allocation des ressources guidant les choix de localisation résidentielle des individus. Dans ce modèle, l'espace est supposé totalement homogène et organisé autour d'un centre concentrant tous les emplois, le Central Business District (CBD). Ainsi, la seule caractéristique d'une localisation est la distance qui la sépare du centre. Les individus, supposés homogènes, travaillent au CBD et supportent pour cela des coûts de *commuting* ou de navette (entre le lieu de résidence et de travail). Leur choix de localisation repose donc sur l'accès à ce centre d'emploi. Dans ce modèle monocentrique, les individus sont prêts à payer un coût du logement élevé à proximité du CBD, profitant d'une grande proximité aux emplois et de faibles coûts de transport. En revanche, les localisations à distance de ce centre sont caractérisées par des coûts de transports élevés et donc une disponibilité à payer moins importante pour le logement. Les individus formulent donc en chaque point de l'espace, une rente d'enchère révélant le prix maximum pour une unité de sol qu'ils sont prêts à payer pour occuper une localisation donnée. Cette théorie s'inscrivant dans le cadre d'un marché concurrentiel, c'est au plus offrant que revient l'usage du sol en chaque localisation. La rente urbaine¹² est donc une fonction décroissante de la distance au CBD puisque les dépenses en transport sont supposées croissantes avec la distance à ce centre.

Ce mécanisme compensatoire qui s'opère entre coût de transport et coût du logement permet de parvenir à un équilibre urbain pour lequel tous les individus atteignent le même niveau d'utilité. À cet équilibre, aucun d'entre eux n'a d'incitation à changer de localisation (nous reviendrons plus en détail sur ce modèle fondateur au Chapitre 2). Sachant que la rente urbaine décroît avec la distance au CBD, les individus peuvent consommer plus de logement à mesure qu'ils s'éloignent du centre. À l'équilibre urbain, cela se traduit par le fait que la taille optimale du lot résidentiel croît avec la distance au centre. Ainsi, le phénomène de périurbanisation des ménages trouve dès le modèle standard de microéconomie urbaine, des ressorts théoriques du simple fait de l'arbitrage entre coût de transport et coût du logement : les individus sont prêts à se localiser en périphérie et supporter des coûts de *commuting* importants en contrepartie de grands logements. Un tel arbitrage est d'autant plus vrai lorsque l'individu souhaite accéder à la propriété (Cavailhès et Selod 2003).

En toute logique, une augmentation du revenu contribue à augmenter l'utilité des individus par le biais d'une consommation plus importante de biens et de logement, qui sont considérés comme des biens normaux. On montre qu'une hausse du niveau de revenu se traduit par une augmentation de la demande de logement sur tout l'espace. Sachant que les grands logements se situent à distance du centre du fait d'une rente urbaine faible, les individus adressent leur nouvelle demande résidentielle vers ces espaces. Ainsi, les individus enchérissent sur les localisations périphériques afin d'accéder à un habitat plus spacieux, induisant d'une part, l'aplatissement des gradients de rente urbaine et de densité (les rentes et densités centrales baissent au profit des espaces périphériques); et d'autre part une croissance physique de la ville vers les espaces non urbanisés (Fujita 1989).

¹² Nous parlerons de rente urbaine lorsqu'il s'agit des prix des logements, de rente foncière lorsqu'il s'agit du prix de la terre en milieu urbain, et de rente agricole pour le prix des terres « non développées » et donc réservées à un usage non urbain – généralement agricole – et situées en dehors de la ville

Ce raisonnement est valide tant que les hypothèses du modèle standard sont soutenues, à savoir que :

- les coûts de transport dépendent strictement de la distance qui sépare lieu d'habitat et centre d'emploi, et qu'ils sont donc constants du revenu ;
- le logement est un bien normal dont la consommation augmente avec le revenu de l'individu (Fujita 1989).

Cependant, la première hypothèse n'est vraie que si les coûts de transport ne représentent que les coûts monétaires de déplacement, strictement proportionnels à la distance parcourue. Or, si l'on considère le coût de transport généralisé, intégrant le coût temporel, les individus n'ont pas intérêt à s'éloigner du centre urbain lorsque leur revenu augmente. En effet, si l'on considère le coût de transport comme un coût d'opportunité, le temps passé à se déplacer est un temps de travail perdu et par conséquent une perte de ressources financières potentielles. Dans ce cas, quand le revenu des individus augmente, le coût de transport croît également et les individus n'ont pas intérêt à se localiser à distance du CBD. Wheaton (1977) démontre alors que l'hypothèse du modèle standard selon laquelle la consommation de logement croît avec le revenu est valable si et seulement si l'élasticité revenu du coût de transport est inférieure à l'élasticité revenu de la demande de logement. Dans ce cas, et comme le prouvent de nombreuses analyses en statique comparative (Wheaton 1974; Fujita 1989; Brueckner 1987), une hausse du revenu repousse les frontières de la ville vers ses espaces contigus non développés. On assiste alors simultanément à un effet de déversement intra-urbain de la population, des zones centrales vers les couronnes périphériques, et à une croissance physique de l'espace urbanisé sur des terres agricoles ou naturelles.

1.2 Innovations technologiques de transport et choix de localisation

Le second paramètre clé régissant les choix de localisation est le coût de déplacement que les individus supportent pour se rendre sur leur lieu de travail situé au centre. Comme mentionné précédemment, un coût de déplacement peut être décomposé en un coût monétaire et temporel, on parle alors de coût de transport généralisé. Lorsque ce coût baisse, les individus peuvent parcourir plus de kilomètres avec un même niveau de ressources (monétaires ou temporelles également). Une diminution des coûts de transport permet aux individus de « s'affranchir de la distance » et de se localiser toujours plus loin du centre. Pour ce faire, soit le coût d'usage du mode de déplacement doit diminuer pour que l'individu puisse en consommer plus, soit le coût temporel doit baisser, ce qui se traduit généralement par une augmentation de la vitesse de déplacement.

L'amélioration de la qualité des infrastructures routières et les innovations dans les modes de transport ont permis ce gain de vitesse de déplacement. En revanche, cela n'a pas contribué à baisser la durée des trajets des individus puisque ce gain de temps a généralement été réinvesti dans le parcours de distances plus grandes. L'individu arbitre donc en faveur d'une plus grande accessibilité plutôt qu'un gain de temps : il étend l'espace qui lui est accessible en conservant le même temps de transport. Cette constance du budget-temps de transport des individus est plus connue sous le nom de « conjecture de Zahavi » (Zahavi et Ryan 1980). Cette conjecture a souvent été validée empiriquement. On montre par exemple qu'en France, le nombre de kilomètres parcourus par personne étaient de 17,4 km en 1982 contre 25,2 en 2008, avec une durée de déplacement moyenne sensiblement identique (environ 17 minutes) (cf Tableau 7). Ainsi, les

individus ne profitent pas du gain de vitesse pour réduire leur temps de parcours, ils préfèrent réinvestir ce temps dans une distance parcourue plus grande.

Tableau 7 : Evolution des déplacements locaux en France de 1982 à 2008

	1982	1994	2008
Nombre de déplacements quotidiens par personne	3,34	3,16	3,15
Temps quotidien passé en déplacement par personne (en mn)	54,8	54,7	56,3
Distance quotidienne parcourue par personne (en km)	17,4	23,1	25,2
Durée moyenne d'un déplacement (en mn)	16,4	17,3	17,9

Source : La Revue du CGDD 2010

Les travaux de Baum-Snow (2007a; 2007b) traduisent également ce fait. Entre 1950 et 1990, de nombreuses métropoles américaines ont bénéficié de la construction de *highways* (routes à grande vitesse). Cette amélioration de la qualité des infrastructures a permis une augmentation de la vitesse de déplacement mais n'a pas induit une baisse des distances parcourues : « *the national road network was designed to link far away places and not to facilitate local commuting* » (Baum-Snow 2007a, p1). L'individu réinvestit donc ce gain de temps en augmentant son espace accessible. De ce constat, Baum-Snow (2007b) tire des implications quant à la périurbanisation de la population : cette dernière devrait « s'étaler » le long des voies de circulation à grande vitesse et la démographie du centre urbain devrait décliner avec le nombre d'autoroutes (Baum-Snow 2007b). Il confirme ces intuitions en comparant les taux de *suburbanisation* de la population de différentes aires urbaines, selon leurs dotations en infrastructures routières à grande vitesse. Ses résultats indiquent que chaque autoroute supplémentaire engendre une baisse de 9% de la population du centre urbain. Si aucune de ces infrastructures n'avait été construite, la population des centres urbains aurait augmenté de 8% (compte tenu de la démographie nationale) au lieu de décliner de 17% sur la période. Selon l'auteur, la construction de ces infrastructures autoroutières est responsable pour près d'un tiers du déclin démographique des centres urbains sur la période 1950-1990 (Baum-Snow 2007a). Edmonston *et al.* (1985) avançaient déjà ces arguments pour expliquer la différence de déconcentration des populations entre des villes canadiennes et américaines, ces dernières affichant une dotation en infrastructures routières et en automobiles plus importantes.

La baisse du coût de transport peut également se traduire par une diminution du coût d'usage et pas seulement par un gain de vitesse. Le modèle standard urbain mobilisé jusqu'ici ne considère qu'un seul et unique mode de transport. Pourtant, les innovations technologiques dans ce domaine et leur démocratisation participent également à la périurbanisation des populations. Dans leur article, LeRoy et Sonstelie (1983) réalisent une analyse dynamique de l'équilibre spatial en considérant deux modes de transport, différenciés par leur vitesse, ainsi que deux types de population, une riche et une pauvre. Au contraire du modèle standard, ils supposent que l'élasticité revenu des coûts de transport est supérieure à l'élasticité de la demande de logement, impliquant que les plus riches privilégient à l'origine les localisations centrales¹³. L'introduction d'une nouvelle technologie de transport plus rapide va modifier l'organisation spatiale de la ville et favoriser la périurbanisation des populations par étapes, suivant l'évolution du coût de cette innovation. Dans un premier temps, la technologie est trop chère pour les deux catégories de population et aucune

¹³ Les plus riches ayant une valeur du temps plus élevée, leur coût de déplacement généralisé est plus élevé que celui des individus modestes, ils préfèrent donc se localiser à proximité du centre et réduire leur temps de navettage

d'elles ne l'utilisent ; les riches restent localisés à proximité du CBD. Dans un deuxième temps, le coût de ce mode rapide baisse et devient accessible aux plus aisés. La population riche peut désormais parcourir de plus longues distances plus rapidement à un coût identique, sa demande de logement s'oriente vers la périphérie. Dans un troisième temps, le coût du mode rapide baisse encore et devient accessible à toute la population, même aux plus déshérités ; tous les individus se localisent en périphérie, faisant augmenter le niveau de rente dans ces espaces. Cette inflation immobilière périurbaine contrebalance alors l'effet « gain de temps » du mode rapide. Les riches, qui ont toujours une valeur du temps plus élevée, ont alors intérêt à se relocaliser à proximité du CBD pour réduire leurs coûts de déplacement. Ils retournent à leur localisation initiale. LeRoy et Sonstelie (1983) démontrent ici que si un seul mode de transport est disponible, alors les riches proposent une rente d'enchère élevée pour bénéficier des localisations centrales et les pauvres se voient dans l'obligation de vivre dans la première couronne périphérique. En revanche, lorsqu'un mode rapide est introduit, les plus aisés profitent de la baisse des coûts de transport pour se relocaliser en périphérie, jusqu'à ce que cette technologie de transport soit accessible à tous. L'introduction d'un mode de déplacement plus rapide conduit donc à la périurbanisation de tout ou partie de la population au travers de la baisse du coût de transport.

Ces différents éléments relatifs aux innovations de transport sont assez bien résumés par la théorie des « trois âges » de la ville développée par Newman et Kenworthy (1998) et reprise par Pouyanne (2007) dans ses travaux. Cette théorie met en lien choix modal et forme de la ville et démontre que plus la technologie de transport disponible est rapide et plus la taille de la ville sera importante. Au regard des évolutions historiques, trois âges de la ville se détachent :

- la ville pedestre, dans laquelle les individus se déplacent à pieds. Les temps de parcours étant longs, la ville est restreinte physiquement (rayon de 5 kilomètres) et compacte, elle concentre toutes les activités (voir Figure 9, schéma supérieur) ;
- la ville des transports en commun, permettant le parcours de distances plus grandes plus rapidement. La ville s'étend de façon réticulaire, suivant les grands axes de transport (à 30 kilomètres environ du centre) (Figure 9, schéma au centre) ;
- la ville de l'automobile, dans laquelle les gains de vitesse sont tels que les individus peuvent se localiser toujours plus loin du centre urbain (plus de 40 kilomètres). De plus, la voiture permet de s'affranchir des grands axes de transport, l'urbanisation peut alors se réaliser de façon diffuse et non continue. (Figure 9, schéma inférieur).

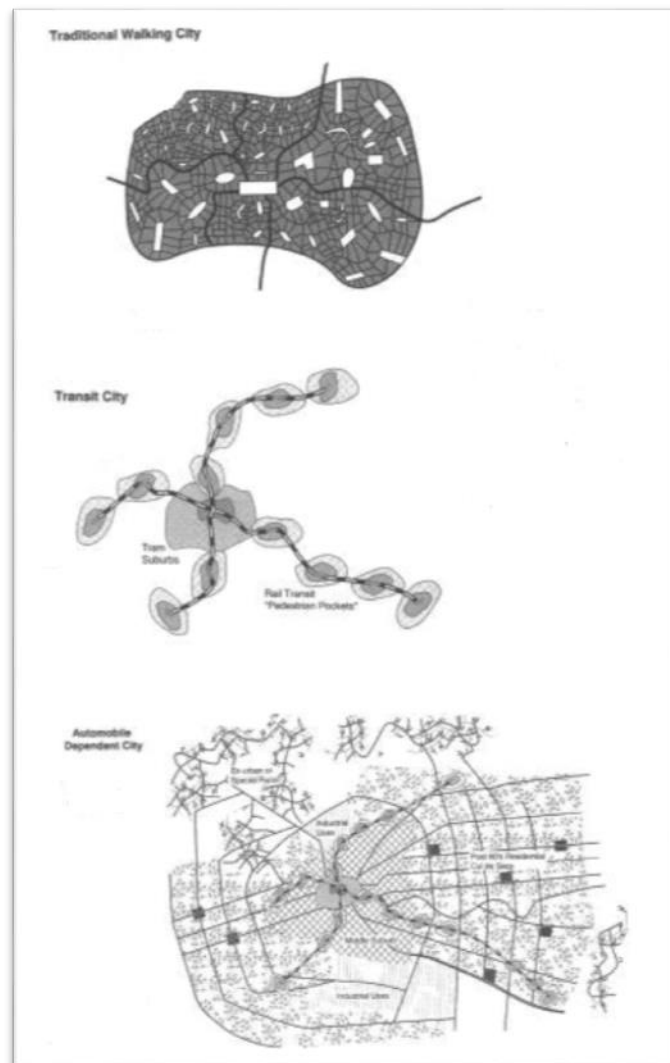


Figure 9 : Les trois âges de la ville

Source : (Newman et Kenworthy 1998 tiré de Pouyanne 2007)

Ainsi, plus les modes de transport disponibles sont rapides et plus l'espace couvert par les individus est grand. Les innovations technologiques et d'infrastructures de transport permettent aux agents de s'affranchir de la distance et de se localiser toujours plus loin du centre d'emploi.

1.3 Suburbanisation des activités et multipolarisation urbaine

La déconcentration spatiale n'est pas un phénomène associé uniquement aux ménages mais elle concerne également les emplois et activités économiques. Plus tardif que pour les populations, le phénomène de suburbanisation des entreprises s'amorce dans les années 1980 et s'intensifie dans les années 1990 (Boiteux-Orain et Huriot 2002; Gaschet 2001; Lejoux 2015). Bien que cette déconcentration ait été moins forte que celle des populations (Macauley 1985; Small et Song 1994), elle constitue néanmoins une évolution spatiale marquante de la fin du XX^{ème} siècle (Gilli 2004) ayant contribué à recomposer l'espace, non plus sur un modèle monocentrique, mais en induisant l'émergence de nouvelles centralités (Baumont 1990). Dès les années 1980, la théorie microéconomique urbaine s'intéresse aux villes multacentriques, organisées autour de plusieurs centres d'emploi et à l'émergence de ces centres dits « secondaires ». McMillen (2004) définit un *subcenter* (centre secondaire) comme « *a concentration of firms large enough to have significant effects on the*

overall spatial distribution of population, employment and land prices ». Dans ce cas, les centres secondaires s'apparentent au centre urbain principal, dans leurs fonctions et leur pouvoir d'attraction. Ils constituent de véritables centres structurants concurrents du CBD telles les *edge city* décrites par Garreau (1991). L'espace urbain peut donc être qualifié de multi ou polycentrique. Lorsque les centres secondaires sont complémentaires au centre historique, on parle alors de multipolarisation ou métropolisation de l'espace (Aguilera et Mignot 2011). Dans les deux cas, ces centres secondaires d'emploi constituent de nouveaux points d'attraction pour les ménages. Une localisation résidentielle périphérique est également synonyme d'accessibilité à l'emploi, aux commerces et aux services.

Au regard des théories d'économie urbaine, la déconcentration des populations apparaît comme un choix rationnel de localisation résidentielle. Compte tenu de l'évolution de l'organisation spatiale de certaines villes vers un modèle polycentrique, la décentralisation des ménages peut s'entendre comme la recherche de proximité à de nouveaux pôles d'emploi. Selon leur poids et leur composition économique, certains pôles secondaires agissent comme de véritables centres structurants en fixant les travailleurs dans leur espace de proximité. La multipolarisation apparaît alors comme un phénomène circulaire et cumulatif : les entreprises gagnent les périphéries car leur clientèle et leur main d'œuvre y vit et y consomme ; l'implantation de ces firmes, source d'emplois, constitue un argument supplémentaire pour certains ménages de se relocaliser en couronne périurbaine. Par ailleurs, si le marché constitué des résidents du périurbain est suffisamment grand, alors il constitue une incitation à la *suburbanisation* des firmes issues de la sphère présenteielle (commerces de détails, services aux particuliers). La déconcentration de certaines firmes peut à son tour engendrer une nouvelle vague de périurbanisation de la population, attirée par les services et emplois à proximité. S'il est difficile de d'établir de qui « *jobs follow people* » ou « *people follow jobs* », la déconcentration de certains emplois a sans aucun doute participé à la relocalisation massive de ménages en périphérie des villes.

Dans les théories d'Economie Urbaine, **le phénomène d'étalement urbain s'explique d'abord par l'évolution des conditions socio-économiques des individus** qui se traduit, en termes plus économiques, par la modification de certains paramètres clés du modèle de localisation. La hausse du revenu s'est retranscrite par un accroissement de la demande de logement. Disposant de plus de moyens, les individus se sont vu donner l'opportunité d'accéder à des espaces de vie plus grands. Ils se sont pour cela tournés vers les espaces périurbains, pourvoyeurs de foncier peu cher et en grande quantité. L'accès à de grandes habitations éloignées des centres urbains a été facilité par une modification des modes de transport. Le développement de l'automobile et des infrastructures dédiées ont permis un gain de vitesse de déplacement remarquable, réinvesti dans le parcours de distances toujours plus grandes. En se localisant massivement dans le périurbain, les individus ont fait le choix de parcourir toujours plus de distance pour consommer plus de logements. Ainsi, le coût temporel de déplacement semble être négligeable dans les arbitrages des agents. Quand leur revenu augmente, seule semble compter l'utilité supplémentaire retirée d'une consommation plus grande de logement, mais pas la désutilité du temps de trajet induite par l'éloignement. Dans ce cas, l'élasticité-revenu du logement est plus importante que celle des coûts de transport. Pourtant, dans ces travaux, Wheaton (1977) parvient à des élasticités comparables, sous-entendant que l'avantage retiré d'un plus grand logement est diminué de la désutilité d'un plus grand temps de trajet. Ce résultat devrait conduire à une localisation des ménages à hauts revenus vers les centres urbains

afin de limiter le temps passé dans les transports. Cependant, dans les faits, on observe régulièrement que ces ménages aisés résident en espaces périphériques. La distribution spatiale des revenus suppose donc qu'il existe d'autres déterminants de localisation, incitant les ménages aisés à se tourner vers les couronnes périurbaines. Ces facteurs centrifuges résident principalement dans les attributs spatiaux que présente chaque localisation, qu'ils aient trait à son environnement naturel, historique ou social.

2. Les préférences et stratégies des ménages comme déterminants de la localisation résidentielle périurbaine

Le modèle standard urbain considère toutes les localisations comme homogènes, dépourvues de caractéristiques propres hormis la distance qui les sépare du centre. De même, dans ce modèle canonique, tous les individus sont semblables ; ils réalisent donc les mêmes choix résidentiels. Partant de cette base théorique, la localisation des individus ne dépend que de leur capacité d'enchère et de leur arbitrage entre proximité au centre et taille du logement. Si le modèle urbain standard était la norme, alors toutes villes seraient identiquement organisées et seul le revenu des individus serait source de tri spatial : les ménages modestes vivraient dans de petits logements à proximité du centre tandis que les plus aisés résideraient dans de grands pavillons en périphérie. Ce modèle décrit une ville caractéristique de l'Amérique du Nord, mais il n'est pas représentatif de la ville type européenne pour laquelle le schéma socio-spatial est renversé. Alors, comment expliquer ces différentes structurations spatiales ? De nombreux développements théoriques se sont attelés à ces questionnements en intégrant de nouveaux déterminants de localisation. Tout d'abord, **tous les ménages ne sont pas semblables**, chaque individu se caractérise par son sexe, son âge, son mode de vie et ses préférences. Ces particularités orientent les choix résidentiels de chacun et les rendent spécifiques. De même, **l'espace ne s'apparente pas à une grande plaine vide de caractéristiques**, mais il se compose de territoires marqués par des attributs spatiaux particuliers. Parmi ces attributs, on distingue généralement les **aménités historiques, naturelle et modernes**, développées dans les travaux de Brueckner *et al.* (1999). Les espaces sont également caractérisés par le bâti qui le compose. Selon l'époque de construction des logements, et *a fortiori*, selon la période d'urbanisation des espaces, ceux-ci ne présentent pas le même niveau d'attractivité. Suivant les théories issues des *Vintage Models* (Anas 1978; Brueckner 1980; Brueckner et Rosenthal 2009), les logements neufs proposent un niveau de service résidentiel élevé, rendant ces habitats attractifs pour les individus. Le **logement** s'apparente alors à un attribut spatial. Enfin, l'existence d'une population hétérogène induit des **externalités de voisinage**. Les individus, qu'ils vivent auprès d'une population qui leur ressemble ou non, créent au travers de leurs interactions des externalités positives ou négatives entre eux. Ainsi, les individus effectuent des arbitrages de localisation plus complexes en prenant en compte à la fois leurs besoins et préférences et les caractéristiques spatiales locales. Dans cette partie, **nous appréhendons la localisation périurbaine comme le résultat de l'hétérogénéité des individus et de l'espace**. Le choix résidentiel périurbain est guidé d'une part, par des **préférences et arbitrages individuels spécifiques** et d'autre part, par des **attributs spatiaux localisés**, qu'ils relèvent d'aménités au sens de Brueckner *et al.* (1999), des caractéristiques des logements, ou de l'environnement social.

2.1 Le positionnement dans le cycle de vie comme déterminant du choix résidentiel

Suivant la position de l'individu dans le cycle de vie, les motivations résidentielles diffèrent et induisent les choix de localisation, on parle généralement de parcours résidentiel. Détang-Dessendre *et al.* (2004) analysent ce phénomène en distinguant deux motivations : une professionnelle ayant trait à l'activité économique de l'individu et une résidentielle. L'espace est caractérisé par un gradient urbain-rural qui décrit à la fois l'emploi et le logement. Le gradient urbain-rural associé à l'emploi permet de distinguer des centres d'emploi selon leur taille (urbain, périurbain et rural sous influence urbaine), tandis que le gradient urbain-rural associé au logement suppose une augmentation de la taille des logements avec la distance au centre. Les résultats de cette étude prouvent que selon l'âge et la composition du ménage, les motivations n'ont pas le même poids. La motivation professionnelle est très prégnante pour les jeunes adultes et la probabilité qu'ils se localisent dans les centres urbains est forte. Une localisation dans les grands centres d'emploi augmente leurs chances d'embauche à un poste en adéquation avec leurs qualifications. Ce besoin de proximité au centre d'emploi est d'autant plus important en début de carrière. En revanche, la motivation résidentielle prend le pas avec l'âge de l'individu et la taille du ménage. Comme le montrent de nombreux autres travaux (Fujita 1989; Ioannides 2004; Aissaoui, Bouzouina, et Bonnel 2015), plus le ménage est grand et plus la probabilité de se localiser dans le périurbain augmente (et inversement). Ainsi, les familles ont tendance à se localiser en périphérie des villes, alors que les familles monoparentales préfèrent la proximité au centre. De même, les individus déjà établis financièrement et souhaitant accéder à la propriété ont tendance à se tourner vers les espaces périurbains. Enfin, les retraités n'ayant plus d'enfants à charge préfèrent également la périphérie voire les zones rurales pour profiter d'un environnement résidentiel calme et verdoyant (hormis pour les personnes âgées isolées et dépendantes qui, elles, se localisent en centre urbain pour bénéficier d'une assistance médicale). Ces travaux démontrent donc bien que le choix de localisation dépend également de la position de l'individu dans le cycle de vie, de laquelle découle des motivations différentes.

2.2 Le poids des attributs spatiaux dans les arbitrages individuels

Afin de lever l'hypothèse d'homogénéité spatiale établie dans le modèle canonique urbain, Brueckner, Zenou et Thisse (1999) développent un modèle de localisation dans lequel l'individu choisit sa résidence selon l'arbitrage standard mais également en fonction des aménités présentes localement. Ces aménités sont induites par des attributs spatiaux différenciés et propres à chaque espace. L'utilité de l'individu dépend alors de sa consommation de logement et de biens mais également du niveau d'aménité dont il peut bénéficier suivant sa localisation résidentielle. Brueckner *et al.* (1999) distinguent trois types d'aménités :

- les aménités exogènes naturelles : associées aux espaces périphériques ou ruraux, ce sont les attributs topographiques naturels des espaces (rivière, forêt...) ;
- les aménités exogènes historiques : particulièrement présentes dans les centres-villes européens, elles relèvent du bâti historique et remarquable ;
- les aménités endogènes modernes : associées également aux centres urbains, elles correspondent aux activités culturelles (cinémas, théâtres, musées) et de loisirs (restaurants, cafés, infrastructures sportives).

Les auteurs distinguent aménités exogènes et endogènes : alors que les premières relèvent du passé historique ou de simples dotations naturelles, les secondes dépendent des conditions socio-économiques des habitants du quartier. Les aménités modernes sont donc généralement induites par la présence de classes aisées ou supérieures ayant un attrait particulier pour les services culturels et « urbains ». Dans ce modèle, les attributs spatiaux entrent dans le choix résidentiel des ménages ; et si certains d'entre eux favorisent une localisation centrale (aménités historiques et modernes), les aménités naturelles, particulièrement présentes en dehors de la ville, poussent à la déconcentration des populations. Cette périurbanisation relève à la fois de la préférence des individus pour les espaces « ouverts » et peu denses et pour la qualité paysagère associée à ces espaces.

Cette valorisation des aménités périphériques a été validée par de nombreux travaux empiriques. Wu *et al.* (2004) évaluent la disponibilité à payer des individus pour les localisations proches d'*open space* (parcs, rivières, franges urbaines) et présentant une urbanisation peu dense. Pour cela, ils mobilisent la méthode d'évaluation hédonique des prix du logement appliquée à l'aire urbaine de Portland. Leurs résultats prouvent que les individus sont prêts à payer plus cher un logement à proximité d'aménités naturelles et dans un espace faiblement occupé, la densité de développement (nombre de logements par mile) ayant un effet négatif sur le prix du bien. De plus, les ménages semblent fortement valoriser la vue dont ils bénéficient de leur habitation : lorsque l'« altitude » du logement augmente de 10%, le prix du bien augmente lui de plus de 2%. Cette valorisation du paysage rural et ouvert est également confirmée par les travaux de Cavailhès *et al.* (2007; 2009) qui évaluent, au travers d'un modèle hédonique et des outils SIG (Systèmes d'Information Géographique), le prix des attributs du paysage périurbain dijonnais. Tout d'abord, leurs travaux démontrent que les individus sont « myopes », c'est-à-dire qu'ils sont plus sensibles aux attributs proches qu'éloignés. C'est moins l'environnement que le paysage directement vu par la fenêtre qui influe sur le prix du logement. Ainsi, au-delà d'une centaine de mètres, les attributs paysagers ne comptent que peu dans le prix du bien. Par exemple, un arbre arboré vu à moins de 70 mètres présente un prix hédonique de plus de 1200 €. Une surface agricole d'un hectare comprise dans les 71 à 140 mètres de l'habitat valorise le bien de 39 €. On constate donc que les individus valorisent fortement un paysage rural et agricole, ils sont donc prêts à supporter un coût de transport plus élevé contre un environnement résidentiel « vert » et peu dense. La présence d'aménités naturelles à la frontière de la ville est donc vecteur d'étalement urbain.

Enfin, il est important de noter que les instances publiques locales jouent un rôle dans l'organisation spatiale des villes, principalement au travers de leurs décisions d'aménagement urbain. Lorsque les aménités relèvent de choix politiques, leur localisation se révèle stratégique et les décideurs publics ont tout intérêt à considérer les effets induits de leurs décisions. Dans leurs travaux, Wu et Plantiga (2003) étudient l'impact de la localisation des *public open space* sur la structure spatiale de la ville et sur les choix résidentiels des individus. Ces *public open space* sont détenus, gérés et aménagés par les pouvoirs publics dans le but de préserver des terres non urbanisées. Ils constituent pour les individus des zones préservées et de loisirs. Ces aménités naturelles peuvent prendre différentes formes : des parcs urbains situés en ville, des corridors écologiques ou des *greenbelt* (ceinture verte) situés à la frontière de l'aire urbaine. Selon leur localisation et leur taille, ces *open space* ne procurent pas le même niveau d'aménité aux individus et leur impact sur la forme urbaine est différencié. Dans le cas d'*open space* situés à distance du centre-ville, tels que les corridors ou *greenbelt*, la préférence des individus pour ces aménités les incite à se localiser à proximité d'eux. Pour profiter

de ces espaces préservés, les ménages sont donc prêts à se localiser loin du centre, entraînant une expansion de la ville. Cet étalement urbain se fait sous forme d'une urbanisation peu dense, tout autour de l'espace préservé, mais en continuité de l'espace urbain (Figure 10, c et d). Le cas du parc urbain est plus ambigu (Figure 10, b). Localisé en ville, il n'est *a priori* pas facteur d'étalement urbain. Dans un de ces articles précédent (Wu 2001), l'auteur préconise même l'établissement de ce type d'*amenity spots* en ville pour limiter la périurbanisation. Cette concentration d'aménités vertes contribue en effet à intensifier l'usage du sol proche, relâchant ainsi la pression sur les terres périphériques. Cependant, un trop grand niveau d'aménité peut induire l'effet inverse et contribuer à étendre la ville par deux biais. Le premier réside dans l'attractivité de la ville qui, proposant un haut niveau d'aménité, bénéficie de migrations contribuant à sa croissance démographique et physique. Le second relève d'un effet centrifuge dû à la congestion. Si le niveau d'aménité est fortement dépendant de la distance au parc, alors son environnement direct est caractérisé par une urbanisation très dense induisant de la congestion. Cette suroccupation de l'espace constitue alors une désaménité pour les individus venant annuler les bénéfices tirés de l'*open space*. Certains ménages préfèrent se relocaliser dans des quartiers moins denses, notamment en périphérie. Enfin, les autorités publiques peuvent choisir de préserver un espace à une distance importante du centre-ville, entraînant cette fois un développement périurbain en saut de mouton (*leapfrog development*). L'espace urbanisé se compose de deux zones : la première composée du centre urbain et la seconde organisée autour de l'*open space*, les deux étant séparées par un espace agricole. Ce type d'*open space* participe donc à l'étalement urbain non continu et diffus : la zone résidentielle qui l'entoure est peu dense, seuls quelques ménages acceptent de vivre à une grande distance du centre, et de payer de lourds coûts de transport pour bénéficier de cette aménité. Ces travaux prouvent que la politique menée en faveur des espaces préservés joue également un rôle dans les choix résidentiels des individus : selon leur localisation et le niveau d'aménité qu'ils procurent, les *public open space* peuvent participer à l'étalement urbain.

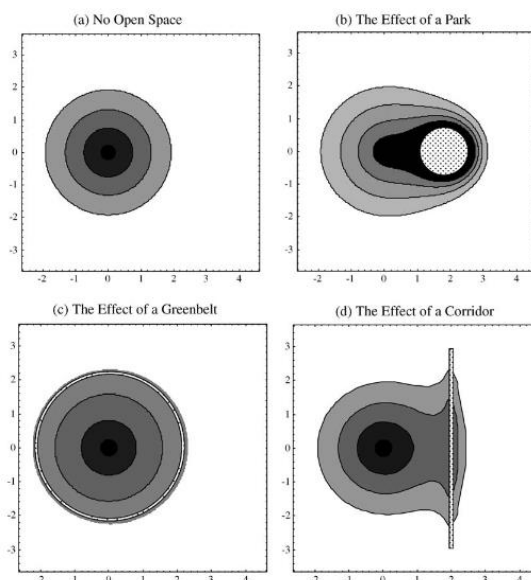


Figure 10 : Effet du type d'open space sur l'organisation spatiale

(a : pas d'*open space*, b : parc urbain, c : ceinture verte, d : corridor)

Source : (Wu et Plantinga 2003)

Nous avons montré jusque-là que les espaces périurbains profitent d'aménités naturelles exogènes attractives pour les ménages. Cependant, ces espaces bénéficient d'un autre attribut, totalement exogène lui aussi : « l'ordre des choses », ici appliqué à l'urbanisation. Suivant les différentes étapes d'urbanisation, les pôles urbains sont marqués par un habitat plus ancien alors que l'espace périurbain propose des logements plus récents. La croissance urbaine traduit donc une segmentation de l'espace selon la période de construction du bâti. Les modèles urbains prenant en compte l'âge des logements sont plus connus sous le nom de *Vintage Models*, dont les premiers développements ont été réalisés par Anas (1978) et Brueckner (1980; 1981)¹⁴. Bien que le logement soit un bien durable, ces modèles supposent que le bâti n'a pas une durée de vie infinie et qu'avec le temps, les biens immobiliers se dégradent. En intégrant cette dégradation, ces modèles dynamiques décrivent des cycles urbains. Dans un premier temps, un centre urbanisé se forme du fait d'une concentration d'hommes et d'activités. Ce centre est rapidement entouré de banlieues, puis enfin d'une urbanisation plus lointaine et plus récente. A mesure que le temps passe, toute l'urbanité se dégrade ; le centre en premier lieu puisqu'il est le plus ancien. Lorsque le délabrement est tel que plus aucun individu ne veut résider dans le centre, des opérations de démolitions/reconstructions sont entreprises. Ce renouvellement urbain fait maintenant du centre-ville l'espace le plus neuf de l'aire urbaine. Viendra ensuite le renouvellement des banlieues puis des couronnes périurbaines et ainsi de suite. Les logements sont ainsi différenciés par leur date de construction et de celle-ci découle un niveau de service résidentiel offert par le bien. Suivant Brueckner et Rosenthal (2009), ce niveau de service décroît avec l'âge du bâti et est intégré dans les arbitrages résidentiels des agents. Ainsi, un bâtiment récent est synonyme d'un haut niveau de service résidentiel tels que le confort, une faible consommation énergétique, la présence d'un ascenseur ou l'isolation phonique... La date de construction devient alors un attribut du logement, directement intégré dans la rente proposée par les individus ou attendue par les promoteurs. Suivant le fonctionnement concurrentiel du marché immobilier, les biens les plus récents seront essentiellement occupés par des ménages à haut revenu. En mettant en lien cycles urbains et niveau de service résidentiel, les habitats les plus attractifs se situent donc dans les couronnes périphériques urbanisées plus tardivement. La recherche de l'attribut « neuf » du logement guide les choix résidentiels des individus vers les espaces périurbains.

2.3 Phénomène de *flight from blight* et recherche d'entre soi

Selon Cavailhès (2009a, p7) « les ménages qui ont les mêmes paramètres (revenu, coût du temps et goûts identiques) aboutissent à des choix identiques (aux impondérables individuels près) et ils se localisent donc spontanément à proximité les uns des autres, alors que d'autres ménages, qui ont des caractéristiques différentes, choisissent d'autres localisations ». Le marché du foncier et son fonctionnement concurrentiel produit donc un espace ségrégué socialement et spatialement : on observe sur un territoire des espaces hétérogènes mais composés en leur sein d'une population homogène. Ce tri socio-spatial se traduit dans le modèle standard urbain par une occupation au centre des classes populaires et une localisation des riches en périphérie. Cette organisation spatiale est le fait du marché immobilier, les plus modestes n'ayant pas les moyens d'accéder aux grands logements périurbains, mais également le résultat d'une mobilité contrainte. Glaeser *et al.* (2008) développent un modèle urbain dans lequel deux types de population cohabitent - riches et pauvres -

¹⁴ Nous reviendrons plus en détail sur ce courant théorique dans le Chapitre 2.

et deux modes de transport sont disponibles : l'automobile personnelle, rapide mais onéreuse, et le transport public, plus lent mais moins coûteux. Sans remettre en cause les conclusions du modèle standard, ils démontrent le rôle important des choix modaux dans l'émergence d'un espace ségrégué. L'automobile permettant des déplacements rapides sur de plus longues distances mais à un coût élevé, elle est essentiellement utilisée par les plus riches, d'autant plus que leur valeur du temps est élevée (cf partie II.1.1 du chapitre). Les plus pauvres n'ont pas accès à ce mode de transport et utilisent donc le réseau de transport en commun, moins cher. Ces réseaux sont essentiellement concentrés en centre urbain car leur efficacité est la plus élevée dans les espaces denses (Glaeser, Kahn, et Rappaport 2008). Ainsi, le choix modal des classes populaires les contraint à résider à proximité du centre urbain.

Le fonctionnement concurrentiel du marché et les choix modaux induisent donc une organisation spatiale telle que les pauvres vivent à proximité du CBD et les riches en périphérie. Ce modèle est particulièrement adapté aux villes nord-américaines ou villes « nouvelles » : dépourvues de quartier historique au patrimoine remarquable et de lieux de « vie urbaine », le centre ne présente pas d'intérêt particulier. Les centres urbains, composés des logements les plus anciens, concentrent donc une population pauvre (Rosenthal 2008). La conjonction de ces deux facteurs participe à la dégradation de ces quartiers : les résidents ont peu de moyens à affecter à l'entretien de leur logement et n'y sont pas incités car leur environnement résidentiel est déjà détérioré. Une **spirale du sous-investissement et de la dégradation** s'instaure alors ; sans intervention publique les quartiers pauvres des centres semblent voués au délabrement (Flambard 2008). Ce phénomène contribue à repousser toujours plus loin du centre les individus qui en ont les moyens, telle une fuite des zones urbaines délabrées pour un cadre résidentiel moderne et verdoyant. C'est le **phénomène de « *flight from blight* »** (Brueckner et Helsley 2011) ou de « fuite face à la rouille ».

On remarque rapidement la causalité circulaire et cumulative de ce phénomène : les plus riches partent en périphérie car le centre se délabre et le centre se délabre car il ne concentre plus que des populations pauvres. Selod (2004) qualifie ce phénomène de « trappes spatiales de pauvreté ». En revanche, il apparaît très difficile de déterminer clairement le sens de causalité entre périurbanisation et ségrégation (Pouyanne 2006).

Si la détérioration de certains quartiers participe à la ségrégation socio-spatiale des populations, ce phénomène est aussi et surtout le résultat des comportements et stratégies des agents économiques. Selon Selod (2004), la ségrégation est un équilibre stable du marché foncier, et même si tous les individus ne fuient pas forcément leurs voisins, les comportements grégaires et les externalités débouchent quasi systématiquement sur la formation d'espaces socialement ségrégués. **Les individus aux caractéristiques similaires ont alors tendance à vivre à proximité les uns des autres** (Cavallès 2009a; Ioannides et Zabel 2003). Pour les classes aisées, ce comportement d'entre soi permet de bénéficier d'externalités d'interaction positives : habiter dans un quartier huppé est l'assurance d'avoir un cadre de vie bien entretenu et de disposer de services et équipements de qualité. C'est le principe du concept de « vote avec les pieds » développé par Tiebout (1956). Un quartier aisé est synonyme de fourniture de biens publics diversifiés et de qualité : lorsque les individus sont en capacité de payer des taxes locales élevées, cela se transcrit sur le territoire sous forme d'équipements et services publics. Cette réflexion est aussi vraie dans le sens inverse : si un ménage riche réside dans un quartier modeste, sa contribution est plus importante relativement aux

autres et reversée sous forme d'aides sociales plutôt que d'infrastructures collectives. Ainsi, certains ménages préfèrent gagner les périphéries riches pour bénéficier de services publics de qualité et « profiter » des impôts qu'ils payent.

Les effets de voisinage se traduisent également par des **effets de réseau et effets de pairs**, créant des aménités endogènes à l'espace. Par exemple, dans les quartiers favorisés, les enfants bénéficient d'un environnement propice à leur réussite éducative, dans l'établissement scolaire comme à l'extérieur (Moizeau, Tropeano, et Vergnaud 2010). Bénabou (1993) montre que le « coût » pour obtenir des compétences est décroissant du niveau de qualification des voisins du fait des effets de pairs positifs. La localisation dans les espaces périurbains aisés permet également d'éviter les comportements délinquants et criminels, plus présents dans les quartiers des centres pauvres et exacerbés eux aussi par les effets de pairs, négatifs dans ce cas (Glaeser, Sacerdote, et Scheinkman 1996). Dans ses travaux, Manski (1993) distingue alors deux effets expliquant la corrélation entre le comportement d'un individu et le comportement de son groupe d'appartenance :

- Les effets endogènes, soit l'effet du comportement du groupe sur le comportement de l'individu ;
- Les effets exogènes, soit l'effet des caractéristiques (exogènes) du groupe sur le comportement de l'individu.

Ainsi, **toute localisation induit des externalités de voisinage**, que les individus interagissent entre eux (effets de pairs et de réseau) ou non (caractéristiques du quartier suivant les conditions socio-économiques des voisins). Il existe donc des effets d'attraction entre populations, conduisant à la concentration d'individus riches à la périphérie des villes. Cet éloignement du centre est d'autant plus fort lorsque des effets de répulsion viennent s'ajouter aux comportements grégaires. Le modèle développé par Tivadar (2006) intègre des aménités endogènes modernes dépendantes de la population en présence et des effets de répulsion qui peuvent exister entre différentes populations. Ces aménités, tirées des travaux de Brueckner *et al.* (1999), varient dans le temps et dans l'espace : le niveau d'aménité d'une période dépend de celui de la période précédente. A la première période, l'espace est homogène (aucune aménité n'est présente ou sinon, elles sont réparties uniformément sur le territoire) ; l'organisation spatiale qui en découle est une organisation classique : les pauvres au centre et les riches en périphérie. A la seconde période, la localisation des riches bénéficie d'un niveau d'aménité positif : du fait de la présence de populations aisées, ces quartiers bénéficient d'équipement de qualité, de services culturels ou de commerces. Ainsi, il existe un point de ségrégation dans l'espace entre les quartiers pauvres dépourvus d'aménités et les quartiers riches qui en bénéficient. Cette frontière n'est cependant pas nette, le niveau d'aménité ne varie pas de tout à rien en passant simplement la frontière, mais il décroît à mesure que l'on se rapproche des quartiers pauvres. Cela signifie que des quartiers occupés par une population riche « pâissent » de leur proximité avec des quartiers pauvres. Les interactions entre les deux populations viennent baisser le niveau d'aménité des espaces périphériques les plus proches du centre. Cet « effet d'ombre » des quartiers pauvres sur les quartiers riches contribue alors à repousser encore plus loin le point de ségrégation spatiale. Les individus riches sont incités à se localiser toujours plus loin du centre pauvre pour éviter les externalités négatives et bénéficier d'un niveau d'aménité maximal.

Si l'étalement urbain peut être dans un premier temps appréhendé comme une évolution naturelle de la ville, on constate qu'il est aussi le résultat de l'expression de préférences individuelles. Celles-ci reposent à la fois sur les caractéristiques des individus et sur celles des espaces. Au travers de la recherche d'aménités naturelles, d'un logement neuf ou d'un environnement social favorable, l'étalement urbain découle de choix résidentiels stratégiques et rationnels. Cependant, Brueckner (2000) démontre que de tels arbitrages sont généralement biaisés. En effet, la déconcentration des populations provoque des coûts qui ne sont pas internalisés par les agents. Le marché du foncier présente donc des défaillances : en ignorant les externalités négatives de la Ville Etalée, cette organisation spatiale apparaît moins coûteuse qu'elle ne l'est réellement, poussant les individus à se localiser en périphérie. Ces externalités contribuent à diminuer le niveau d'utilité collective. En baissant le bien-être des individus, la Ville Etalée perd de son intérêt et une ville plus compacte apparaît alors comme une organisation spatiale plus profitable pour la société.

III. La Ville Compacte, réponse partielle à la Ville Etalée

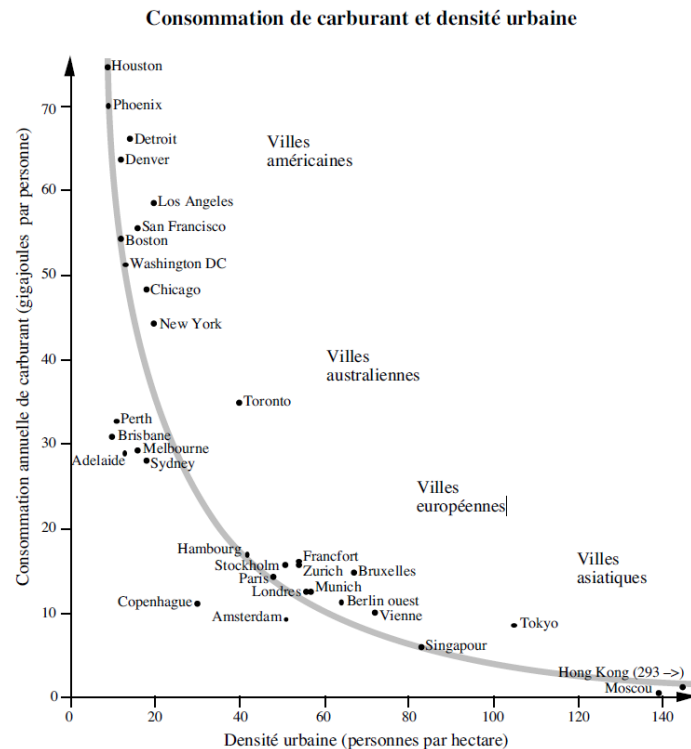
Si l'étalement urbain est aujourd'hui fortement décrié c'est qu'il n'apparaît plus comme une organisation spatiale viable. Bien que son environnement et son mode d'habitat individuel reste plébiscité par de nombreux ménages français (TNS Sofres 2007), il induit des coûts pour la société qui ne sont que rarement pris en compte dans le calcul économique des agents. Brueckner (2000) et Brueckner et Helsley (2011) relèvent ainsi trois types d'externalités dues à l'étalement urbain qui ne sont pas internalisées par les agents. Ils mentionnent par exemple la congestion due aux flux de déplacements en direction du centre d'emploi : tout automobiliste supplémentaire vient augmenter l'encombrement routier et baisser l'utilité globale des agents. Ils évoquent également la perte de terres non urbanisées (*opens space*). L'intérêt de la conversion de terres agricoles ou naturelles en terres développées n'est pris en compte qu'au travers de sa seule productivité économique. Cependant, les agents ne considèrent que très rarement la valeur verte associée à ces terres converties. Un champ ou un arbre forestier présentent également un intérêt paysager, de loisirs ou encore un intérêt dans le maintien de la biodiversité locale. Enfin, Brueckner (2000) souligne le coût des infrastructures nécessaires aux implantations résidentielles périurbaines. Si les investissements bénéficient généralement au seul lotissement nouvellement construit, les coûts sont eux répartis sur toute la collectivité. Les travaux de Camagni *et al.* (2002) démontrent que le développement par mitage (lotissements dispersés) ou par grande intervention (grands lotissements) présentent le coût le plus élevé : 104 000 et 89 000 livres par habitant respectivement contre 63 000 pour un développement de « complément » (densification de la ville-centre). Cette cherté s'explique principalement par le fait que ces implantations sont généralement réalisées en diffus et en discontinuité de l'urbain existant, induisant une très forte consommation de terres et la nécessité d'étendre les réseaux existants (routes, énergies). Les « *impact fees* » développés aux Etats-Unis visent justement à faire participer les constructeurs / promoteurs au paiement de ces infrastructures, afin de répartir plus équitablement les dépenses occasionnées. L'instauration de taxes ou de participations permet alors de rendre à la périurbanisation son « juste prix », les maisons individuelles en lotissement ou en diffus coûtent plus chères, constituant un frein à l'étalement effréné.

Outre ces coûts collectifs souvent négligés, c'est surtout **l'impact environnemental de l'étalement urbain** qui est aujourd'hui pointé du doigt. La périurbanisation, synonyme de dépendance automobile, apparaît en totale contradiction avec les enjeux de maîtrise énergétique et de réduction des émissions polluantes. Ainsi, la Ville Compacte, par son organisation spatiale peu étendue, entend logiquement répondre à ces problématiques. En outre, ce nouveau modèle de ville se présente comme vecteur de lien social par la proximité qu'il crée entre les individus. La Ville Compacte se veut être **une ville plus juste socialement** et propice au bien-être des populations. Dans cette section, nous nous attachons à **présenter les qualités de la Ville Compacte au regard des critiques adressées à la Ville Étalée**. Dans un premier temps, nous nous intéressons aux performances environnementales associées à cette organisation spatiale puis nous étudions les aspects sociaux et de bien-être des populations dans la ville dense et durable. Si la Ville Compacte répond bien à certains enjeux collectifs majeurs de nos sociétés urbanisées, nous montrons toutefois qu'elle n'est **pas la « solution miracle » pour réaliser la Ville Durable du futur**.

1. Ville Compacte et enjeux environnementaux

Une des principales qualités affichées de la Ville Compacte par les décideurs publics et aménageurs est sa sobriété énergétique et son moindre impact sur l'environnement. En agissant sur les modes et distances de déplacement des individus, cette organisation spatiale entend réduire les émissions polluantes et la consommation énergétique des secteurs résidentiel et du transport. Comme mentionné précédemment, la Ville Compacte se caractérise par la proximité et la densité. Ces deux caractéristiques vont dans le sens d'une ville plus soutenable d'un point de vue environnemental : proximité et densité se réalisent au travers d'une ville moins étalée, donc moins grande, et d'une mixité d'usage du sol. Elle permet aux individus de vivre à proximité les uns des autres mais surtout de « rapprocher » les différentes fonctions urbaines : résidences, emplois, commerces et services. La réduction des distances parcourues incite à une autre forme de mobilité, une mobilité douce (marche, vélo), et la densité favorise l'implantation de transports collectifs. La Ville Compacte s'oppose donc à la Ville Étalée dans son mode d'usage et de parcours, les principales fonctions urbaines y sont spatialement mieux réparties et l'automobile n'est plus le choix modal dominant.

Si de nombreux travaux corroborent aujourd'hui cette relation entre forme urbaine et « soutenabilité environnementale », l'étude menée par Newman et Kenworthy (1989) à la fin des années 1980 apparaît comme pionnière. Ils démontrent en effet que les villes les plus étalées, principalement des villes américaines (Houston, Phoenix, Détroit ou Denver), sont celles présentant le plus haut niveau de consommation de carburant. En revanche, les villes européennes ou asiatiques, plus denses, apparaissent moins énergivores (cf Figure 11).



Source : Newman et Kenworthy, 1989, p. 48.

Figure 11 : Consommation de carburant et densité urbaine

Source : (Newman et Kenworthy 1989)

Cette étude a ouvert la voie à de nombreux travaux mettant en lien organisation spatiale et enjeux environnementaux, au travers notamment de l'analyse des distances et mode de déplacement. Dans son ouvrage, Kahn (2006) explique que si les villes américaines de Houston ou Phoenix avaient la même structure urbaine que les villes de Boston ou Washington DC, alors leur consommation de carburant serait 20 à 30% inférieure à leur consommation effective. Cet écart tient d'abord au fait que les premières sont des villes très étalées et marquées par une très forte *suburbanisation*, alors que les secondes comptent parmi les villes les plus anciennes des Etats-Unis et ont une urbanisation plus compacte. Les distances parcourues au sein de Houston ou Phoenix sont donc plus importantes que dans les deux villes de la côte est, impliquant une consommation énergétique plus importante. De plus, l'auteur insiste sur le fait que cette consommation est également dépendante du mode de transport dominant. Les *suburbs* sont caractérisées par une dépendance à l'automobile forte, doublée d'une importante propension à la possession de SUV (*sports utility vehicles*), véhicules voraces en carburant. En revanche, les villes anciennes telles que Boston et Washington DC, bénéficient d'un réseau de transport en commun plus développé, favorable à des déplacements moins énergivores. Dans une de ces précédentes études, Kahn (2000) démontrait déjà que les résidents du périurbain conduisaient 31% de plus que les habitants des centres urbains et que, par conséquent, leur consommation d'essence était supérieure de près de 50%.

Brownstone et Golob (2009) analysent le lien entre densité résidentielle, nombre de kilomètres parcourus par ménage et consommation de carburant. Sur la base de la National Household Travel Survey appliquée à plus de 2500 ménages californiens, ils constatent que les ménages résidant en zone dense ont tendance à parcourir moins de distance en automobile personnelle et à consommer

moins de carburant. Ils estiment qu'un ménage résidant au centre parcourt plus de 1000 km en moins par an par rapport à un ménage périurbain et consomme près de 64 gallons de carburant en moins. Ces travaux révèlent également le lien entre localisation résidentielle et taux de motorisation, et donc choix modal : les ménages en périphérie possèdent plus de voitures que les ménages en zone dense (l'écart est d'autant plus grand passé 3 conducteurs par ménage) et le lien localisation périurbaine / consommation de carburant est renforcé par le fait que ces ménages éloignés possèdent des voitures plus polluantes (type SUV).

Pouyanne (2004) arrive aux mêmes conclusions en ce qui concerne le lien entre intensité d'usage du sol et comportement de mobilité. Dans son étude portant sur l'agglomération bordelaise, l'espace urbain est caractérisé par sa forme (densité humaine, ratio emploi/population, indice de spécialisation) et par le type de logement dominant (individuel, petit / grand collectif). Les comportements de mobilité se traduisent par le kilométrage par habitant, la distance moyenne et la fréquence de déplacement et la motorisation. Il démontre alors que plus l'espace est densément peuplé, moins les agents effectuent de longs trajets et plus ils utilisent les transports en commun. De même, la réduction des distances parcourues est d'autant plus grande que l'usage des espaces est mixte. En effet, la mixité fonctionnelle des espaces permet aux agents de limiter à la fois leurs déplacements professionnels et personnels (loisirs, consommation). En s'appuyant sur la théorie des trois âges de la ville (cf point 1.2 de ce chapitre), Pouyanne (2007) relie comportement de mobilité des agents (choix du mode de transport) à deux éléments caractéristiques d'une localisation, la distance au centre et la densité. Réalisée sur six aires urbaines françaises, cette étude démontre que les modes de déplacement « doux », marche et transports en commun, se substituent à l'automobile personnelle dans les zones les plus centrales des villes. Les espaces peu denses et éloignés du centre sont eux caractérisés par une utilisation massive de la voiture ; passée une certaine distance au centre urbain, l'usage de l'automobile relève moins d'un choix que d'une nécessité.

Holden et Norland (2005) confirment ces résultats, la distance de localisation au centre d'emploi reste la variable déterminante de la consommation énergétique des ménages relative à leur mobilité quotidienne. Ainsi, les individus localisés à proximité du centre historique ou d'un centre secondaire consomment moins d'énergie pour leurs navettes pendulaires. En revanche, en ce qui concerne les comportements de mobilité liés aux loisirs, la Ville Compacte semble provoquer un véritable effet centrifuge pour ses résidents. Ces derniers ont très régulièrement recours à l'avion ou à l'automobile en dehors des temps de travail. Il semblerait que les populations citadines fuient la ville lors de leurs temps libres en effectuant de longs trajets vers l'extérieur et en utilisant pour cela des modes de transport très énergivores. D'ailleurs, l'accès à un jardin tend à réduire ces trajets occasionnels et de loisirs, c'est « l'effet barbecue ». On assiste ainsi à un phénomène de compensation : les individus les plus sobres énergétiquement au quotidien sont aussi ceux qui consomment le plus pendant leurs périodes de loisirs ; on parle également d' « effet rebond ».

Enfin, Muniz et Galindo (2005) analysent le lien entre forme urbaine et mobilité pour la ville de Barcelone, au travers d'un nouvel indicateur, celui de l'empreinte écologique. Celui-ci prend en compte les impacts environnementaux directs (émissions polluantes) et induits (consommations énergétiques indirectes, part des terres à usage de transport) des déplacements des individus.

L'empreinte écologique est ensuite expliquée, entre autres variables, par la forme urbaine décrite par la part du sol à usage résidentiel, l'accessibilité (distance au centre ou aux principaux axes de transport) et un ratio emploi/population résidente. Leurs résultats prouvent qu'entre 1986 et 1996 l'empreinte écologique par individu a doublée du fait de deux phénomènes conjugués. Sur cette même décennie, la distance moyenne de déplacement a augmenté de 45%, passant de 4,6 à 6,7 kilomètres, et la proportion de trajets en automobile est passée de 22 à 35%. Un allongement des distances parcourues, et donc un étalement urbain, expliquent en partie l'augmentation de l'empreinte écologique des individus.

Au regard de ces différentes études, deux éléments semblent fortement influencer les modes et distances de déplacement : la proximité au centre d'emploi et la diversité des modes de transport à disposition. Ainsi, **la seule compacité ne semble pas suffire à répondre aux enjeux de la mobilité quotidienne**, la structure urbaine et l'offre de transport ayant un très fort impact sur les comportements de déplacement. Dans de nombreuses études, la compacité n'apparaît pas comme LA réponse à l'étalement urbain et ses retombées, elle constitue certes un attribut de la Ville Durable mais ne suffit pas à répondre aux enjeux de mobilité.

La réflexion menée par Dupuy (2002) sur le lien entre densité et utilisation de l'automobile est un bon exemple d'un paradoxe attribuable à la Ville Compacte. Partant des travaux de Newman et Kenworthy (1989), l'auteur souligne la confusion qui existe entre dépendance automobile et taux de motorisation, la dépendance étant selon lui fonction d'autres éléments. Dupuy (2002) préfère parler d'*automobilisation* en ce sens que la dépendance vient du fait d'être motorisé mais également d'éléments constitutifs du « système automobile » global (parc automobile, proportion d'automobilistes, infrastructures routières). En outre, il définit l'accessibilité comme étant « la faculté pour un agent situé en un lieu d'atteindre dans un temps donné un ensemble d'autres lieux d'intérêt pour lui ». Dès lors, une différence d'accessibilité entre automobilistes et non automobilistes apparaît. En se basant sur ces notions d'*automobilisation* et d'accessibilité, il définit la dépendance du non automobiliste comme étant « la recherche d'un niveau d'accessibilité supérieur qui s'offre à l'automobiliste » ; et celle de l'automobiliste comme étant la perte d'accessibilité s'il venait à être privé de sa voiture. Se basant sur ces définitions, Dupuy (2002) avance que la dépendance croît avec l'*automobilisation* : lorsque cette dernière augmente, l'accessibilité offerte aux automobilistes croît alors que celle des non automobilistes baisse ou stagne, incitant certains d'entre eux à se motoriser. Il existerait donc un effet boule de neige, ou une spirale de l'*automobilisation* et de la dépendance. Il introduit ensuite la densité comme facteur d'amélioration de l'accessibilité : plus il y a d'éléments sur un espace et plus les agents ont la possibilité d'accéder, en un temps donné, à divers lieux d'intérêt. L'accessibilité des non automobilistes étant plus faible à l'origine, une intensification de la densité creuse les écarts d'accessibilité, pouvant inciter certains non automobilistes à se motoriser. Enfin, plus le parc automobile est grand et plus des services dédiés à celui-ci se développent, exacerbant encore les écarts d'accessibilité entre les deux populations. Sous ces hypothèses, toute la population devrait se motoriser, sauf celle n'en ayant pas les moyens. La densité, *via* l'accessibilité qu'elle procure, accentue les écarts entre automobilistes et non automobilistes, poussant ces derniers à se motoriser pour bénéficier de tous les services disponibles.

En outre, l'étude de Bento *et al.* (2005) démontre que la seule densité ne suffit pas à induire une mobilité plus durable. Dans leurs travaux, ils expliquent la demande de déplacement par la structure urbaine en la caractérisant par deux éléments : l'usage du sol et les modes de transport disponibles. Ainsi, la morphologie urbaine est décrite par un indicateur de centralité de la population (*population centrality*) et un indicateur de la distribution des emplois sur l'aire urbaine. Le premier traduit la distribution de la population dans l'aire urbaine *via* le calcul de la population cumulée à différentes distances du centre. Il révèle ainsi la concentration ou la déconcentration spatiale des individus : plus la part cumulée de la population dans les premiers rayons contigus au CBD est grande et plus la ville est compacte. Le second indicateur est un ratio emplois/population traduisant la mixité fonctionnelle des espaces. L'offre de transport est, elle, décrite par un indicateur de *road network*, relatif à la densité du réseau routier, et un indicateur de *transit supply*, relatif à l'offre de transports collectifs (densité du réseau de bus et de rails). Si une forme urbaine plus compacte joue bien dans le sens d'une réduction de la probabilité d'utiliser une automobile personnelle et de la baisse du nombre de kilomètres parcourus, l'impact reste tout de même négligeable. Une augmentation de 10% de la *population centrality* ne fait baisser que de 1% la probabilité que les individus prennent leur automobile pour se rendre au travail, et de 1,5% le nombre de kilomètres parcourus par les véhicules. A travers ces résultats, les auteurs soulignent le fait que l'intensité urbaine ne suffit pas à induire des déplacements moins longs et moins énergivores, la présence d'une offre de transports collectifs étant indispensable. Ce n'est que lorsque compacité urbaine et offre de réseaux de transports collectifs sont réunis que l'impact sur la demande de déplacement est le plus grand. Ainsi, si l'on déplace un individu résidant à Atlanta, ville étalée et faiblement pourvue en transports collectifs, pour le relocaliser à Boston, plus compacte et bénéficiant de réseaux de transports en commun, alors le nombre de kilomètres parcourus par cet individu devrait baisser d'un quart et sa probabilité d'utiliser son automobile personnelle pour se rendre au travail passer de 0,87 à 0,73.

Garcia-Palomares (2010) analyse l'influence de l'étalement urbain sur les navettes domicile-travail dans l'aire urbaine de Madrid. Si ses résultats démontrent bien l'impact positif de la densité sur l'usage des transports collectifs et des modes doux, l'impact de l'organisation spatiale est lui plus surprenant. Depuis une vingtaine d'années, la périurbanisation madrilène est marquée par un développement de l'urbanisation non continu, peu dense, et très fragmenté. La capitale espagnole a vu l'émergence de centres secondaires d'emploi à sa périphérie, créant un espace polycentrique. Cette structuration spatiale, à l'opposé de la Ville Compacte, présente pourtant de bons résultats en termes de mobilité quotidienne. Si l'auteur démontre bien que de faibles densités sont propices à l'utilisation de l'automobile, la polycentralité est, elle, favorable à de faibles distances de déplacement. En effet, lorsqu'emplois et ménages se colocalisent sur un même espace, les navettes domicile-travail sont beaucoup moins longues. Garcia-Palomares (2010) démontre alors que le modèle monocentrique est valable dans les premières couronnes contiguës au centre, les résidents travaillent au CBD et parcourent parfois de longues distances, mais principalement en transport collectifs. En revanche, lorsque l'on s'éloigne du centre, des pôles secondaires d'emploi structurent l'espace et attirent les travailleurs. Ces derniers résidant à proximité de leur lieu de travail réalisent de plus courts trajets en automobile personnelle. Il y a donc une compensation qui s'effectue entre les différentes zones urbaines : le centre et ses premières couronnes présentent des temps de trajets plus longs mais en transport en commun ; la périphérie est caractérisée par des navettes locales, donc plus courtes, mais effectuées en voiture. La décentralisation des emplois et une organisation spatiale polycentrique semblent donc favoriser des déplacements domicile-travail plus courts.

L'auteur souligne même que si les pôles secondaires d'emploi sont assez grands et structurants, ou que de nombreux déplacements inter-pôles secondaires sont effectués, des réseaux de transports collectifs peuvent être implantés en périphérie du centre urbain.

L'argument de la polycentralité dépend en fait grandement du profil des pôles secondaires d'emploi et de la relation qu'ils entretiennent avec le CBD. Ainsi, les grandes aires métropolitaines américaines sont caractérisées par un véritable modèle polycentrique en ce sens que les *employment subcenters* périphériques sont assimilables au pôle urbain historique. Ils bénéficient en effet des mêmes caractéristiques que ce dernier : ils sont source d'effet d'agglomération, ils accueillent de nombreuses activités diversifiées et structurent ainsi l'espace autour d'eux. Les centres d'emploi secondaires se comportent comme des centres indépendants, substituables et concurrents au centre historique. Dans cette configuration, les ménages sont prêts à offrir une rente élevée pour se localiser à proximité de ces *subcenters* (McMillen et McDonald 1998) : ils bénéficient de tous les services du centre et d'une grande proximité à l'emploi. Dans leur travaux portant sur l'aire urbaine de Los Angeles, Giuliano et Small (1991) démontrent qu'un individu travaillant dans le centre urbain parcourt plus de distance domicile-travail qu'un individu dont l'emploi se situe dans un centre d'emploi secondaire (21,3 km contre 13,3km). Les auteurs suggèrent même que la distance de navettage est d'autant plus faible que l'emploi est dispersé, une telle organisation spatiale permettant une réelle co-localisation des emplois et résidences.

En revanche, les travaux d'Aguilera (2006) sur l'aire urbaine de Paris viennent contredire cet argument en faveur de la polycentralité. Entre 1975 et 1999, elle constate que la part des emplois occupés par des non-résidents a augmenté partout dans l'aire urbaine et plus particulièrement dans les pôles éloignés, passant de 44 à 60%. Ainsi, la distance des déplacements pendulaires des individus travaillant dans des pôles mais résidents à l'extérieur de ceux-ci est passée de 12 à 16 kilomètres. Ce phénomène est accentué par le fait que les flux inter-pôles sont de plus en plus nombreux et guidés par les réseaux de transport d'Ile-de-France. Les travailleurs des pôles secondaires ne sont pas habitants de ceux-ci mais sont les résidents d'espaces extérieurs ou d'autres pôles d'emploi. Malgré une configuration spatiale polycentrique, il n'y a que peu de co-localisations emplois-résidences dans l'aire urbaine de Paris, impliquant de longs trajets domicile-travail. Cette configuration spatiale et la mobilité qui en découle peuvent être expliquées en partie par la prédominance du centre historique qu'est Paris et l'influence du réseau de transport. Dans le cas de l'aire urbaine de Paris, Aguilera et Mignot (2011) préfèrent parler de multipolarisation, les centres secondaires ne constituant pas de centres autonomes.

Au regard de ces différentes études, **l'impact de la compacité sur la mobilité quotidienne des individus n'est donc pas tranché.** Une Ville Compacte se caractérise par une urbanisation restreinte spatialement et dense. La densité favorise l'implantation de transports collectifs, essentiels à des déplacements viables énergétiquement, et la compacité induit des distances de navettage plus faibles. Cependant, une organisation spatiale structurée autour d'une seule ville compacte peut engendrer des effets induits non souhaitables d'un point de vue environnemental. Si la ville centre concentre tous les individus de l'aire urbaine, celle-ci est forcément vouée à être de grande taille. Si tous les emplois sont agglomérés dans ce centre alors les distances pour y parvenir augmenteront nécessairement. De plus, ce phénomène de polarisation extrême couplé à de fortes densités urbaines induit forcément des phénomènes importants de congestion, participant

à l'augmentation de la pollution (Gagné, Riou, et Thisse 2012). Ainsi, le débat sur la relation Ville Compacte – mobilité quotidienne reste en suspens. En outre, une organisation spatiale multipolarisée, *a fortiori* polycentrique, apparaît comme une alternative plausible aux enjeux de l'étalement urbain et aux paradoxes de la Ville Durable (Legras et Cavailhès 2012; 2016). Une « décentralisation concentrée », sous-entendu la présence de pôles secondaires d'emploi suffisamment structurants pour attirer et concentrer la population périurbaine, semble en mesure de répondre aux enjeux de la mobilité des agents.

La Ville Compacte entend également réduire le bilan énergétique de l'aire urbaine au travers du secteur résidentiel en augmentant la densité de logements et en réalisant des opérations de rénovations urbaine. Comme l'affirmait déjà Brueckner (1980; 1981), les logements neufs sont ceux proposant le plus haut niveau de service résidentiel, notamment en termes de sobriété énergétique. Holden et Norland (2005) confirment cette hypothèse en démontrant que plus les habitations sont anciennes et grandes et plus leur consommation énergétique est importante. Ils soulignent également le fait que les logements collectifs sont moins énergivores que les maisons individuelles, et que la densité impacte négativement la consommation énergétique du secteur résidentiel. Une fois encore, l'impact de la forme urbaine n'est qu'indirect, c'est d'abord le type de logement qui joue sur cette consommation. Les zones denses et centrales, caractérisées par une forte proportion de logements collectifs, présentent nécessairement un meilleur bilan énergétique. Ewing et Rong (2008) établissent qu'une maison individuelle aux Etats-Unis consomme plus de 50% d'énergie en plus pour le chauffage et 26% en plus pour l'air conditionné qu'un logement collectif. Cependant, ils notent que les villes compactes sont soumises au phénomène d'îlot de chaleur urbain à l'origine de l'augmentation localisée des températures en ville. Ces micros-climats sont créés par le fort niveau d'activité caractéristique des centres urbains (transport, activités économiques...) et par la nature des sols qui s'y trouvent (sols artificialisés captant et renvoyant la chaleur dans la ville). Si ce phénomène peut être perçu comme avantageux en hiver, il est en revanche source d'une très forte consommation énergétique en été, du fait d'un recours accru à la climatisation.

La Ville Compacte semble donc répondre en partie aux problématiques posées par la Ville Etalée en matière de pollution ou de consommation énergétique, associées à la mobilité quotidienne des agents. Si l'étalement urbain induit clairement de plus longues distances de déplacement parcourues en automobile, la Ville Compacte devrait favoriser une mobilité plus sobre. Malgré sa structuration spatiale dense, mixte et connectée, cette ville « rêvée » présente pourtant de nombreux paradoxes. Si celle-ci favorise une mobilité quotidienne plus durable, au travers de distances plus courtes et de l'utilisation de modes doux ou collectifs, les retombées en termes de déplacements de loisirs sont plus que nuancées. L'intensité urbaine caractéristique de la Ville Compacte peut faire fuir ses habitants dès que ceux-ci en ont le temps. Le manque d'espace ouverts et verts, publics et privés, poussent les agents à quitter l'urbanisation au moindre temps libre, par automobile ou par avion. De plus, **la seule compacité ne suffit pas à assurer une mobilité durable au quotidien**, la présence de réseaux de transport collectifs étant essentielle. Sans ces réseaux, la Ville Compacte n'est qu'une ville dense où les individus se déplacent en automobile, engendrant de forts niveaux de congestion et de pollution. Enfin, la Ville Compacte comme ville monocentrique durable n'est pas forcément l'organisation spatiale la plus efficiente. De nombreux travaux démontrent qu'une aire urbaine structurée autour de plusieurs centres permet des navettes domicile-travail plus courtes, pouvant même être réalisées en transports collectifs si le centre secondaire d'emploi est assez

important et structurant dans l'espace. Contre toutes attentes, la déconcentration des agents et activités économiques peut apparaître comme une organisation spatiale soutenable tant qu'emplois et résidences se co-localisent sur le même espace.

2. Qualité de vie et interactions sociales dans la Ville Compacte

Le second volet de la Ville Durable est celui relatif aux conditions de vie des habitants et à la recherche d'une certaine égalité sociale. La Ville Durable entend proposer aux citoyens un cadre urbain agréable à vivre, au travers de l'habitat, des transports ou des services proposés. Un des objectifs de la ville soutenable est de proposer à ses habitants des logements confortables et sobres d'un point de vue énergétique. Les réseaux de transport en commun et infrastructures dédiées aux modes doux (cheminement piétons, pistes cyclables) sont au cœur de ces projets de ville. La mixité d'usage des sols permet un accès facilité à de nombreux services et commerces quotidiens. Enfin, la ville entend être soutenable d'un point de vue social. Cette soutenabilité sociale se traduit notamment au travers des enjeux de mixité : si l'étalement urbain est caractérisé par la ségrégation socio-spatiale, la Ville Durable a pour objectif de créer des quartiers hétérogènes en termes de population. Sur un même espace, plusieurs générations et catégories sociales se côtoient, évitant ainsi la création de poches urbaines de pauvreté, marquées par le délabrement des habitations, l'insécurité et la stigmatisation. Pour Burton (2000), la Ville Compacte n'est pas seulement une organisation spatiale à visée environnementale, elle se doit d'être une ville « juste » et équitable dans ses processus comme dans son résultat. Elle doit pour cela servir en priorité les individus les plus fragiles. Bramley *et al.* (2009) se proposent de définir la soutenabilité sociale comme la conjonction de deux facteurs : le bien-être individuel et les aspects liés à la vie en communauté et aux interactions sociales. L'équité sociale (*social equity*) est relative essentiellement à l'accès de tous aux services et opportunités. Elle comprend l'accès aux principaux services locaux (commerces, écoles, centres de santé), aux espaces de loisirs et naturels, aux transports publics, à l'emploi et enfin l'accès à un logement adéquat aux besoins et ressources des individus. Ils définissent également la « soutenabilité collective » (*sustainability of community*) relative à l'attachement à son quartier de résidence, aux interactions avec le voisinage, à la sécurité, la qualité de l'environnement résidentiel, la stabilité du lieu de résidence et enfin à la participation à des activités collectives.

Ainsi, de nombreuses études s'attachent à évaluer les performances de la Ville Compacte en termes de bien-être et de soutenabilité sociale. Dans cette optique, Burton (2000) compare les conditions de vie des populations de 25 villes anglaises ayant des niveaux de densité différents. Elle teste ainsi l'effet de la densité sur différents indicateurs révélant les conditions de vie des individus :

- Accès aux commerces et services
- Accès aux emplois
- Accès aux espaces verts
- Espace de vie du logement / logement abordable
- Transports publics / modes doux
- Santé
- Criminalité
- Ségrégation sociale

Concernant l'accès aux « facilités » (commerces, services), l'auteure note que les écarts d'accessibilité entre individus diminuent avec la compacité mais l'implantation des supermarchés, bien que liée à la densité de ménages, reste très dépendante de leur pouvoir d'achat. Ainsi, une forte densité de population n'est pas forcément synonyme d'implantation de commerces et services, la capacité à consommer restant le principal déterminant de la localisation de ces activités.

Pour ce qui est des espaces verts, la compacité fait débat puisque, si l'on différencie les espaces verts urbains des espaces verts périphériques ou ruraux, les premiers sont plus accessibles dans des villes peu denses alors que les seconds le sont dans des villes compactes. Il est en effet plus simple et plus rapide de rejoindre les frontières de la ville dans une ville dense et peu étalée ; mais cette organisation spatiale laisse nécessairement moins de place aux parcs urbains.

Concernant l'accessibilité aux emplois, il est impossible de conclure sur la relation qu'elle entretient avec la compacité, car elle dépend en grande partie des caractéristiques individuelles (qualifications, compétences) et de la conjoncture économique. Plus les emplois sont rares et plus les agents sont contraints d'effectuer de longs trajets pour y avoir accès et inversement. L'effet de la compacité reste ainsi en suspens.

En revanche, le lien entre compacité et accessibilité/utilisation des transports en commun est clair : l'utilisation de ceux-ci, notamment par les populations les plus défavorisées, est corrélée positivement à une plus grande densité. La Ville Compacte permet donc une plus grande mobilité des personnes. Cependant, et comme le confirme les travaux de Garcia-Palomares (2010) pour l'aire urbaine de Madrid, la mobilité douce (marche, vélo) n'est pas associée aux villes compactes mais aux espaces peu denses. Ce résultat peut être expliqué par le fait que ces modes de déplacement sont plus agréables quand ils sont effectués dans des zones peu denses, plus « vertes » et moins fréquentées par les automobiles. Les modes de déplacement doux sont donc associés aux plus petites villes, à dominance rurale.

En ce qui concerne le logement et l'espace de vie des individus, il est certain que la Ville Compacte réduit cet espace pour toutes les populations, sans être pour autant synonyme de surpeuplement. Les villes les plus denses sont aussi les plus chères, entravant l'accessibilité des plus modestes au marché immobilier. Ce constat est cependant contrebalancé par le fait que ce sont les grandes villes denses qui concentrent le plus d'habitat social. Le type d'habitat est donc très lié à la taille de la ville. Ainsi, les grandes villes sont marquées par l'habitat social localisé, à l'origine des phénomènes de ségrégation socio-spatiale des individus. Cependant, ce phénomène est aussi présent dans les petites communes où l'habitat individuel en accession à la propriété domine le marché immobilier et agit comme un filtre sur les populations.

Enfin, bien qu'une ville très peuplée puisse entraîner un sentiment de malaise et d'insécurité, la Ville Compacte est synonyme d'espaces mixtes, mêlant résidences et activités. Tous les quartiers sont donc habités à toutes heures du jour et de la nuit, aucun quartier ne se « vide » le soir. Cette occupation continue de l'espace urbain aurait tendance à dissuader les actes répréhensibles ou criminels, c'est l'effet « *the eye on the street* ». Cependant, comme le mentionne l'auteure, plus la ville est grande et plus les assurances habitation sont chères, il y aurait donc une corrélation positive entre densité et probabilité de subir des incivilités.

Avec cette étude détaillée sur le lien densité/conditions de vie, Burton (2000) démontre qu'il est difficile de conclure quant aux retombées de la Ville Compacte sur le bien-être des individus, d'autant que certains facteurs dépendent des caractéristiques morphologiques de la ville (formes d'habitat) et de décisions/conditions exogènes (implantation de commerces, accès à l'emploi), sur lesquels la compacité n'a que peu d'incidence.

Bramley *et al.* (2009) s'intéressent à la fois à l'impact de la forme urbaine sur le bien-être individuel et sur la vie en communauté. Comme mentionné précédemment, ils définissent la soutenabilité sociale au travers de l'équité sociale et de la soutenabilité collective. Ils réalisent cette étude sur cinq villes britanniques en différenciant pour chacune d'elles trois espaces : le centre urbain, sa banlieue immédiate et ses zones périphériques. La forme urbaine est caractérisée par la densité nette de logements et les auteurs contrôlent les potentiels biais de sélection par les caractéristiques socio-économiques des individus. En effet, selon l'âge, la situation familiale ou professionnelle, les individus n'effectueront pas les mêmes choix de localisation (cf point II.2.1 de ce chapitre) et auront une évaluation/perception différente d'un même environnement résidentiel. Les conditions de vie individuelles sont principalement caractérisées par l'accès aux commerces et services en tout genre (éducation, santé, aménités vertes, transport publics). Globalement, l'accessibilité à ces « facilités » est positivement corrélée à la proximité et à l'accessibilité au centre. Ce n'est finalement pas tant la densité qui impacte positivement le bien-être des individus mais ce qui en écoule, à savoir l'existence d'un réseau de transport public efficace. Une fois encore, l'accessibilité n'est pas le résultat direct de l'intensité urbaine mais plutôt du niveau de service en termes de transport. Concernant les indicateurs de vie collective, là encore la forme compacte présente des résultats mitigés. Si la mixité d'usage des sols est propice à la participation à des activités collectives, cette variable reste très dépendante des caractéristiques individuelles. L'attachement à son quartier de résidence et la satisfaction résidentielle sont positivement et intensément corrélés au fait de posséder un jardin et sont donc associés aux espaces ruraux et à de faibles densités. Il en va de même pour ce qui est de la qualité perçue de son environnement résidentiel qui est beaucoup plus élevée en milieu rural et baisse très fortement avec la hauteur du bâti et la densité. Concernant le sentiment de sécurité, il augmente lorsque l'on s'éloigne du centre urbain ; les périphéries sont donc perçues comme plus paisibles, venant contredire les résultats de Burton (2000). Enfin, le cas des interactions sociales est intéressant. Si la proximité au pôle urbain influence positivement celles-ci, la densité a un effet ambigu. Les auteurs constatent que les interactions sociales baissent avec la distance au centre mais de façon non linéaire, elles sont en fait très dépendantes du type d'habitat présent dans les différents espaces. En ville, où l'appartement est le mode d'habitat dominant, les interactions souffrent du manque d'espace de vie : il est plus difficile de recevoir chez soi lorsque l'on réside dans une petite surface résidentielle. Les échanges se cantonnent souvent aux paliers de l'immeuble. Une très forte densité, associée aux grandes villes, est également synonyme d'anonymat ou de sentiment de malaise. En périphérie, bien que les demeures soient grandes, le « tout automobile » fait que les individus, une fois sortis de chez eux, ne profitent pas de leur environnement résidentiel et n'échangent pas avec leur voisinage. Leur espace de vie se limite alors à leur maison et leur voiture. En fait, il semble que ce soit les densités intermédiaires qui soient les plus propices à la vie en communauté. Ces espaces sont marqués par l'habitat mitoyen favorable aux échanges de voisinage, et les habitations comportent généralement des jardins, espaces privatifs et conviviaux permettant de recevoir. Ces espaces intermédiaires sont d'ailleurs également

caractérisés par une participation aux activités collectives non négligeable. Ainsi, ce ne sont pas les fortes densités associées au mode de vie urbain qui seraient les plus favorables aux interactions, ni d'ailleurs l'urbanisation diffuse et fragmentée des périphéries, mais des niveaux de densité intermédiaires que l'on pourrait retrouver en centre-bourg ou en quartier résidentiel de centre urbain.

Cette étude va donc à l'encontre du modèle urbain développé par Beckmann (1976) dans lequel il considère les individus comme des « êtres sociaux » en quête d'interactions. Ce seul trait suffit à former des lieux denses et des centralités. La densité, et la proximité qui en découle, étant une organisation favorable aux échanges, les individus tentent de se localiser au plus près les uns des autres. Ils minimisent donc la distance qui les sépare et bénéficient ainsi d'échanges à moindre coût (de déplacement) et plus diversifiés. Cependant, les travaux de Brueckner et Largey (2008) viennent également alimenter le débat sur l'effet social de la densité. Dans leur étude, ils testent la relation entre étalement urbain et interactions sociales dans des villes américaines. Ils démontrent que les échanges entre individus sont plus importants dans les zones périphériques peu denses, et que les résidents de ces espaces bénéficient d'un réseau d'amis plus important. Ce paradoxe tient déjà des caractéristiques individuelles : ce sont les individus à haut revenu et qualification, en couple avec enfants, qui ont tendance à échanger le plus. Et ce sont ceux-là même qui résident dans le périurbain. De plus, et comme le démontrait également Bramley *et al.* (2009), les échanges sont plus faciles dans un cadre résidentiel agréable et ouvert : jardins, parcs, rue paisible sont plus propices aux échanges et rencontres. Enfin, Brueckner et Largey (2008) notent qu'une trop forte densité peut entraîner des effets de repli sur soi et une recherche accrue d'intimité. De même, les zones denses offrant plus de divertissements, les individus peuvent ressentir un moindre besoin d'échanger.

L'enjeu de soutenabilité sociale passe aussi par une réduction de la ségrégation socio-spatiale et de nombreux travaux s'intéressent au lien qui lie ce phénomène à la densité urbaine. Comme nous l'avons vu dans la partie II (point 2.3) de ce chapitre, l'étalement urbain est une conjonction de plusieurs phénomènes conduisant à la formation d'espaces ségrégués : tri socio-spatial par le marché immobilier, phénomène de fuite du centre ou comportements grégaires. Si la Ville Étendue favorise la ségrégation, la relation entre densité et espaces ségrégués serait *a priori* négatif. La Ville Compacte est définie par un usage du sol mixte, dans son usage comme dans sa composition sociale, et l'espace disponible étant plus limité, il constitue un frein physique à la ségrégation.

Pouyanne (2006) explique cependant que l'étalement urbain peut être appréhendé comme une augmentation de l'offre de terres disponibles et donc une baisse du niveau de rente dans l'aire urbaine. À l'inverse, la densification contribue à la raréfaction du sol, entraînant une hausse des prix immobiliers et limitant l'accès du marché aux plus modestes. Le modèle développé par Brueckner (1995) modélise cet effet rareté induit par les politiques de limitation de la croissance urbaine. En limitant l'offre de terres disponibles dans une ville fermée (ne permettant pas l'ajustement de la demande), les prix du foncier augmentent mécaniquement par la loi de marché relative à la confrontation de l'offre et de la demande.

En plus de l'effet rareté, les politiques de limitation de la croissance urbaine sont également à l'origine d'un effet aménité (Brueckner 1990; Engle 1992). Cet effet aménité provient de l'hypothèse selon laquelle les individus préfèrent les petites villes, mais on peut également

considérer les autres avantages que procurent une ville dense (mixité fonctionnelle du sol, accès aux transports publics ou aux aménités vertes...). Ainsi, la limitation des constructions *via* un zonage a pour effet d'améliorer le bien-être et la qualité de vie des populations. Le prix des biens immobiliers augmente et les propriétaires peuvent se permettre de réclamer un loyer plus élevé, induisant une inflation immobilière dans toute la ville et pour tous modes d'habitat. Cette valorisation des terres après la mise en place d'une politique de *growth control* est également appréciée au travers du niveau de la rente agricole. Les terres non développées contiguës à la ville ne perdent pas, voire gagnent de la valeur, et ce, même si leur conversion est retardée par la politique.

Lorsque l'on considère simultanément effet aménité et effet rareté, les résultats sont plus ambigus. Fischel (1990) démontre que dans tous les cas les prix du foncier augmentent dans la ville. Cependant, si l'effet rareté l'emporte, la collectivité subit une perte sociale sèche ; en revanche, si l'effet aménité est plus important, l'amélioration des conditions de vie peut venir compenser cette inflation immobilière. Helsley et Strange (1995) modélisent simultanément ces deux effets dans le cadre d'un système urbain fermé constitué de villes ouvertes et d'individus mobiles. Une seule des villes du système met en place une politique de zonage visant la maîtrise de la croissance urbaine. Considérant que toutes les villes ont un poids non négligeable dans le système urbain, le résultat général de cette politique de *growth control* est de faire augmenter les prix immobiliers, ce qui est conforme à Fischel (1990). Si l'effet aménité l'emporte dans la ville « active », les prix augmentent dans cette ville mais les individus ne choisiront pas forcément de la quitter. En effet, cette inflation immobilière est compensée par une hausse de la qualité de vie, dissuadant certains ménages de se relocaliser. Cependant, si l'effet rareté est plus fort alors le système urbain assiste à un phénomène de contagion de l'inflation immobilière. Les ménages fuient la ville « active » où les rentes urbaines ont augmenté et gonflent, par là même, la demande de logement des autres villes. Les politiques de maîtrise de la croissance urbaine semblent donc induire une inflation des prix des logements, participant à écarter les ménages les plus modestes du marché immobilier. La Ville Compacte doit donc veiller à proposer des logements accessibles au plus grand nombre et veiller à ne pas répéter le schéma socio-spatial des quartiers d'habitats sociaux.

Enfin, Brueckner et Rosenthal (2009) se penchent sur les effets de la densification, *via* des opérations de rénovation urbaine, sur la répartition spatiale des individus. En émettant l'hypothèse que les classes aisées ont une préférence pour les logements neufs à haut niveau de service (confort, sobriété énergétique), des opérations de rénovation urbaine en centre-ville auraient pour conséquence un phénomène de gentrification. Les classes riches, attirées par les logements rénovés du centre, augmenteraient donc leur rente d'enchère afin d'accéder au CBD, reléguant une partie des ménages pauvres dans d'autres quartiers, souvent plus éloignés. Cependant, ils notent que ce mécanisme n'implique pas forcément un changement total de la répartition initiale du sol en termes de revenu. Le phénomène de gentrification affecterait principalement la composition socio-économique du quartier rénové et cela contribuerait à homogénéiser la composition sociale de toute l'aire urbaine, l'écart de statut socio-économique entre centre-ville et *suburb* étant diminué.

Concernant les conditions de vie des populations, la Ville Compacte apparaît encore comme une réponse partielle aux limites de la Ville Étalée. Ses retombées en termes d'organisation socio-spatiale des espaces sont encore mal évaluées, notamment en termes de phénomène de

gentrification, et de nombreux enjeux sociaux ne peuvent être solutionnés uniquement par un changement de modèle urbain (accès à l'emploi ou au parc immobilier).

Conclusion du Chapitre 1

Ce premier chapitre nous a permis de dégager deux concepts clés à la base de nos réflexions sur la densité : celui de Ville Étalée et de Ville Compacte. Au travers de l'étude du phénomène d'étalement urbain et de ses conséquences, nous avons compris l'origine de la prégnance de la notion de densité dans les débats publics actuels. Si la périurbanisation découle d'arbitrages individuels rationnels et légitimes, ses conséquences sont toutefois en totale opposition aux enjeux collectifs actuels. En tant qu'organisation spatiale dispersée, **l'étalement urbain est source de nombreux déplacements, consommateurs d'énergie et polluants**, incompatibles avec les objectifs de développement durable adoptés par la plupart des pays industrialisés. De même, la ville diffuse est généralement associée à des **phénomènes de ségrégation socio-spatiale**. La Ville Étalée n'apparaît pas non plus comme une organisation spatiale propice à la cohésion sociale ; pis encore, elle tend généralement à aggraver les inégalités en plongeant certains quartiers dans une « spirale » de dégradation et de paupérisation. Au regard des différents éléments relatifs à l'étalement urbain, dans ses causes comme dans ses conséquences, il est possible de percevoir la part non maîtrisée de ce phénomène. Symbole de l'accession à la propriété et des quartiers paisibles et verdoyants, les espaces périurbains ont suscité l'engouement des nombreux ménages et décideurs publics. Près d'un demi-siècle plus tard, il apparaît comme une extension spatiale mal maîtrisée ayant contribué au mitage des espaces périphériques, à l'artificialisation fulgurante des sols et à l'émergence de la dépendance automobile. En revanche, la réponse apportée à ce modèle de Ville Étalée apparaît, elle, très planifiée. La Ville Compacte, ses caractéristiques comme ses modes de réalisation, sont en effet précisés dans de nombreux documents de planification et d'aménagement récents. **Si la Ville Compacte semble répondre à certaines limites de la Ville Étalée, elle lui apparaît en totale opposition dans son mode de réalisation.** Quant à la densité, elle semble « prescrite » par les décideurs publics et ce, malgré l'objectif affiché de concertation avec les habitants pour construire ce nouveau modèle urbain (Theys et Emelianoff 2011). Bien que la densité n'apparaisse pas comme un idéal de l'environnement résidentiel des ménages (TNS Sofres 2007), plus de la moitié des individus vivent en ville en 2015¹⁵, lieu de concentration d'hommes et d'activités par excellence. Alors, comment expliquer l'existence et l'occupation de ces territoires urbains denses malgré que cette caractéristique spatiale semble non désirée ? En prenant un peu de distance avec les éléments factuels, historiques et politiques exposés dans ce chapitre, l'étude des théories d'Economie Urbaine nous apporte de nombreux éléments de connaissance, de réflexion et d'analyse quant aux arbitrages résidentiels individuels. Ces théories relatives aux choix de localisation des ménages nous permettent d'appréhender pourquoi et comment se forment des espaces denses, éléments de compréhension essentiels pour mener à bien les politiques d'aménagement actuelles visant la Ville Compacte durable.

¹⁵ Donnée de la Banque Mondiale pour 2015

Chapitre 2 : Analyse et traitement de la densité dans les théories d'Economie Urbaine

Introduction du Chapitre 2

Les modèles théoriques d'Economie Urbaine s'intéressent aux choix de localisation des agents économiques, firmes comme ménages. Ainsi, ils nous renseignent sur la distribution spatiale des activités et résidences et nous permettent d'appréhender l'organisation d'un espace urbain. Dans nos travaux, nous nous intéressons aux **choix de localisation des individus**. Partant du modèle standard urbain développé par Alonso (1964), Mills (1967; 1972) et Muth (1969), le choix résidentiel individuel est avant tout un arbitrage entre la distance au centre et la taille du logement. Ce modèle nous donne les premiers éléments relatifs à la formation et la répartition des densités sur un espace : l'intensité d'occupation de l'espace décroît avec la distance au centre urbain. Cependant, lorsqu'on se trouve en ville, la perception de la densité se fait principalement au travers de l'intensité d'urbanisation. C'est bien le nombre de bâtiments, leur caractère collectif ou individuel, et plus encore leur hauteur, qui nous permet d'apprécier l'occupation d'un espace. Ainsi, il est difficile d'étudier la répartition des populations sur un espace sans analyser les formes urbaines qui y sont associées. Les modèles d'économie urbaine nous permettent de relier **densité de population** et **densité de bâti**, toujours au travers de l'analyse de comportements et choix économiques. Nous parlerons alors de **densités urbaines** lorsque nous évoquerons conjointement ces deux éléments caractéristiques d'un espace urbain.

Le modèle standard urbain a connu de nombreux développements permettant de mettre au jour de nouveaux déterminants de choix de localisation des individus. La distance au centre d'emploi n'est en effet pas la seule caractéristique spatiale différenciant les localisations car l'espace n'est pas homogène. Il suffit pour cela d'observer les différents schémas de ville au travers le monde. Comme se le demandaient Brueckner, Zénou et Thisse (1999), *Why is central Paris rich and downtown Detroit poor* ? Oui, pourquoi les villes ne présentent-elles pas la même organisation spatiale ? Pourquoi les populations déshéritées résident-elles dans les centres urbains en Amérique du Nord alors qu'elles sont reléguées dans les banlieues en Europe ? Pourquoi certaines agglomérations se structurent autour d'un centre alors que d'autres présentent un schéma multicentrique ? Car le territoire est un construit naturel et humain. Un territoire est d'abord façonné par les éléments naturels et topographiques qui le constituent. Certains présentent un relief, d'autres une voie de communication naturelle telle une rivière, d'autres encore une forêt ou un gisement de matières premières. Tous ces attributs spatiaux, désignés généralement sous le nom d'aménités naturelles, sont autant de caractéristiques attractives ou répulsives pour les individus. Ainsi, les éléments naturels induisent l'organisation de l'espace autour d'eux. En outre, tout espace est marqué par ses résidents, par leurs décisions passées ou actuelles. Plus particulièrement, l'évolution de l'espace urbain, dans son organisation et sa composition, transcrit la transformation des sociétés, de leurs modes de vie, besoins et enjeux. Pour autant, ces évolutions n'induisent que très rarement des substitutions, des destructions et des renouvellements urbains. Chaque société laisse son empreinte sur un espace ; ce dernier reflète donc la succession et l'évolution de l'occupation humaine. Les centres-villes européens anciens sont par exemple caractérisés par un patrimoine bâti remarquable, généralement organisé autour d'édifices religieux ou de pouvoir. Les banlieues françaises concentrent de grands immeubles collectifs érigés pour répondre au besoin urgent de logement à la suite des destructions de guerre. La politique des Villes Nouvelles a contribué à créer de grandes aires métropolitaines mutipolarisées. Le développement des communes périurbaines est le résultat

de la motorisation massive des populations occidentales. Quant au mode d'habitat dominant de ces espaces, le pavillon en accession à la propriété, il reflète l'idéal résidentiel des individus et des décideurs publics à fin du XX^{ème} siècle. Ainsi, l'espace urbain n'est pas « un gigantesque terrain à bâtir vide où tout est possible » (Goux 1981). Les phases successives d'urbanisation et la création de réseaux induisent une certaine inertie. Les individus ne choisissent donc pas leur localisation en fonction d'une simple distance à un centre d'emploi. Ils prennent en compte tous ces attributs résultant de l'occupation humaine passée et actuelle, attributs sur lesquels les individus n'ont que très peu de prise. Ainsi, chaque espace est pourvu d'attributs spécifiques et d'intensité variable, généralement exogènes au choix résidentiel individuel. Selon leurs préférences ou sensibilité à ces attributs spatiaux, les ménages tentent de se localiser à proximité ou à distance de ceux-ci. Les attributs exogènes participent à l'organisation spatiale des populations et du bâti.

De plus, en considérant les effets de quartiers et comportements grégaires (cf Chapitre 1, point II.2.3) et si l'on suppose que les individus semblables effectuent des choix résidentiels similaires (Cavailhès 2009b), alors l'espace est également pourvu de caractéristiques socio-économiques. Le statut social d'un quartier peut alors s'apparenter à un attribut spatial, cette fois-ci de type endogène car fonction des caractéristiques de ses résidents (Brueckner, Thisse, et Zenou 1999). Comme tout attribut, celui-ci peut avoir un effet centrifuge ou centripète sur les individus. Comme nous l'avons déjà mentionné, les quartiers pauvres s'inscrivent généralement dans un cycle de dégradation du bâti du fait du sous-investissement qui caractérise ces espaces. De plus, ces quartiers sont généralement associés à des externalités de voisinage négatives (insécurité, dégradations...) et les effets de pairs y sont considérés comme néfastes (chômage, faible niveau d'éducation). A l'inverse, les quartiers plus aisés offrent un environnement résidentiel propre et agréable. Le niveau de revenu, et les recettes fiscales qui en découlent, permet aux décideurs publics d'implanter des biens publics diversifiés et de bonne qualité. Les externalités de voisinage y sont « vertueuses » en ce sens que les individus qui y interagissent présentent de haut niveau de qualification et de bonnes conditions de vie. Enfin, la présence de telles populations induit l'implantation de services culturels et de loisirs, connus sous le nom d'aménités modernes (Brueckner *et al.* 1999). De fait, une ségrégation socio-spatiale s'instaure, d'une part par le tri concurrentiel réalisé par le marché foncier, et d'autre part par les effets de répulsion ou d'attraction qui agissent entre les différentes populations de l'espace urbain. Un phénomène circulaire et cumulatif se développe, plus les quartiers sont pauvres et plus les riches les fuient, accentuant encore la paupérisation. Inversement, plus un quartier est aisé et plus attirera des populations riches en quête d'externalités de localisation positives. Tout comme il existe une « alchimie des quartiers défavorisés » (Selod 2004), il existe une alchimie des quartiers aisés, à l'origine d'un fort « marquage social des lieux » (Cavailhès 2009a). De plus, la valorisation différenciée des attributs spatiaux par des individus hétérogènes tend à renforcer ce marquage des espaces urbains. De même qu'il est difficile de dissocier densité de population et densité de bâti, il est délicat de distinguer **densités urbaines** et **densités sociales**.

Les théories d'Economie Urbaine nous permettent d'appréhender la répartition de ces différentes densités au travers de l'étude d'un **concept clé : celui de la rente d'enchère foncière**. Pour chaque localisation de l'espace, les individus proposent une rente d'enchère et, suivant le caractère concurrentiel du marché foncier, c'est au plus offrant que revient l'usage du sol. La distribution de cette rente à travers l'espace nous permet de distinguer les territoires selon leur niveau de densité et d'identifier quels attributs spatiaux participent à l'émergence de foyers de peuplement localisés.

L'étude du gradient de rente, et donc du gradient de densité, nous renseigne également sur la structure urbaine, dans son organisation (monocentrique, polycentrique) et dans ses formes (habitat collectif haut, habitat individuel). Cependant, et comme nous le détaillons par la suite, le niveau de rente et la densité qui en découle s'apparentent généralement à un simple résultat du marché du foncier. A de très rares exceptions près, la densité dans les modèles théoriques d'Economie Urbaine n'est qu'une simple résultante de la concurrence pour l'usage d'un sol. Pour autant, certains travaux considèrent la densité comme un attribut spatial propre, vecteur d'interactions sociales (Beckmann 1976). Partant de ce principe, la **densité** est **valorisée** voire **recherchée** pour elle-même en facilitant et intensifiant les échanges entre les individus. Ces modèles nous apportent un nouvel éclairage sur l'acceptabilité de la densité, caractéristique urbaine tant prônée par les décideurs publics de nos jours.

Ce chapitre vise donc à **comprendre l'émergence des densités urbaines, de population et de bâti, au travers de modèles tirés de l'Economie Urbaine**. Pour ce faire, nous nous appuyons sur le concept clé de **rente d'enchère foncière**. Dans une première partie, nous exposons les principaux modèles de choix de localisation résidentiel. Partant du modèle standard urbain, nous présentons également ces principaux développements traitant des aménités, de l'émergence de centres secondaires d'emploi ou de l'existence de cycles successifs d'urbanisation. Nous dégageons de cette revue de littérature théorique **les grands déterminants spatiaux créateurs de densité**. Nous exposons ensuite les rares travaux dans lesquels la densité est présentée comme un attribut décisif des choix de localisation résidentielle. Dans une seconde partie, nous nous intéressons au pan empirique de la littérature d'Economie Urbaine relatif aux densités. Deux grandes discussions sous-tendent cette partie : d'une part les méthodes employées pour capter au mieux la fonction de densité au travers des espaces urbains ; et d'autre part, les résultats empiriques validant les éléments théoriques dégagés dans la première partie.

I. La densité dans les modèles théoriques d'Economie Urbaine

L'objectif de cette première section est de comprendre la formation d'espaces denses au regard des théories et outils de l'Economie Urbaine. Nous mobilisons donc dans un premier temps le modèle standard urbain développé par Alonso (1964), Mills (1967; 1972) et Muth (1969), qui apporte les premiers éléments relatifs à la formation et à la répartition des densités urbaines. Nous nous intéressons pour cela à deux types d'agents : les ménages et les promoteurs/développeurs fonciers. Les premiers effectuent leur choix résidentiel suivant l'arbitrage traditionnel entre coût de transport et taille du logement, débouchant sur la maximisation de leur utilité. Le comportement des seconds est décrit au travers d'un modèle de production de logements développé par Muth (1969) dans lequel les développeurs tentent de maximiser leur profit. Ces deux modèles nous apportent les premiers éléments de compréhension et d'analyse des densités de population et de bâti au travers du concept de **rente d'enchère foncière**. Celle-ci révèle la disponibilité à payer des agents pour obtenir l'usage d'une localisation. Selon son niveau, elle reflète la préférence ou au contraire, la répulsion des individus pour certaines localisations ou attributs spatiaux. Elle nous renseigne ainsi sur la concurrence qui existe pour l'usage d'un sol spécifique et l'organisation

spatiale qui en résulte. Lorsque des populations hétérogènes sont présentes sur un même espace, la pente de la rente foncière permet d'ordonner les localisations de chacun, et de visualiser la stratification socio-spatiale qui résulte du marché foncier. De fait, nous nous attardons particulièrement sur ce concept et nous nous attachons à comprendre comment se forme la rente foncière. Quels attributs spatiaux impactent la disponibilité à payer des agents ? Que nous apprend la forme de cette fonction sur les populations en présence ? **Du modèle standard urbain et de l'étude de la rente foncière, nous tirons des implications théoriques relatives aux densités urbaines et sociales.**

Nous recourrons à ces enseignements lorsque, dans un second temps, nous levons l'hypothèse d'homogénéité de l'espace et exposons les modèles dans lesquels les choix de localisation sont guidés par divers attributs spatiaux. Nous exposons tout d'abord quelques modèles avec aménités exogènes et endogènes, puis nous nous intéressons aux *Vintage Models*. Ces développements théoriques souvent oubliés apportent pourtant un éclairage intéressant sur la structuration d'un espace urbain et son évolution. Enfin, nous ne pouvons ignorer les développements théoriques relatifs aux organisations spatiales non-monocentriques ou polycentriques ; l'existence de centres secondaires d'emploi modifiant les gradients de rente et de densité. Dans une dernière section, nous exposons les rares modèles dans lesquels **la densité est considérée comme un déterminant direct des choix de localisation**. Suivant ces développements, elle apparaît comme une externalité positive ou négative de localisation. Ces modèles nous permettent alors d'envisager dans quels cas et sous quelles conditions la densité peut être valorisée ou recherchée par les individus.

1. La rente urbaine révélatrice des densités dans le modèle standard urbain

Dans cette section, nous nous attardons sur le modèle standard urbain puisqu'il nous permet d'une part, de comprendre les mécanismes relatifs à la formation de la rente d'enchère urbaine, et d'autre part, d'appréhender l'impact du niveau de cette rente sur l'intensité d'occupation de l'espace.

1.1 Modèle standard de choix de localisation résidentielle

- Choix résidentiel individuel et formation de la rente d'enchère

Les premiers principes et mécanismes relatifs à la formation d'espaces denses sont apportés par le modèle standard urbain développé par Alonso (1964) puis enrichi par Mills (1967; 1972) et Muth (1969). Nous partons de la synthèse de Fujita (1989) pour exposer ce modèle qui tiendra lieu de référence et cadre théorique dans nos travaux. Ce modèle de choix de localisation résidentielle consiste en un modèle d'allocations des ressources individuelles. Il est « une synthèse entre la théorie microéconomique standard du consommateur et l'approche spatiale monocentrique de Von Thünen » (Boiteux-Orain et Huriot 2002). Ce modèle se place dans le cadre d'une ville fermée dans laquelle aucune migration résidentielle n'est possible, la population y est fixée de façon exogène. Trois grandes hypothèses sous-tendent ce modèle standard urbain :

- i) L'organisation spatiale est de type monocentrique : l'espace urbain s'organise autour d'un centre concentrant tous les emplois, le Central Business District (CBD) (cette

- hypothèse sous-entend que les firmes ont une disponibilité à payer plus grande que les ménages pour occuper le CBD (Anas, Arnott, et Small 1997)) ;
- ii) Le sol entourant le centre d'emploi est parfaitement homogène et destiné à un usage résidentiel. Seule la distance au centre distingue les localisations ;
 - iii) L'espace est caractérisé par un réseau de transport radial ne subissant pas de congestion. Il est emprunté par les individus qui se déplacent uniquement entre leur lieu de résidence et le CBD.

Les individus, supposés homogènes et travaillant tous au CBD, tentent de maximiser leur utilité U sous contrainte de budget. Ils consomment pour cela un bien composite z , représentant tous les biens disponibles dans l'économie, et une quantité s de sol, assimilable à la taille du logement. Le prix du bien z est normalisé à un et le coût d'une unité de sol en une localisation x est noté $R(x)$, soit la rente foncière. Les individus supportent des coûts de transport t pour se rendre au centre d'emploi. Puisque l'espace est homogène et qu'aucun phénomène de congestion ne se produit, le coût de transport est le même sur tout l'espace urbain et est strictement proportionnel à la distance x qui sépare lieu de résidence et CBD. Ainsi, le revenu Y d'un individu est destiné à la consommation de z, s et aux dépenses de transport $t(x)$. Le programme de maximisation de l'utilité sous contrainte s'écrit alors comme suit :

$$\begin{aligned} \text{Max } U(z, s) \\ \text{Sc } Y - t(x) = z + R(x)s \end{aligned} \quad (1)$$

Avec :

- $x > 0$, les individus ne se localisent pas au CBD ;
- $z > 0$ et $s > 0$, ces biens sont considérés comme désirables, l'utilité n'est définie que pour des quantités de bien consommées positives ;
- l'utilité est une fonction croissante de la consommation de z et s :

$$\partial U(z, s) / \partial z > 0, \quad \partial U(z, s) / \partial s > 0$$

- les coûts de transport sont croissants de la distance x au CBD ;
- le taux marginal de substitution entre z et s vaut $\frac{-\partial Z(s, u)}{\partial s} < 0$.

Nous introduisons maintenant un concept essentiel dans ce travail de cadrage théorique de la thèse : celui de rente d'enchère. Cette notion nous permettra par la suite d'appréhender les densités urbaines mais pour le moment, elle nous permet de déterminer la quantité de sol consommée sachant le niveau d'utilité dans l'espace urbain. Cette rente d'enchère se définit comme la rente maximale par unité de terre qu'est prêt à payer un individu pour obtenir l'usage du sol en x et atteindre le niveau d'utilité fixé u . Ainsi, les individus expriment pour chaque localisation x , une rente d'enchère maximale $\Psi(x, u)$:

$$\Psi(x, u) = \max_s \frac{Y - t(x) - Z(s, u)}{s} \quad (2)$$

$Y - t(x) - Z(s, u)$ représente le budget restant disponible pour la rente une fois les coûts de transport et la consommation de bien composite déterminés. $Y - t(x) - Z(s, u) / s$ représente alors la rente par unité de terre en x . On obtient donc la consommation optimale d'unité de sol $S(x, u)$, soit la taille de logement optimale appelée « *bid-max lot size* » (Fujita 1989). Graphiquement, la rente d'enchère s'obtient comme la pente de la droite de budget tangente à la courbe d'indifférence permettant d'atteindre le niveau d'utilité u (Figure 12). Selon les conditions d'optimalité du premier ordre, la quantité maximale de sol est obtenue lorsque le taux marginal de substitution égalise le rapport des prix, soit ici la rente d'enchère foncière :

$$\frac{-\partial Z(s, u)}{\partial s} = \Psi(x, u) \quad (3)$$

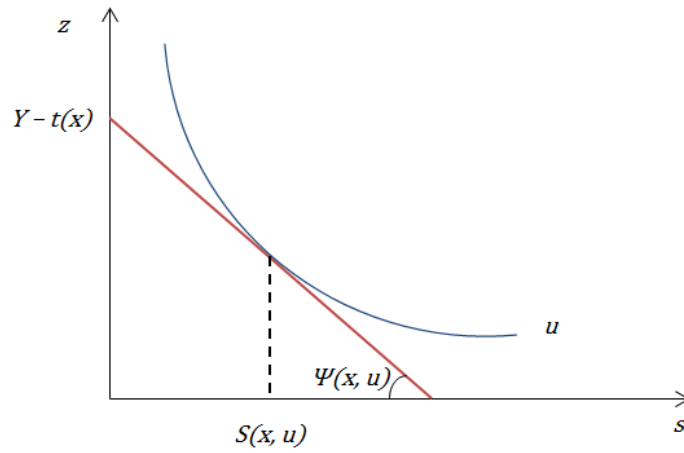


Figure 12 : Rente d'enchère et consommation optimale de sol

Source : (Fujita 1989, p15)

Sachant la rente d'enchère $\Psi(x, u)$ et la taille optimale de lot résidentiel $S(x, u)$, nous pouvons désormais considérer le problème de maximisation de l'utilité des individus. Notons R_x la rente foncière et I le revenu net des coûts de transport ($Y - T(x)$) :

$$\text{Max } U(z, s), \text{ sous contrainte que } z + R_x = I \quad (4)$$

Nous déterminons alors $\hat{s}(R, I)$, la fonction de demande marshallienne de terre. Par la fonction d'utilité indirecte, nous obtenons le niveau d'utilité maximal atteignable compte tenu de R_x et I :

$$V(R, I) = \max\{U(z, s) | z + R_x = I\} \quad (5)$$

À ce niveau de l'analyse théorique, et partant de l'hypothèse que les individus sont identiques, tous expriment une préférence pour une même localisation avantageuse. Or, il est impossible que tous les individus de l'espace urbain résident en une même localisation ; une compétition pour l'usage de ce sol s'instaure. Les individus surenchérisent pour obtenir l'usage de cette localisation, induisant une inflation des rentes proposées. Cette localisation apparaît de moins en moins

avantageuse à mesure que les rentes proposées augmentent, et les autres espaces résidentiels deviennent alors aussi désirables que celle-ci. Cette concurrence s'engage en tous points de l'espace urbain, et c'est au plus offrant que l'usage du sol revient en chaque localisation (Yinger 2005), pour un même niveau d'utilité.

Nous examinons maintenant comment évolue la rente d'enchère et la quantité de sol optimale consommée suivant la localisation dans l'espace urbain. Considérons pour cela un niveau d'utilité fixé u et deux localisations $x_1 < x_2$: x_1 est plus proche du CBD que x_2 . On démontre alors que :

- si $t(x_2) > t(x_1)$, les coûts de transport sont plus élevés à distance du centre ;
- $Y - t(x_1) > Y - t(x_2)$, le revenu net des coûts de transport est plus élevé à proximité du centre ;
- $\Psi(x_1, u) > \Psi(x_2, u)$, le niveau de rente d'enchère baisse avec la distance ;
- $S(x_1) < S(x_2)$, la quantité de sol consommée augmente avec la distance.

L'équilibre urbain est atteint lorsque tous les individus parviennent au même niveau d'utilité u , soit quand plus aucun d'entre eux n'a d'intérêt à changer de localisation. Afin d'atteindre cet équilibre, un mécanisme compensatoire s'opère entre coûts de transport et consommation foncière. Un éloignement du CBD est synonyme pour l'individu d'une hausse des coûts de transport pour se rendre sur son lieu de travail et donc d'un revenu net disponible moins important : $Y - t(x_1) > Y - t(x_2)$. La capacité d'enchère des individus est donc réduite pour les localisations éloignées du CBD, impliquant que les rentes proposées y sont plus faibles : $\Psi(x_1, u) > \Psi(x_2, u)$. Ainsi, les ménages font face à un prix du foncier plus faible en périphérie, leur permettant une consommation plus importante de sol : $S(x_1) < S(x_2)$. Cette compensation entre coûts de transport et taille du logement permet aux individus d'atteindre le même niveau d'utilité en tout point de l'espace : à l'équilibre, ils sont indifférents entre une localisation centrale ou périphérique.

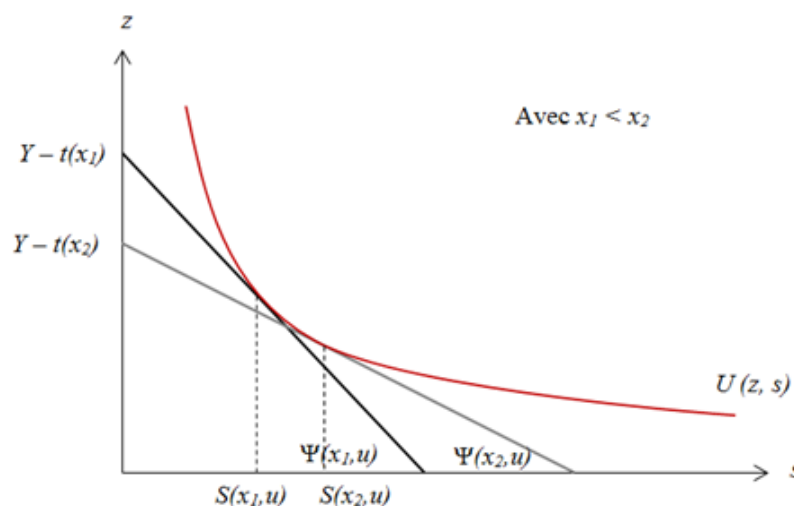


Figure 13 : Consommation foncière suivant la localisation

Source : (Fujita 1989, p 19)

Nous pouvons alors déterminer la rente (globale) de marché $R(x)$ par l'application du théorème de l'enveloppe. Celle-ci se définit comme l'enveloppe supérieure de toutes les rentes d'enchères individuelles proposées en chaque localisation x de l'espace. On démontre que le gradient de cette

rente s'aplatit avec la distance au centre : la pente est forte aux abords du CBD, puis elle décroît à mesure que l'on s'en éloigne. Les rentes sont donc plus élevées au centre qu'en périphérie.

$$\frac{\partial \Psi(x, u)}{\partial x} = -\frac{T'(x)}{S(x, u)} < 0 \quad (6)$$

Déterminons maintenant la relation entre niveau d'utilité, rente d'enchère et taille optimale du logement. Fixons pour cela deux niveaux d'utilité u_1 et u_2 avec $u_1 < u_2$. À partir du graphique de la Figure 14, on constate qu'un niveau d'utilité plus grand peut être atteint par l'individu en une même localisation x uniquement si le niveau de rente y est plus faible : $\Psi(x, u_1) < \Psi(x, u_2)$ (du point B_1 au point B_2). Sous l'hypothèse que le logement est un bien normal, on constate qu'une augmentation du revenu ($Y_1 - t(x) < Y_2 - t(x)$) se traduit par une augmentation de la quantité de logement consommée S (de B_1 à B_2). On démontre alors que l'utilité est une fonction croissante de la quantité de logement consommée et décroissante du niveau de rente d'enchère. Deux propriétés découlent alors de cette démonstration :

Propriété 1.

- i) La rente d'enchère $\Psi(x, u)$ est continument décroissante de la distance au centre x et du niveau d'utilité u ;
- ii) La taille optimale de logement $S(x, u)$ est continument croissante de la distance x au centre et du niveau d'utilité u .

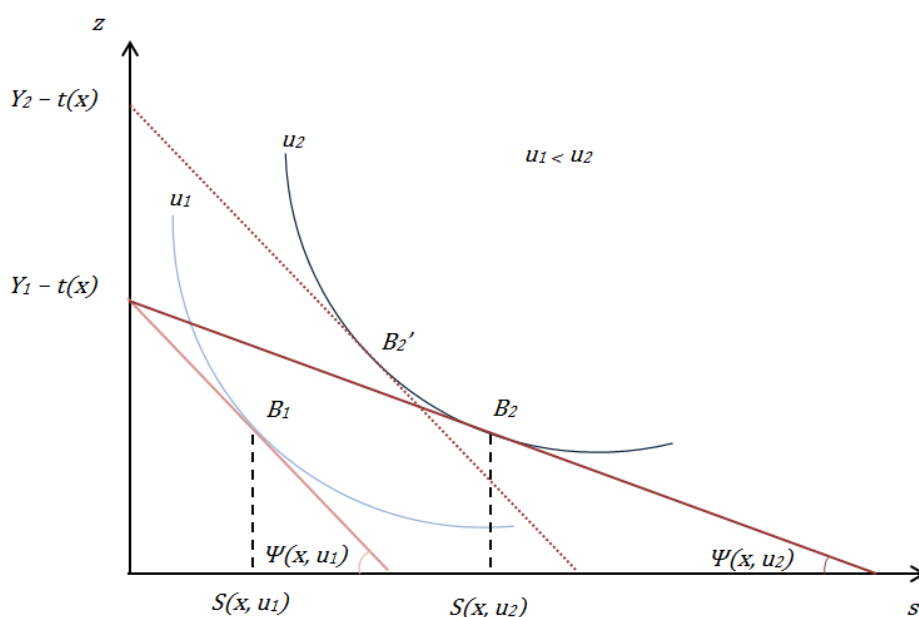


Figure 14 : Rente d'enchère et « bid-max lot size » en fonction du niveau d'utilité u

Source : (Fujita 1989, p20)

Nous pouvons désormais déterminer l'équilibre de localisation individuel. La rente de marché $R(x)$ étant donnée, elle apparaît comme un paramètre exogène pour les ménages. Puisque l'usage de la terre revient au plus offrant, et sachant que la rente de marché représente la rente d'enchère la plus élevée, les ménages sont obligés de payer cette rente quel que soit leur choix de localisation. Le choix résidentiel est représenté par le programme de maximisation de l'utilité sous contrainte (1).

La localisation d'équilibre se situe à une distance x^* du CBD pour laquelle la rente d'enchère de l'individu $\Psi(x, u^*)$ est tangente à la rente de marché $R(x)$ (cf Figure 15). C'est en ce point que l'individu maximise son utilité : il atteint le plus haut niveau d'utilité u^* qui lui est accessible compte tenu de $R(x)$.

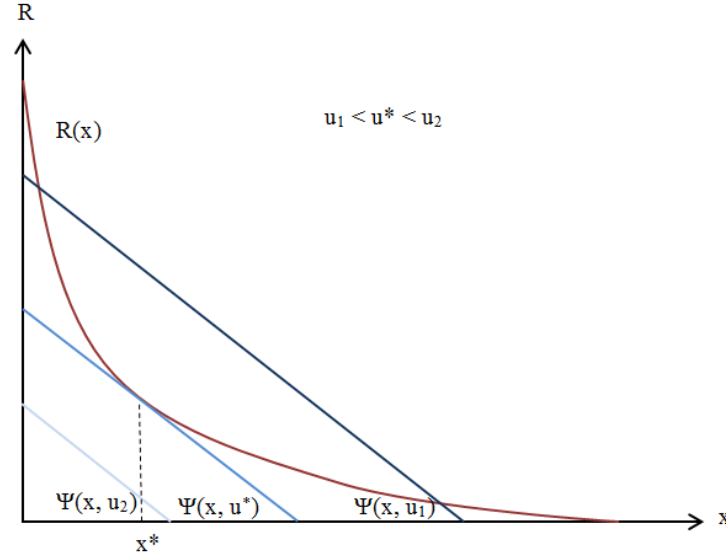


Figure 15 : L'équilibre de localisation

Source : (Fujita 1989, p 24)

Ainsi, Fujita (1989) énonce la règle suivante, relative à la localisation d'équilibre individuelle :

Règle 1.

Etant donnée la courbe de rente de marché $R(x)$, u^ est le niveau d'utilité d'équilibre pour un ménage et x^* est la localisation optimale si et seulement si $R(x^*) = \Psi(x^*, u^*)$ et $R(x) \geq \Psi(x, u^*)$ pour tout x .*

La courbe de rente d'enchère $\Psi(x, u^*)$ associée au niveau d'utilité u^* est appelée la courbe de rente d'enchère d'équilibre. Sachant qu'en x^* , la localisation d'équilibre, $R(x^*) = \Psi(x^*, u^*)$, on obtient :

$$\frac{\partial \Psi(x^*, u^*)}{\partial x} = R'(x^*) \quad (7)$$

Avec $R'(x^*)$ la dérivée de la rente de marché par rapport à la distance x , soit $dR(x)/dx$.

En remplaçant $R'(x^*)$ dans l'équation (4), on obtient :

$$T'(x^*) = -R'(x^*) S(x^*, u^*) \quad (8)$$

Ce résultat est plus connu sous le nom de « condition de Muth » selon laquelle, à l'équilibre de localisation, le coût marginal de transport égalise exactement le coût marginal de la terre économisée. En effet, pour une localisation plus éloignée du centre, le coût de transport plus important est

parfaitement compensé par une dépense foncière moins élevée. Si ce n'est pas le cas, alors l'individu a intérêt à changer de localisation pour atteindre un niveau d'utilité plus élevé.

Ces travaux fondateurs de l'Economie Urbaine développés par Alonso (1964), Mills (1967), Muth (1969) ou Fujita (1989) permettent de tirer deux enseignements théoriques importants : la rente d'enchère décroît de façon continue avec la distance au CBD alors que la consommation foncière optimale par individu augmente avec celle-ci. Nous pouvons d'ores et déjà tirer quelques implications théoriques en matière de densités urbaines.

Puisque la consommation foncière des individus (ou la taille du logement) augmente avec la distance au centre, la densité de population est une fonction décroissante de la distance au CBD.

Ainsi, les terres / logements sont plus intensément occupés aux abords du CBD que les terres / logements aux frontières de la ville.

Aussi, nous supposons que la densité de logements est plus élevée au centre qu'en périphérie.

Cette deuxième hypothèse laisse à penser que l'urbanisation est plus importante à proximité du CBD qu'à la lisière de la ville. Pour autant, ce modèle de localisation ne permet pas de valider complètement cette intuition. En effet, nous n'avons d'information que sur la quantité de logement consommée en chaque lieu, mais nous n'en avons pas sur l'intensité d'utilisation du sol, ou l'intensité d'urbanisation. Nous pourrions aussi très bien imaginer un centre concentrant de petits logements entouré de périphéries composées de grands habitats, et que ces deux types d'espaces présentent la même surface bâtie. Pour appréhender la densité bâtie, des éléments supplémentaires sur les caractéristiques de l'urbanisation sont nécessaires, particulièrement sur la hauteur des bâtiments. Nous reviendrons sur cette question avec le modèle de production de logements développé par Muth (1969).

- L'équilibre urbain et les usages de la terre

Considérant les hypothèses et implications théoriques développées précédemment, il nous est désormais possible d'établir l'équilibre spatial urbain. Cet équilibre est atteint lorsque plus aucun agent n'a intérêt à changer de localisation. Sous les hypothèses d'information parfaite (les agents sont parfaitement informés des éléments relatifs au marché du foncier) et d'atomicité (tous les agents considèrent la rente de marché comme donnée, aucun n'a d'influence sur son niveau), alors l'équilibre urbain est un équilibre concurrentiel de marché. En supposant que l'environnement urbain et les conditions de localisation se répètent à l'identique dans le temps, l'équilibre urbain est aussi un équilibre stationnaire. Nous présentons dans ce paragraphe l'équilibre urbain « standard » s'inscrivant dans le cadre d'une ville fermée dont les propriétaires fonciers sont absents.

Dans le cas d'une ville fermée, la population est fixe car les migrations entre villes sont coûteuses et le niveau d'utilité est fixé de façon endogène. La quantité de terres disponibles à usage résidentiel est notée $L(x)$, continue et positive pour tout $x > 0$. On suppose que tout espace non occupé par les ménages est utilisé à des fins agricoles dont le niveau de rente, constant, est noté R_A . La ville est composée de N ménages identiques qui maximisent leur utilité sous contrainte de la même forme qu'en (1). À l'équilibre, tous les ménages atteignent le même niveau d'utilité maximal qu'elle que soit leur localisation dans l'espace urbain. Les individus ne peuvent donc augmenter leur satisfaction en modifiant leur choix résidentiel, ils sont indifférents entre les localisations.

Suivant la fonction d'utilité indirecte déterminée en (5), nous obtenons l'équilibre permettant d'atteindre le niveau d'utilité maximal u^* compte tenu de $R(x)$ la rente de marché :

$$u^* = \max V(R(x), Y - t(x)) \quad (9)$$

On note ensuite $n(x)$ la distribution de population à l'équilibre telle que $n(x) > 0$. Afin de conserver les conditions de localisation individuelle d'équilibre (règle 1), la relation entre rente de marché et rente d'enchère d'équilibre doit être telle que :

- i) $R(x) = \Psi(Y - t(x), u^*)$ pour tout $n(x) > 0$; la rente d'enchère la plus haute détermine la rente de marché ;
- ii) $R(x) \geq \Psi(Y - t(x), u^*)$ pour tout x ; les individus ne peuvent atteindre un plus haut niveau d'utilité compte tenu de $R(x)$.

On détermine également l'équilibre de l'activité agricole :

- i) $R(x) = R_A$ pour les terres à usage agricole ; l'activité agricole dégage un profit nul ;
- ii) $R(x) \geq R_A$ pour tout x ; l'activité agricole ne génère de profit dans n'importe quelle localisation.

À l'équilibre, lorsque la rente est positive, aucune terre n'est inutilisée, tout l'espace est destiné soit à l'usage résidentiel, soit à l'usage agricole. En chaque localisation x , la rente d'équilibre de marché correspond alors au maximum de la rente d'enchère et de la rente agricole :

$$R(x) = \max \{ \Psi(Y - t(x), u^*), R_A \} \quad (10)$$

Cela nous permet de déterminer la frontière urbaine x_f :

- Lorsque $R(x) > R_A$, alors le coût d'opportunité du développement de la terre est plus grand que celui de l'activité agricole, la terre est alors urbanisée ;
- Lorsque $R(x) < R_A$, alors il est économiquement plus avantageux de laisser la terre à un usage agricole ;
- Lorsque $R(x) = R_A$, nous nous trouvons à la frontière de la ville.

Autrement dit, chaque localisation est occupée par l'activité présentant le plus haut niveau de rente. Puisque la rente d'enchère est décroissante de la distance x au centre, alors les terres à gauche de la frontière x_f sont destinées à un usage résidentiel tandis que celles à droite sont à usage agricole (cf Figure 16). À l'équilibre, le niveau de rente d'enchère à la frontière x_f vaut :

$$\Psi(Y - t(x_f), u^*) = R_A \quad (11)$$

La rente d'enchère est continument décroissante jusqu'à la frontière urbaine.

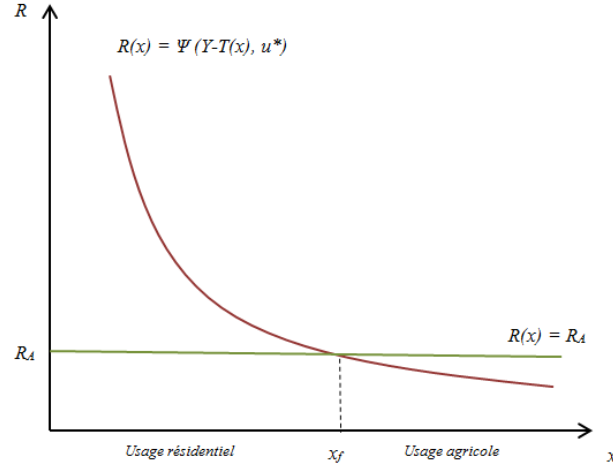


Figure 16 : Equilibre urbain et usage de la terre

Source : (Fujita 1989, p 56)

Concernant la répartition de la population et sachant que la taille de lot résidentiel augmente avec la distance au centre (Propriété 1), on obtient :

$$n(x) = \begin{cases} L(x)/s(Y - t(x), u^*), & x \leq x_f \\ 0, & x > x_f \end{cases} \quad (12)$$

La population n se répartie sur toute la surface urbaine disponible et ne s'implante pas sur les terres agricoles. La densité de population est donc décroissante de la distance au centre urbain et est nulle à la frontière de la ville.

- Choix résidentiel en présence de populations hétérogènes

L'analyse théorique menée jusque-là se situe à l'échelle individuelle. Fujita (1989) se propose d'étendre ce modèle urbain en intégrant plusieurs ménages ayant des fonctions de rente d'enchère différentes. Il introduit alors le concept de « pente relative des fonctions de rentes d'enchère ». Pour cela, il suppose deux ménages i et j ayant respectivement une fonction de rente d'enchère $\Psi_i(x, u)$ et $\Psi_j(x, u)$. Il expose ensuite une règle permettant d'ordonner les localisations d'équilibre entre les différents ménages :

Règle 2.

Si la rente d'enchère d'équilibre $\Psi_i(x, u_i^)$ du ménage i et que la rente d'enchère d'équilibre $\Psi_j(x, u_j^*)$ du ménage j se croisent et que la première est plus raide que la seconde à cette intersection, alors l'équilibre de localisation du ménage i est plus proche du CBD que celui du ménage j .*

Plus généralement, une rente d'enchère d'équilibre plus raide correspond à une localisation proche du centre d'emploi. Suivant la Figure 17, les rentes d'enchère des deux ménages se coupent une

fois dans l'espace, au point $\hat{x}$. La pente de la rente du ménage i est plus forte à gauche de ce point, l'enchère du ménage i domine alors celle du ménage j . À droite de ce point d'intersection $\hat{x}$, c'est la rente du ménage j qui domine celle de i . Ainsi, le ménage i réside à gauche de $\hat{x}$, soit plus proche du CBD que le ménage j .

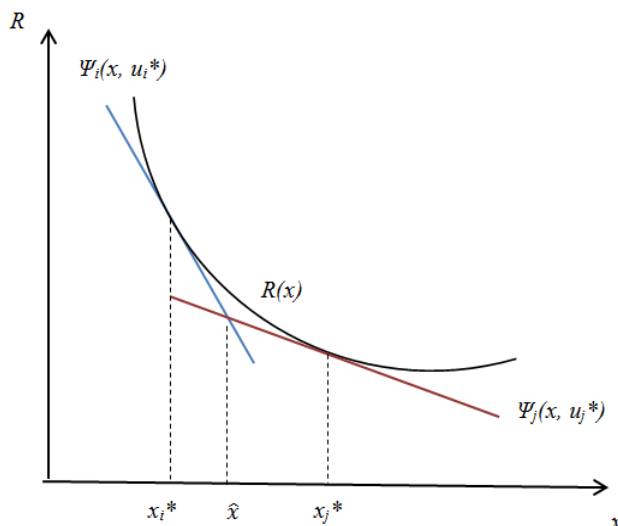


Figure 17 : Pente relative de la rente d'enchère et localisation

Source : (Fujita 1989, p 27)

Ainsi, si Ψ_i est plus pentue que Ψ_j , nous pouvons énoncer la proposition suivante : pour toutes paires de rentes d'enchère $\Psi_i(x, u_i)$ et $\Psi_j(x, u_j)$ se croisant à une distance $\hat{x}$, la première domine la seconde à gauche de $\hat{x}$ et la seconde domine la première à droite de $\hat{x}$. Cette condition est valable pour toutes paires de rentes d'enchère quand celles-ci sont non croissantes. Il en découle la règle suivante :

Règle 3.

Si la fonction de rente d'enchère du ménage i est plus pentue que celle du ménage j , alors la localisation d'équilibre du ménage i est plus proche du CBD que celle du ménage j .

Cette démonstration est très importante dans l'analyse et la compréhension de la répartition spatiale de la population, particulièrement lorsque celle-ci est composée d'individus hétérogènes. Elle nous permet d'appréhender la distribution des revenus dans l'espace en présence de populations au statut socio-économique différent. Dès lors que la rente d'enchère de l'individu i en une localisation x domine (est plus pentue que) celle de l'individu j , alors l'individu i remporte l'usage du sol en x (cet énoncé est également valable pour des groupes d'individus distincts).

Considérons maintenant le modèle de localisation standard (1) et deux classes de revenus, avec $Y_1 < Y_2$. On suppose que les ménages riches ($i = 2$) et pauvres ($i = 1$) ont la même fonction d'utilité et supportent les mêmes coûts de transport. Prenons deux fonctions de rentes d'enchère $\Psi_1(x, u_1)$ et $\Psi_2(x, u_2)$ dont l'intersection se produit à une distance $\hat{x}$ tel que : $\Psi_1(\hat{x}, u_1) = \Psi_2(\hat{x}, u_2) \equiv R(\hat{x})$, la rente de marché.

Sachant que $Y_1 - t(\hat{x}) < Y_2 - t(\hat{x})$ et que le logement est un bien normal alors $S_1(\hat{x}, u_1) < S_2(\hat{x}, u_2)$. Suivant l'équation (4), on obtient :

$$-\frac{\partial \Psi_1(\hat{x}, u_1)}{\partial x} = \frac{T'(x)}{S_1(\hat{x}, u_1)} > \frac{T'(x)}{S_2(\hat{x}, u_2)} = -\frac{\partial \Psi_2(\hat{x}, u_2)}{\partial x} \quad (13)$$

On constate que la fonction de rente d'enchère Ψ_1 des ménages pauvres est plus pentue que la fonction de rente d'enchère Ψ_2 des ménages riches. En découle la proposition suivante :

Proposition 1.

Les ménages ayant un plus haut niveau de revenu se localisent plus loin du CBD que les ménages ayant un niveau de revenu plus faible, toutes choses égales par ailleurs.

Comme mentionné lors du Chapitre 1, cette proposition tient si et seulement si l'élasticité revenu du coût de transport est inférieure à l'élasticité revenu de la demande de logement. Dans ce cas, la consommation de logement croît avec le revenu (Wheaton 1977). Cette proposition décrit bien le modèle de ville américain dans lequel les ménages les plus riches se localisent généralement en périphérie alors que le centre urbain est occupé par les populations les plus déshéritées. Cependant, ce modèle d'organisation spatiale ne constitue pas la norme pour toutes les villes. Le schéma spatial des métropoles européennes en est l'exemple le plus parlant : les centres-villes du Vieux Continent abritent essentiellement les classes supérieures alors que leurs banlieues et périphéries se composent des classes moyennes ou laborieuses. Ce constat laisse à penser que d'autres déterminants entrent en jeu dans le choix de localisation résidentielle des ménages. Nous les exposons dans la prochaine section.

Cette extension du modèle résidentiel avec populations hétérogènes selon leur revenu apporte donc des éléments sur le type de populations résidant sur chaque espace urbanisé. Au travers de l'analyse du niveau de rente proposé par différents groupes d'individus, nous sommes en mesure d'identifier quel groupe « domine » l'autre et obtient l'usage du sol en une localisation donnée. Par l'étude de la pente de la fonction de rente d'enchère de chaque groupe, nous pouvons également déterminer quelle population privilégiera une localisation centrale ou périphérique.

Ainsi, il nous est possible de caractériser les densités urbaines par leur attribut social, et d'identifier des foyers de pauvreté ou de richesse au sein d'un espace urbain. Nous pouvons dès lors **relier toutes densités urbaines, de population ou de bâti, à une densité sociale.**

1.2 Le rôle des promoteurs dans la création d'espaces intensément urbanisés

Le modèle théorique développé par Muth (1969) permet d'appréhender l'intensité d'utilisation du sol dans les différents espaces urbains. Pour cela, il introduit le secteur de la production de logement par des promoteurs (ou développeurs), dont les comportements stratégiques façonnent les formes urbaines. Dans ce modèle, les ménages (resp. firmes) ne consomment (resp. produisent) plus uniquement du foncier mais un agrégat du sol et du logement qui y est implanté, appelé *housing service*, ou service du logement. Les développeurs tentent de maximiser leur profit en chaque point de l'espace x . Leur fonction de production $F(L, N)$ est une combinaison de deux facteurs : la terre L et les autres inputs non relatifs au sol N , notamment le capital. Le coût de production s'écrit :

$$pQ = rL + nN \quad (14)$$

Avec p le prix unitaire de l'output Q , le *housing service*, r le prix unitaire de la terre et n le coût du capital. Le coût unitaire du foncier varie dans l'espace tandis que celui du capital est constant et normalisé à un. En tout point de l'espace, chaque promoteur exprime une rente d'enchère foncière pour obtenir l'usage du sol. Elle décrit le montant maximal qu'est disposé à payer une firme pour obtenir l'usage du sol en une localisation x et, comme pour le modèle résidentiel des ménages, c'est au plus offrant que revient cet usage. L'enveloppe supérieure de toutes les rentes d'enchère individuelles des firmes en chaque localisation détermine la rente de marché. Celle-ci apparaît comme un élément exogène à la firme : elle n'a pas le choix de payer cette rente, soit la plus haute rente d'enchère, pour bénéficier de l'usage du sol en une localisation donnée. Sous l'hypothèse que le marché de production de logements est un marché concurrentiel caractérisé par des rendements d'échelle constants, cette fonction de rente d'enchère permet d'atteindre l'équilibre pour lequel toutes les firmes réalisent un profit nul.

R. Muth (1969) démontre alors que le volume de production de logements sur un espace dépend du niveau de la rente foncière, élément déterminant de la combinaison productive des facteurs. En effet, lorsque la part des coûts liés au foncier est élevée dans le coût total de production, soit $r_1/n > r_2/n$, alors le promoteur substitue du capital à la terre, $(N/L)_1 > (N/L)_2$ et adopte donc un procédé de production plus intense en capital. Une plus grande intensité capitaliste de la production de logements se traduit essentiellement par l'édification d'immeubles à étages composés de plusieurs logements.

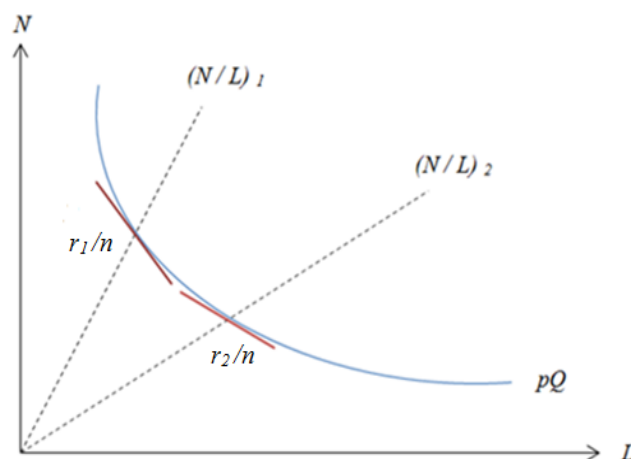


Figure 18 : Combinaison productive selon le niveau de rente foncière

Source : (Muth 1969, p 56)

Sachant que :

- La rente d'enchère foncière décroît avec la distance au CBD, la part des coûts de production liés au foncier baisse avec cette distance ;
- Les promoteurs substituent du capital au sol quand la part du coût du foncier est élevée dans le coût de production total ;

alors le ratio capital / terre est plus élevé à proximité du CBD qu'en périphérie. Ce mécanisme de substitution des facteurs de production suppose que les promoteurs utilisent plus intensément le sol là où il est le plus onéreux, soit à proximité du centre urbain.

L'intensité d'utilisation du sol, soit l'intensité d'urbanisation, est donc également décroissante de cette distance au centre. Ainsi, nous avançons que les espaces centraux sont les plus urbanisés et caractérisés par un bâti collectif à étages, alors que les espaces périphériques sont marqués par une urbanisation plus diffuse sous forme d'habitat individuel.

Nous supposons donc que la densité de bâti, ou l'intensité d'utilisation du sol, est une fonction décroissante de la distance au centre urbain.

1.3 Quelques éléments de statique comparative

Comme nous l'avons vu au travers du modèle standard, l'organisation spatiale d'un espace urbain dépend de paramètres clés tels que le revenu, les coûts de transport ou encore la rente agricole. La modification de ces paramètres impacte la répartition des densités en impactant directement le niveau de rente d'enchère proposée dans les différents espaces. Les premiers travaux en statique comparative développés dans un cadre théorique urbain sont associés à Wheaton (1974). Ils permettent d'appréhender l'évolution des densités de population suite à la modification de certains paramètres clés tels que le revenu, le coût de transport ou le niveau de rente agricole. Plus tard, Brueckner (1987) réalise ces mêmes types de développements en intégrant les aspects bâtis de l'espace urbain, inspirés des travaux de Muth (1969). Dans les deux cas, deux modèles urbains sont étudiés : le modèle de « *closed city* » et celui d'« *open city* ». Dans le modèle de la ville fermée, le niveau

démographique est fixé de façon exogène, aucune migration résidentielle ne permet d'ajustements aux conditions locales du marché foncier. Ainsi, le niveau d'utilité est déterminé de façon endogène selon la valeur des paramètres du modèle. En revanche, dans la ville ouverte, la population peut fluctuer par le biais de migrations résidentielles supposées se réaliser sans coût. On se place alors dans le cadre d'un système de villes : l'utilité est la même dans tout le système, elle est donc exogène à la ville considérée.

Suivant les travaux de Wheaton (1974), et dans le cadre de la ville fermée, la modification des paramètres clés joue principalement au travers de l'offre et de la demande de foncier. Une augmentation de la rente agricole contribue à la baisse de l'espace disponible à usage résidentiel et à l'augmentation du niveau de la rente urbaine dans la ville. En effet, lorsque la rente agricole dépasse cette dernière aux limites de la ville, les terres retournent à leur usage naturel contribuant à ramener la frontière de la ville vers le centre. La population restant inchangée, une restriction de l'espace disponible implique une occupation accrue en chaque localisation si bien que la densité de population augmente dans l'espace urbain. Brueckner (1987) précise que cette intensité d'occupation se traduit également au niveau de la « *structural density* » qui est relative au bâti. L'espace à usage résidentiel étant réduit, l'occupation des terres urbaines s'intensifie sous forme de hauts immeubles composés de petits logements. De même, une augmentation de la taille de la population agit comme un accroissement de la demande de logement dans l'espace urbanisé. Bien que la ville puisse s'étendre, l'expansion urbaine ne permet pas un ajustement total à cette nouvelle demande et les densités de population et de bâti augmentent en toutes localisations. Une hausse des coûts de transport n'altère pas directement l'équilibre global du marché foncier mais modifie les arbitrages des agents, induisant des déséquilibres locaux. Lorsque les ménages supportent des coûts de navettage plus élevés pour se rendre au CBD, les espaces éloignés sont moins avantageux et la demande des individus se dirige vers les espaces centraux. La densité augmente à proximité du centre et la ville devient plus compacte. Dans tous les cas évoqués précédemment, l'utilité des individus baisse puisque les surfaces résidentielles sont réduites. Enfin, et comme nous l'avons déjà mentionné dans le Chapitre 1 (point II.1.1), une augmentation du revenu induit un aplatissement du gradient de rente urbaine. Les individus ayant plus de revenu à consacrer au logement, leur demande se tourne vers les espaces périphériques proposant de grands habitats. Ainsi, la ville s'étend, les densités centrales diminuent au profit des espaces éloignés du CBD et l'utilité des individus augmente. Dans le cas de la ville fermée, nous retenons que l'occupation de l'espace est très dépendante du niveau de rente foncière/urbaine et que :

- les densités centrales augmentent avec la population, la rente agricole et les coûts de transport ;
- les densités périphériques augmentent avec le niveau de revenu.

De façon générale, les villes présentant un faible niveau de rente sont caractérisées par un bâti bas, de grandes habitations et une faible densité de population. A l'inverse, les espaces urbains marqués par une rente élevée sont associés à des immeubles collectifs hauts et une forte occupation du sol (Brueckner 1987).

Dans le cas de la ville ouverte, des migrations résidentielles sont réalisées afin de conserver un niveau d'utilité constant dans le système urbain. Ces migrations permettent une régulation de la demande de sol et un ajustement continu pour maintenir l'équilibre spatial. Sachant que l'utilité est fixée de façon exogène et que le niveau de population est déterminé de manière endogène, alors les paramètres impactant l'organisation spatiale sont la rente agricole, le revenu et les coûts de transport. Une augmentation de la rente agricole ne change pas radicalement la structure spatiale de la ville : puisque moins de terres sont disponibles dans cet espace, une partie de la population migre dans une autre aire urbaine et la taille de la ville se réduit. Il n'y a donc pas de déséquilibre entre la demande et l'offre de foncier, les quantités de logements consommées et les densités de bâti restent les mêmes, le niveau d'utilité est ainsi conservé. En revanche, l'impact d'une augmentation du revenu est plus ambigu. Comme nous l'avons vu dans le cas de la ville fermée, l'impact direct joue dans le sens d'une augmentation de la quantité consommée de logement. Cependant, la hausse du niveau de vie dans la ville contribue à attirer de nouveaux ménages. Cette demande supplémentaire entraîne un accroissement de la rente dans la ville se traduisant par une augmentation des densités de population et de bâti, une baisse des surfaces résidentielles et une expansion spatiale. Cet ajustement permet de maintenir le niveau d'utilité constant dans le système urbain. Enfin, une hausse des coûts de transport exerce un effet centrifuge de la ville : certains ménages préfèrent migrer vers un autre espace urbain pour éviter cette inflation. La baisse de la population urbaine tend à réduire le niveau de rente et augmenter la quantité de logement consommée en toutes localisations. Bien que les densités de population et de logement baissent, la taille de la ville tend à se réduire également. Afin de maintenir le niveau d'utilité, une compensation s'opère donc entre hausse des coûts de transport et consommation de logement.

Plus généralement, Brueckner (1987) démontre que :

- les villes présentant un haut niveau de revenu sont plus étendues et plus denses, elles concentrent une plus grande population que les villes à faible niveau de vie ;
- les villes marquées par des coûts de transport élevés auront tendance à être plus petites mais moins denses, car concentrant moins d'habitants.

Le modèle standard urbain nous donne les premiers éléments de répartition des densités urbaines, qu'elles aient trait aux populations ou au bâti. Sur un espace dépourvu d'attributs localisés, les individus se répartissent selon un arbitrage simple : la proximité au centre ou la taille du logement. Le gradient de rente urbaine retranscrit bien ce compromis. Ainsi, les zones centrales des aires urbaines sont les plus intensément peuplées, de nombreux ménages s'y concentrent dans de petits logements, alors que les périphéries se composent de grands habitats. Cette organisation spatiale découlant des arbitrages individuels de localisation est renforcée par le comportement maximisateur des constructeurs/promoteurs. Lorsque le coût du foncier est trop élevé, ces agents tentent de maximiser l'usage des terres en augmentant l'intensité capitalistique de leur production. Ainsi, arbitrage des individus et stratégie des constructeurs contribuent à différencier les espaces urbains selon leur densité : le centre est marqué par une urbanisation intense sous forme de grands immeubles collectifs accueillant les ménages dans de petites surfaces résidentielles ; la périphérie est composée de logements individuels diffus et bas, proposant de grands espaces de vie à ses résidents. Cependant, les choix des agents économiques ne sont pas les seuls déterminants des densités urbaines. En prenant en compte l'hétérogénéité de l'espace, de nombreux attributs

spatiaux localisés apparaissent comme des points d'attraction pour les individus, et se révèlent être créateurs de densité.

2. Les attributs spatiaux comme déterminants des choix de localisation

2.1 Choix de localisation et existence d'aménités localisées

L'hypothèse selon laquelle les espaces seraient différenciés par les biens et services qu'ils proposent se base généralement sur la dotation des espaces en biens publics, influençant ainsi la qualité environnementale des localisations résidentielles (*environmental quality level*). Fujita (1989) distingue à ce sujet, quatre types de biens publics, intervenant chacun à une échelle géographique différente :

- les « *national goods* », dont le niveau de service est limité à une nation et invariant sur ce territoire ;
- les « *city goods* », dont le niveau de service est limité à une ville mais invariant sur ce territoire ;
- les « *neighborhood goods* » dont le niveau de service est limité à un quartier mais invariant sur ce territoire ;
- les « *superneighborhood goods* » (*SN goods*), dont le niveau de service est limité à une ville mais qui varie sur ce territoire. Il existe donc pour ces *SN goods* un effet de « *spillovers* » ou de débordement : un bien localisé dans un quartier spécifique ne bénéficie pas seulement aux habitants de ce quartier mais également à tous les résidents de la ville. C'est le cas pour les biens publics de type parcs urbains, cinémas ou muséums. Cependant, le bénéfice retiré de ce bien décroît avec l'éloignement à celui-ci.

Nous nous intéressons ici aux deux derniers types de biens publics puisque ce sont des biens publics locaux s'inscrivant dans un cadre intra-urbain, alors que les deux premiers types de biens se situent dans une analyse internationale ou de système de villes.

Dans le modèle standard, une variable $E(x)$ relative au niveau de qualité environnementale suivant la distance au centre x est introduite (Fujita 1989). Dans ce cas, la qualité environnementale ne fait pas référence aux avantages naturels ou écologiques mais bien au niveau de service disponible dans l'espace de proximité des individus. Il s'agit donc de la qualité de l'environnement résidentiel. On note alors :

$$\begin{aligned} \text{Max } U(z, s, E(x)) \\ \text{Sc } Y - t(x) = z + r(x)s \end{aligned} \tag{15}$$

Fujita (1989) démontre que l'utilité des individus et la rente d'enchère sont des fonctions croissantes de $E(x)$. Les individus sont disposés à payer une rente urbaine plus élevée lorsque l'environnement résidentiel est meilleur. Pour ce qui concerne les « *neighborhood goods* », puisque leurs bénéfices sont invariants dans leur espace d'implantation alors il n'y pas de niveau de rente différencié au sein même d'un quartier. En revanche, Fujita (1989) précise que les quartiers les plus proches du CBD restent les plus avantageux et qu'ils présentent donc un niveau de rente urbaine plus élevé. Pour ce qui est des « *SN goods* », le résultat est plus ambigu compte tenu de l'effet de *spillover*. Si tous les citoyens profitent de ce bien public local, l'avantage retiré est cependant décroissant avec la distance

à celui-ci. Ainsi, ce sont les résidents les plus proches qui en tirent le plus grand bénéfice, et le choix d'implantation de ces biens apparaît stratégique pour les décideurs publics. Fujita (1989) distingue alors deux cas :

- si ces biens sont fortement valorisés et pèsent de façon non négligeable dans l'utilité des individus, alors ils sont prêts à offrir une rente plus élevée, et donc à sacrifier une part de leur consommation de logement pour résider à proximité d'eux. Dans ce cas, Fujita (1989) préconise que les biens publics locaux soient implantés dans le centre urbain afin qu'un maximum d'individus puissent en bénéficier, quitte à faire du centre un espace résidentiel cher et très dense ;
- si la valorisation de ces « *SN goods* » est sensiblement la même que celle des autres biens, notamment du logement, l'auteur préconise différentes implantations périphériques permettant aux individus de consommer plus de logement et débouchant sur une organisation spatiale plus dispersée.

Il existerait donc un **effet de substituabilité entre aménités et taille du logement** : les individus sont prêts à sacrifier de la surface résidentielle au profit d'un meilleur environnement résidentiel, **d'autant plus que le bénéfice retiré de l'attribut spatial est grand et très localisé.**

En plus de nous éclairer sur les choix de localisation des individus, les modèles résidentiels avec aménités permettent de qualifier différentes organisations spatiales possibles. Brueckner, Zénou et Thisse (1999) analysent et expliquent les schémas spatiaux américains et européens au regard de l'existence et de la distribution spatiale de certaines aménités. Pour cela, les auteurs distinguent deux types d'aménités :

- les aménités exogènes regroupant les aménités naturelles et historiques. Les premières sont relatives à la présence d'éléments naturels (forêts, rivières...) ou topographiques (relief) ; les secondes découlent du passé historique de l'espace (patrimoine bâti remarquable) ;
- les aménités endogènes ou « modernes » sont relatives aux conditions socio-économiques d'un espace.

Si les agents n'ont que très peu de prise sur les premières, les secondes sont générées par les caractéristiques économiques des résidents et plus précisément par leur niveau de revenu. Les aménités dites « modernes » font référence aux activités de loisirs et de culture tels que les restaurants, cinémas, théâtres ou équipements sportifs. Elles sont particulièrement présentes lorsque le territoire est composé de classes « supérieures » : les individus riches ou qualifiés sont très demandeurs de ce type d'aménités induisant une offre importante. Ainsi, les espaces se distinguent selon les attributs qu'ils présentent créant des schémas spatiaux de villes différents.

Tout comme Fujita (1989), la prise en compte de ces aménités se transcrit directement dans la fonction d'utilité des individus. Nous analysons dans un premier temps l'impact de l'existence d'aménités exogènes sur la répartition spatiale des agents. Ce niveau d'aménité varie avec la distance au centre x et est donné par la fonction $A(x)$. De plus, l'utilité des individus est croissante de ce niveau d'aménité : $\partial U / \partial A > 0$. Partant du modèle standard, l'utilité U des agents dépend de la

quantité consommée de bien composite z et de la quantité consommée de logement s ainsi que du niveau d'aménité a en x :

$$\begin{aligned} \text{Max } U(z, s, a) \\ \text{Sc } Y - t(x) = z + r(x)s \end{aligned} \quad (16)$$

On considère tout d'abord une population homogène en termes de revenu. Les individus disposent d'un revenu Y , grevé des coûts de transport fonction de la distance au CBD $t(x)$, pour réaliser leurs consommations de biens et de logement. Pour atteindre l'équilibre spatial, caractérisé par même niveau d'utilité pour tous les individus, le prix unitaire du logement r doit baisser avec la distance au centre d'emploi. La rente d'enchère est de la forme :

$$\Psi(x, u, A(x)) = \max_s \frac{Y - t(x) - Z(s, u, A(x))}{s} \quad (17)$$

Puisque l'utilité des ménages est croissante du niveau d'aménité, alors la disponibilité à payer des individus augmente avec celui-ci : $\partial \Psi / \partial A > 0$. Les espaces fortement dotés en aménités exogènes présentent donc un niveau de rente d'enchère plus élevé que les autres territoires. Cet écart de rente urbaine est d'autant plus prononcé que les aménités sont très localisées et que leur « bénéfice » baisse rapidement avec la distance.

Les auteurs intègrent ensuite deux catégories de revenu $y_0 < y_1$ dont les coûts de transport sont t_0 et t_1 , avec $t_1 > t_0$. Cette relation provient de l'hypothèse selon laquelle les riches ont une valorisation du temps plus importante du fait de leur niveau de salaire, leur coût généralisé unitaire de transport est plus grand que celui des pauvres. Suivant la démonstration de Fujita (1989) concernant les pentes relatives de rente d'enchère, c'est le groupe d'individu ayant la pente la plus raide qui se localisera au plus proche du centre. Le groupe social présentant le niveau de rente le plus élevé remporte l'usage du sol.

Brueckner *et al.* (1999) analysent ensuite l'impact de la répartition spatiale des aménités sur l'organisation urbaine :

- si les aménités baissent avec la distance au centre mais de façon très négligeable (elles sont presque réparties de façon homogène dans l'aire urbaine), alors c'est l'arbitrage standard qui prime. Le gradient de rente n'est pas foncièrement modifié, il baisse de façon continue avec la distance au centre. Les espaces centraux ne présentent pas d'avantages particuliers au regard des espaces périurbains, un schéma de ville américain se dessine : les riches se localisent en périphérie et les pauvres au centre ;

- si les aménités augmentent avec la distance au centre, le résultat sur la rente est ambigu. Selon l'intensité de ces aménités, une compensation relative s'opère entre augmentation des coûts de transport et accroissement du niveau d'aménité. Pour simplifier l'analyse, les auteurs supposent que l'effet coût de transport domine l'effet aménité et que le prix unitaire du logement baisse avec la distance au centre, on retrouve le schéma américain.

- si les aménités baissent rapidement avec la distance au centre alors le gradient de rente urbaine devient plus raide. Les espaces centraux présentent un double avantage : celui de la

proximité à l'emploi et celui des aménités. On assiste alors à un renchérissement pour les localisations centrales tandis que le niveau de rente en périphérie décline. Cette baisse est d'autant plus forte qu'elle doit compenser à la fois l'éloignement et la faible dotation en aménités des zones périphériques. Un schéma de ville européenne s'établit, les plus riches occupent les zones centrales alors que les plus pauvres sont relégués dans les périphéries.

Les résultats de ce modèle de localisation résidentielle en présence d'aménités illustrent bien les différents schémas spatiaux que peuvent prendre les villes. Le modèle américain, caractérisé par une localisation des pauvres au centre et des riches en périphérie, semble donc dominé par l'arbitrage standard. Le centre ne présente pas d'attributs particuliers en dehors de concentrer les emplois, les individus n'ont que peu d'intérêt à s'y localiser. Ceux qui le peuvent se relocalisent en zones périphériques afin de bénéficier d'un logement plus grand. Ces ménages profitent également des aménités vertes, caractéristiques des espaces périurbains. En revanche, les centres- villes européens, plus anciens, présentent un patrimoine bâti remarquable constituant un cadre de vie agréable. Le centre présente alors de multiples avantages : foyer d'emplois et de services, bâti esthétique et présence d'aménités naturelles (parcs urbains). **Dès lors, les espaces périurbains ne sont plus les seuls espaces attractifs d'une agglomération.**

En outre, ces centres constituent également des lieux de vie urbaine du fait de leur importante dotation en aménités modernes. Afin de prendre en compte ces aménités, les auteurs intègrent une variable supplémentaire dans la fonction d'utilité des individus. La variable y_x est relative au niveau de revenu du quartier, elle transcrit donc bien le niveau d'aménité endogène localisé puisque ce dernier dépend du statut socio-économique des résidents.

$$\begin{aligned} \text{Max } U(z, s, a, y_x) \\ \text{Sc } Y - t(x) = z + r(x)s \end{aligned} \quad (18)$$

L'espace n'est désormais plus continu mais simplement caractérisé par deux localisations : le centre urbain et la périphérie. On suppose que les coûts de transport sont nuls au centre et équivalent en périphérie à t_0 pour les pauvres et t_1 pour les riches, toujours avec $t_1 > t_0$ du fait d'une différence de la valeur du temps entre les deux groupes sociaux. Les auteurs simplifient le modèle en supposant que seules deux tailles de lot résidentiel sont disponibles sur l'espace s_0 et s_1 , avec $s_1 > s_0$ impliquant que les plus riches occupent les plus grands logements. Enfin, ils émettent l'hypothèse selon laquelle les individus les plus pauvres sont indifférents au niveau d'aménité endogène et exogène ; seuls les riches valorisent ces attributs spatiaux.

$$\begin{aligned} U^a = U^{y_x} = 0 \quad \text{quand } z \text{ et } s \text{ sont petits} \\ U^a, U^{y_x} > 0 \quad \text{quand } z \text{ et } s \text{ sont grands} \end{aligned}$$

Nous analysons maintenant les choix de localisation des deux groupes compte tenu de la localisation des aménités exogènes et endogènes (donc compte tenu de la localisation des riches pour ce type d'aménité). À l'équilibre, les individus issus d'un même groupe atteignent un même niveau d'utilité qu'ils soient localisés au centre ou en périphérie.

Concernant le choix de localisation des pauvres, puisque ceux-ci sont indifférents aux deux types d'aménités, la localisation de celles-ci n'affecte pas leur niveau de rente. Seules les forces conventionnelles (arbitrage coût de transport – taille du logement) modifient la rente d'enchère proposée entre centre et périphérie.

Le cas du choix de localisation des plus riches est plus complexe à traiter, ceux-ci valorisant les aménités endogènes et exogènes. Nous étudions pour cela deux schémas de ville, nous donnant la localisation des aménités endogènes y_x :

- cas de la ville A : les riches résident au centre, les pauvres en périphérie ;
- cas de la ville B : les pauvres résident au centre, les riches en périphérie.

Notons ensuite $\tilde{a}$ le niveau d'aménités exogènes au centre et $\bar{a}$ le niveau d'aménités exogènes en périphérie.

- dans le cas de la ville A et quand $\tilde{a} > \bar{a}$, alors le CBD concentre toutes les aménités. La rente d'enchère des individus riches pour les zones centrales est plus forte que celle proposée pour les zones périphériques : les riches surenchérisent pour bénéficier à la fois de la proximité au centre et aux aménités. Afin de maintenir un niveau d'utilité égal entre les individus de ce groupe quelle que soit leur localisation, les riches résidant au centre consomment de plus petites surfaces résidentielles. Cette conclusion est maintenue même en l'absence d'aménités exogènes : le seul fait que le centre soit composé de ménages riches suffit à créer de l'attractivité pour les individus issus de cette même classe ;
- dans le cas d'une ville B avec $\tilde{a} > \bar{a}$, le CBD concentre les aménités exogènes mais les aménités endogènes sont localisées en périphérie. Le schéma spatial qui en résulte est plus ambigu et peut déboucher sur une situation d'équilibres multiples, dépendant du différentiel d'aménité entre les deux espaces. Si $\tilde{a}$ est significativement plus grand que $\bar{a}$, alors cela peut inciter une partie des plus riches à se localiser au centre. Pour renverser le schéma initial, il faut que le centre présente un niveau d'aménités exogènes suffisamment grand pour compenser le renoncement de certains riches à vivre entouré de leurs semblables. En poussant l'analyse à moyen terme, on peut cependant envisager que l'arrivée d'une population aisée dans un centre pauvre contribue à créer une nouvelle zone d'aménités endogènes (Tivadar et Jayet 2006). En revanche, si $\tilde{a}$ n'est pas suffisamment grand par rapport à $\bar{a}$, alors les riches préfèrent rester localisés en périphérie et profiter des aménités endogènes qu'ils produisent.

Ce modèle démontre bien que la simple présence de populations riches suffit à attirer des individus issus de cette même classe et ce, quelle que soit la localisation d'origine. Ainsi, il est possible d'expliquer les différents schémas spatiaux de ville par la localisation d'aménités exogènes et endogènes. Les villes européennes en sont encore un bon exemple : leurs centres sont des lieux de vie et de sociabilité, concentrant des activités culturelles et de loisirs. À ce titre, les centres-villes européens sont généralement composés de classes aisées ou de jeunes actifs, très demandeurs de ce type d'aménités.

Wu (2001) développe également un modèle de localisation en présence d'aménités naturelles. De la même façon que Fujita (1989) ou Brueckner *et al.* (1999), il intègre directement une variable liée au niveau d'aménité environnementale dans la fonction d'utilité des individus. Ce niveau d'aménité est fonction de la distance à l'attribut spatial valorisé, ici l'océan ou le front de mer. La localisation de l'aménité (l'océan) et du CBD étant fixées, il teste par des simulations numériques, l'impact des paramètres exogènes sur le gradient de rente et de densité au sein de l'espace. Dans un premier temps, il démontre que la rente proposée est bien plus élevée pour les résidences en front de mer que pour celle qui en sont éloignées. Comme attendu, la consommation de logement est inversement proportionnelle au niveau de rente. Ainsi, un ménage est prêt à sacrifier une part de sa surface résidentielle accessible pour se localiser sur un site doté d'un haut niveau d'aménité. Ces observations sont encore plus marquées lorsque la localisation résidentielle est à la fois proche de l'océan et du CBD. Une telle localisation apparaît comme la plus avantageuse de l'espace, le ménage bénéficie d'une proximité simultanée à l'aménité naturelle et aux emplois. Ainsi, un individu localisé proche de l'océan et du CBD consomme en moyenne 0,5 acre contre 0,96 pour un individu résidant loin du centre et du front océanique. Ce sont ces localisations les plus avantageuses qui présentent les rentes les plus élevées et qui sont donc les plus intensément occupées : les espaces proches du front de mer et du CBD ont une densité de 1150 habitants par mile carré contre 598 pour les espaces les moins attractifs, à distance de l'océan et du centre-ville. Dans un second temps, Wu (2001) démontre que l'organisation spatiale est influencée par la distance qui sépare les aménités du centre, le niveau d'aménité et les coûts de transport. Si ces derniers sont élevés et que les aménités sont uniformément réparties, alors le pic de rente et de densité se situe au CBD. En revanche, si les coûts de déplacement sont faibles et que le niveau d'aménité est fortement localisé, alors les rentes et densités sont les plus fortes aux abords de l'océan. Si le centre-ville et les aménités sont localisés à proximité l'un de l'autre, alors une appréciation de l'attribut spatial engendre une augmentation des rentes au CBD comme dans l'espace doté d'aménité ; en revanche si le CBD est loin des aménités son niveau de rente baissera. Enfin, et comme déjà mentionné dans le Chapitre 1 (point II.2.2), une augmentation du niveau d'aménité a pour conséquence de réduire la quantité de terres occupées : les individus se concentrent à proximité de l'attribut spatial valorisé tout en consommant moins de logement. **On note ainsi que plus les aménités sont concentrées et plus leur bénéfice/valorisation est grand, plus les individus sont prêts à offrir une rente de localisation élevée pour résider à proximité de celles-ci. Des foyers de densité se créent donc dans le voisinage des attributs spatiaux valorisés.**

Ces différents travaux sont riches d'enseignements, tant sur les différents schémas spatiaux urbains que sur les déterminants de la répartition des densités urbaines. Nous relevons déjà que plusieurs types d'aménité entre en jeu dans le choix résidentiel des agents : des aménités de type exogène, relatives à la topographie ou à l'histoire des espaces ; des aménités endogènes, relatives aux populations (aménités modernes) ainsi qu'aux services proposés par les décideurs publics (biens publics). Sachant que l'utilité des individus augmente avec le niveau d'aménité, les agents tentent de se localiser à proximité de celles-ci afin d'en tirer avantage. Ils sont donc disposés à proposer une rente plus élevée pour résider vers ces attributs spatiaux valorisés, d'autant plus que le bénéfice retiré est grand et très localisé. Suivant les résultats théoriques tirés du modèle standard, un niveau de rente plus élevé est synonyme d'une plus grande densité de population et de bâti. Ainsi, **la présence d'aménités spatiales valorisées est créatrice de densités urbaines.** Lorsque ces attributs sont localisés en centre urbain, l'effet est accentué du fait que les individus bénéficient à

la fois d'une proximité aux aménités et aux emplois. En revanche, quand les aménités se situent en périphérie, l'effet est plus ambigu car contrecarré par la hausse des coûts de transport.

2.2 *Vintage models* et préférence pour les logements neufs

Les modèles urbains mobilisés jusqu'à présent appréhendent le choix de localisation individuel comme un choix relatif à un environnement résidentiel et ses caractéristiques spatiales (distance au centre, type et niveau d'aménité...). Cependant, le logement et ses attributs intrinsèques influencent également le choix résidentiel des ménages. Dans le modèle urbain standard, le logement n'est pourtant traité qu'au travers d'un modèle de production : hormis la quantité consommée en chaque point de l'espace, aucun autre élément n'est apporté concernant le bâti et ses caractéristiques. Cette absence de précision fait du logement un bien « ordinaire » ; on suppose que le bâti se renouvelle à chaque période du fait de la flexibilité de l'input capital (Brueckner 2000). Pour remédier à cette hypothèse forte et peu vraisemblable, des modèles intègrent la durabilité du bâti dans la fonction de production des développeurs, en considérant cette fois que la durée de vie de ce bien est quasiment infinie. Anas (1978) développe par exemple un modèle de production de logement dans lequel le bâti construit ne peut être démoli puis remplacé. Cette hypothèse est justifiée par le fait que le bâti présente une longévité très importante et qu'il subit peu de détériorations. Ainsi, les développeurs effectuent des prévisions myopes : ils supposent que la rente immobilière est constante dans le temps. Leur décision d'investissement repose alors uniquement sur la comparaison entre les coûts de construction et les revenus actualisés de la production de logement. Or, ce type de modèle présente également une hypothèse contestable : bien que le bâti apparaisse comme un bien durable, il souffre également de détériorations avec le temps. Ainsi, les développeurs ne peuvent compter sur une rente immobilière constante dans le temps et ont intérêt à intégrer la perte de valeur de leur production. Bien que le bâti se dégrade lentement et que son renouvellement soit une opération coûteuse et longue, de telles opérations de rénovation urbaine induisent un changement de l'organisation spatiale de la ville. En considérant la possibilité de démolitions/reconstructions, il devient alors possible de distinguer les logements, voire les quartiers, selon leur époque de construction. Cet attribut qu'est l'âge du logement confère à chaque habitation un niveau de service résidentiel distinct. Les logements les plus récents proposent en général un plus haut niveau de service résidentiel car dotés de composants modernes et confortables (ascenseur, isolation thermique et phonique, matériaux innovants...). Ainsi, les résidences les plus récentes sont attractives pour les individus, ils sont prêts à proposer une rente plus élevée pour en acquérir l'usage.

Le modèle développé par Brueckner (1980; 1981) s'inscrit à mi-chemin entre une ville en renouvellement permanent (bâti parfaitement malléable) et une « ville durable » (bâti figé dans le temps). Ces développements, connus sous le nom de « *Vintage model* », consistent en un modèle de production de logement dynamique dans lequel la durée de vie des bâtiments est endogène. Brueckner (1980) suppose alors que le bâti se dégrade à un taux constant dans le temps, réduisant le service résidentiel rendu par le logement et donc le niveau de rente proposé par les individus. Le prix par unité de service résidentiel baisse avec l'âge du bâti. Lorsque les dégradations sont trop importantes, les développeurs ont intérêt à renouveler leur production sous forme d'opérations de démolition puis de reconstruction. Bien que des opérations de maintenance puissent augmenter la durée de vie et la qualité de service du logement, elles ne sont pas prises en compte dans ce modèle.

Comme dans les travaux d'Anas (1978), les développeurs sont supposés myopes : ils anticipent une rente immobilière constante dans le temps. Compte tenu de cette dégradation, entraînant une baisse du prix unitaire du service résidentiel, les développeurs procèdent à des opérations de renouvellement urbain pour maintenir leur niveau de rente espérée. Des opérations de démolition et reconstruction sont engagées lorsque la valeur actualisée des rentes espérées du bâti existant égale celle d'une nouvelle construction. Ainsi, les développeurs n'attendent pas que la dégradation soit telle que les rentes tombent à zéro pour décider de renouveler le parc immobilier. Dès lors que le maintien du bâti existant coûte plus qu'il ne rapporte, les développeurs substituent du logement neuf à l'ancien.

Sous les hypothèses de dégradation du bâti et d'augmentation du prix de la terre avec le temps, Brueckner (1980) décrit la succession de différents cycles urbains et son impact sur les densités de population et de bâti dans la ville. Dans un premier temps, la ville est structurée autour d'un centre urbain, composé de plusieurs blocs construits à la même période, auquel sont ajoutées successivement des couronnes périphériques plus récentes. Ce sont les espaces concentrant les logements les plus anciens qui bénéficient en premier d'opérations de renouvellement, et dans ce cas, le centre urbain. Une fois les démolitions et reconstructions effectuées, le centre devient alors l'espace le plus récent, dont les logements offrent le plus haut niveau de service résidentiel. Dans le cas nord-américain, Brueckner appelle ce phénomène le processus de « Manhattanisation » selon lequel les bâtiments du centre sont démolis et remplacés par des gratte-ciels modernes (Brueckner 1981). À mesure que le temps passe, les couronnes périphériques se dégradent et sont renouvelées. Puis à nouveau, le centre fera l'objet de démolitions/reconstructions. L'existence de tels cycles urbains induit une modification des densités urbaines. En considérant que la rente foncière augmente dans le temps, Brueckner (1980) démontre par des simulations numériques que les quartiers récemment rénovés sont plus intensément urbanisés et plus densément peuplés. Suivant le comportement maximisateur des développeurs, une rente foncière plus élevée induit une utilisation du sol plus intense au travers de l'édification de bâtiments plus grands. L'urbanisation s'intensifie dans les quartiers neufs, permettant d'accueillir plus de ménages. Les densités urbaines ne sont plus uniquement une fonction décroissante de la distance au centre mais sont aussi influencées par les vagues de reconstruction. **Ainsi, l'effet de la distance est contrecarré par le caractère neuf de certains quartiers : à mesure que l'on s'éloigne du centre, les densités urbaines baissent mais moins vite si le quartier a été récemment rénové.** On observe donc des pics de densité dans les quartiers neufs, et ses écarts sont d'autant plus forts lorsque les effets de la distance et de l'âge du bâti jouent simultanément. Lorsqu'un quartier neuf est contigu à un quartier dégradé et que le premier est plus proche du centre que le second, alors on assiste à une chute brutale des densités urbaines en passant de l'un à l'autre. Tant que les bâtiments sont de la même génération, seul l'effet de la distance joue et la distribution des densités urbaines reste « standard ». Avec l'intégration de différentes générations de bâti, des pics de densité se produisent dans les quartiers les plus récents, et les écarts sont d'autant plus forts avec l'effet de la distance.

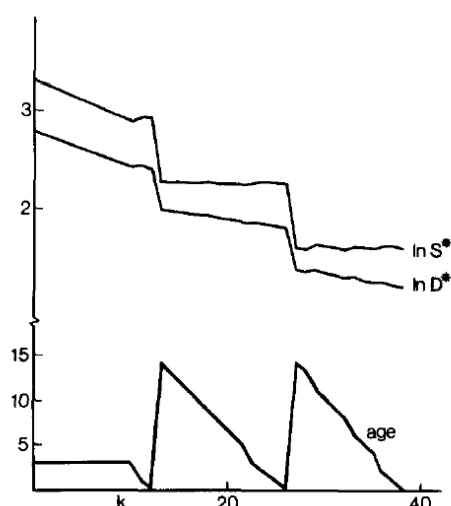


Figure 19 : Répartition des densités urbaines en présence de cycles urbains

Source : (Brueckner 1980)

Graphiquement, on représente $\ln S^*$ la densité structurelle, soit le ratio capital/terre, $\ln D^*$ la densité de population et k (en abscisse) la distance au CBD. L'axe des ordonnées représente l'âge du bâti (en bas) et le niveau des densités structurelles et de population (en haut). Ainsi, un pic de la courbe de l'âge du bâti se traduit par une baisse des densités. On remarque également que le niveau des densités urbaines décroît bien avec la distance au centre, mais que cet effet est contré par l'existence de cycles urbains, les quartiers récemment rénovés présentant une urbanisation et une concentration d'habitants plus importantes.

Ainsi, l'existence de cycles urbains modifie la répartition des densités de populations et de bâti, **les quartiers les plus récents sont plus intensément urbanisés et peuplés que les quartiers anciens**. Cette hypothèse doit cependant être nuancée par la définition donnée à un quartier « ancien ». En effet, les quartiers historiques pourvus de patrimoine remarquable ne peuvent rentrer dans ce cas de figure du fait de l'existence d'un effet aménité. Les quartiers historiques des centres villes (européens particulièrement) ne voient pas leur niveau de valorisation se dégrader avec le temps. Ils demeurent des quartiers attractifs par la qualité de l'environnement qu'ils proposent : un bâti remarquable, parfois inscrit dans des zones sauvegardées, et généralement occupé par des populations aisées, source d'aménités modernes. Ces quartiers, bien que composés des logements les plus anciens de l'aire urbaine, ne se vident pas à mesure que le temps passe, et ne voient pas leur densité baisser. De plus, il est difficile d'envisager des opérations de démolition/reconstruction dans de tels espaces, le bâti étant généralement protégé. Ainsi, lorsque nous mentionnons les quartiers anciens, en opposition aux quartiers nouvellement rénovés, nous pointons les quartiers sans attributs particuliers tels les banlieues de centre-ville ou les espaces périurbains « standards ». Ainsi, **à niveau d'aménité spatiale égal, faiblement valorisé, les quartiers récemment rénovés sont préférés aux quartiers anciens**.

Ces modèles dynamiques relatifs au renouvellement du bâti apportent également des éléments sur les densités sociales caractérisant les différents espaces urbains. Comme nous l'avons déjà mentionné dans le Chapitre 1 (point II.2.2), les travaux de Rosenthal (2008) et de Brueckner et Rosenthal (2009) mettent en avant la préférence des individus pour les logements neufs et la répartition spatiale qui en découle. Dans ces travaux, la consommation de logement est caractérisée par une quantité mais également par un niveau de service résidentiel. L'utilité des individus croît avec ce niveau de service et ce dernier est une fonction décroissante de l'âge du bâti. Les habitats neufs sont ceux présentant le plus haut niveau de service résidentiel car dotés des composants les plus modernes. Puisque les individus valorisent l'attribut « neuf » du logement, ils sont disposés à payer une rente immobilière plus élevée pour en bénéficier. Du fait de la concurrence pour l'usage du sol, lorsque deux catégories de revenu sont présentes dans l'espace urbain, celle présentant la

rente d'enchère la plus élevée remporte l'usage d'une localisation. Ainsi, les plus riches proposent une rente plus élevée pour les logements neufs à haut niveau de service résidentiel : ils vivent donc dans les quartiers les plus récents alors que les pauvres résident dans de vieux bâtiments (Rosenthal 2008). Si les quartiers récemment rénovés sont situés à proximité du centre-ville, alors le modèle standard d'organisation spatiale est contré : une partie de la population aisée tente de se localiser à proximité du CBD, bénéficiant ainsi de faibles coûts de transports et d'habitats modernes. Ce phénomène de gentrification participe à réduire les écarts existants entre centre urbain a priori pauvre, et couronnes périphériques a priori riches (Brueckner et Rosenthal 2009). Nous reviendrons plus en détails sur le lien cycles urbains / cycles sociaux dans le dernier chapitre de cette thèse. **Ainsi, les espaces urbains rénovés sont plus intensément urbanisés et peuplés que les autres, et ils ont tendance à concentrer une population plus aisée.**

2.3 Centres secondaires d'emploi et structure spatiale

L'analyse de la répartition des populations urbaines s'inscrit généralement dans le cadre d'une ville monocentrique. Pour autant, l'existence de structures spatiales différentes impacte la distribution des densités dans une aire urbaine, particulièrement lorsque celle-ci se compose de plusieurs centres. Ainsi, on distingue dans les modèles théoriques d'Economie Urbaine, les modèles multicentriques et les modèles non monocentriques, apportant également des éléments de connaissance relatifs à la distribution des populations et du bâti dans l'espace.

On doit à Papageorgiou et Casetti (1971) les premiers développements théoriques s'inscrivant dans un cadre multicentrique, dans lequel on présuppose l'existence de plusieurs centres d'habitation et d'emplois au sein d'une même aire urbaine. Les individus se localisent au plus près du centre d'emploi où ils travaillent, conduisant à des arbitrages similaires au cas monocentrique, mais appliqué à plusieurs centres. Ainsi, le modèle développé par Papageorgiou *et al.* (1971) conduit à une segmentation de la fonction de densité selon la distance et le poids du centre d'emploi le plus proche. Il démontre que le maximum global du niveau de rente d'enchère et de densité de population se situe à proximité du plus « grand » centre de l'aire urbaine. A mesure que la distance à ce centre augmente, le niveau de rente et d'occupation humaine décroît, jusqu'aux abords d'un nouveau centre secondaire, où les gradients s'inversent. La structuration multicentrique de l'espace urbain induit donc une répartition discontinue des populations et du bâti : ces densités ne baissent pas de façon continue avec la distance au centre principal d'emploi, mais elles présentent des « pics » aux abords des centres secondaires.

Dans leur modèle théorique urbain, Fujita et Ogawa (1982) ne présupposent pas une organisation spatiale autour d'un centre, mais considèrent que des facteurs et processus endogènes aux choix de localisation des agents économiques sont à l'origine d'une structuration de l'espace autour d'un ou plusieurs centres. Ces modèles sont qualifiés de « non-monocentriques » (Baumont 1990). Dans cette optique, les auteurs considèrent une concurrence pour l'usage du sol urbain entre les firmes et les ménages, chacun de ces agents ayant des motivations différentes. Les firmes tirent profits d'effets d'agglomération et d'externalités informationnelles, générant un niveau de rente élevé aux abords de leur espace de concentration : l'intensité des contacts entre les firmes et sa variation selon la distance est une variable clé dans ces modèles. Les individus tendent eux à se disperser pour échapper à des prix immobiliers trop élevés et bénéficier d'un logement plus grand. La conjonction

de ces comportements antagonistes impacte les coûts de transport que supportent les individus pour se rendre sur leur lieu de travail : le regroupement des firmes et la dispersion des ménages augmentent le coût de navette, incitant les travailleurs à réclamer un niveau de salaire compensatoire plus élevé. Deux forces antagonistes s'opposent alors et déterminent l'équilibre urbain final : d'un côté une force centripète générée par les effets d'agglomération et l'intensité d'interactions des firmes, et de l'autre, une force centrifuge liée à la hausse du coût du travail et du niveau de rente d'enchère. L'équilibre et la structuration de l'espace urbain découlent de la forme prise par la fonction d'accessibilité des firmes : linéaire (les interactions baissent de façon linéaire avec la distance qui sépare les firmes) ou exponentielle (les interactions baissent rapidement avec cette distance).

Ainsi, un individu fait face à un programme de maximisation de son utilité semblable à celui du modèle standard, avec comme variable clé, celle décrivant le trajet domicile-travail effectué quotidiennement.

$$Z + R(x)S_h + t|x_0 - x| = W(x) \quad (19)$$

Avec z la quantité de bien composite, $R(x)S_h$ la rente d'enchère en x pour une surface de sol fixe h , $t|x_0 - x|$ les coûts de déplacement entre le centre d'emploi x_0 et le lieu de résidence x et $W(x)$ le revenu de l'individu localisé en x .

Les firmes maximisent leur profit tel que :

$$\pi(x) = A(x) - R(x)S_f - W(x)L \quad (20)$$

Avec $R(x)S_f$ la rente offerte pour une quantité f de sol en x , $W(x)L$ le coût de la main d'œuvre pour une firme et $A(x)$ la fonction d'accessibilité, définie comme la différence entre la part des interactions dans le profit total et les coûts liés à la réalisation de ces interactions.

Ainsi, Fujita et Ogawa (1982) démontrent que :

- Si la fonction d'accessibilité est linéaire, alors il n'existe qu'une configuration spatiale d'équilibre de nature monocentrique ;
- Si la fonction d'accessibilité est exponentielle, alors plusieurs équilibres sont possibles et la structuration spatiale qui en résulte peut être polycentrique.

Dans le cas d'une fonction d'accessibilité linéaire, la structuration spatiale d'équilibre est un espace monocentrique ; pour autant, les agents ne se localisent pas forcément à la façon du modèle standard. Trois configurations émergent :

- 1) Une ville monocentrique « classique » ;
- 2) Une ville « complètement intégrée » où l'usage de l'espace se répartit uniformément entre ménages et firmes, il n'y a alors aucun déplacement domicile/travail ;
- 3) Une ville « incomplètement intégrée » dans laquelle le centre est occupé par les deux types d'agents, et est entouré d'une première couronne destinée à l'activité, et enfin d'un espace purement résidentiel.

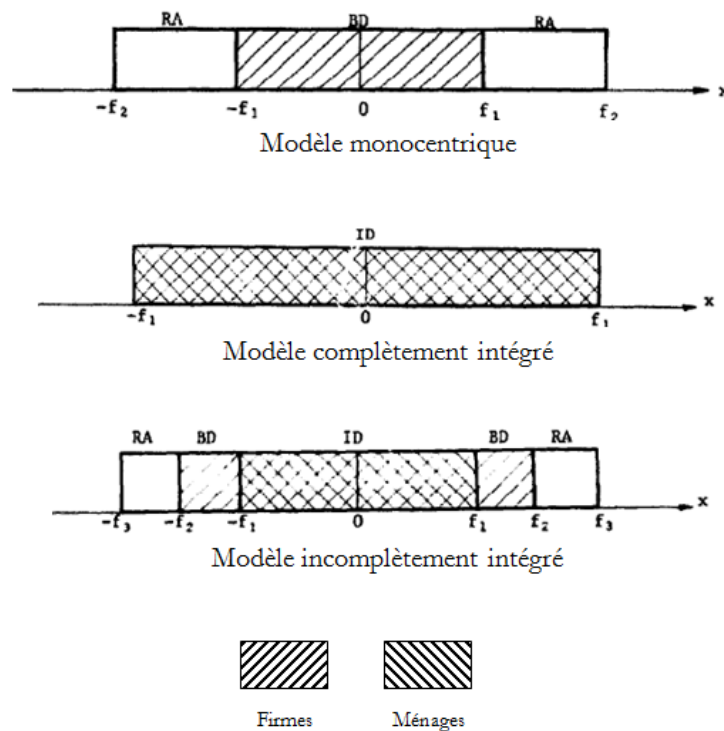


Figure 20 : Différents schémas de ville monocentrique

Source : (Fujita et Ogawa 1982)

La répartition de la population est soit standard, donc globalement décroissante de la distance au centre (cas 1 et 3), soit tout à fait homogène dans l'espace urbain (cas 2), éliminant tout intérêt d'étude sur les densités urbaines. Le cas d'une fonction d'accessibilité linéaire n'apporte donc pas d'éléments nouveaux pour la compréhension et l'analyse des densités. En revanche, les apports de ce modèle résident dans l'étude du cas d'une fonction d'accessibilité exponentielle.

Dans ce cas de figure, les firmes sont très sensibles à la distance les séparant les unes des autres puisque tout éloignement supplémentaire impacte très fortement leurs interactions, et donc leur profit. Ainsi, dès lors que la distance entre les firmes contraint leurs interactions, des pôles secondaires d'activité émergent. Selon Fujita et Ogawa (1982), une organisation spatiale polycentrique permet de maintenir l'intensité des interactions entre les entreprises. Selon la variation de cette intensité avec la distance, le modèle urbain peut être duocentrique ou multicentrique. Bien que cette structure polycentrique émerge des choix de localisation des firmes, guidés par les externalités informationnelles, la répartition des ménages s'en trouve également impactée. Les individus tentent de se localiser à proximité du centre d'emploi où ils travaillent ; l'arbitrage standard s'applique donc pour chaque centre, principal comme secondaires. Prenons le cas d'une organisation tricentrique dans laquelle le CBD est entouré de deux pôles d'emploi périphériques.

La fonction $F(x)$ (cf Figure 21) est une mesure des économies d'agglomération potentielles associée à chaque localisation, la « *locational potential function* ». Elle comprend notamment la densité de firmes et la distance qui les sépare les unes des autres. On constate que cette fonction $F(x)$ est à son

maximum au CBD mais que le potentiel économique est bien présent dans les centres secondaires. La fonction $W(x)$ est relative au niveau de salaire demandé par les travailleurs. Ces derniers supportant moins de coûts de transport, car vivant à proximité de leur lieu d'emploi, réclame un salaire plus bas que dans le cas monocentrique. Enfin, $R(x)$ est la rente foncière associée à chaque localisation. On constate qu'elle atteint son maximum au CBD puis qu'elle décroît de façon non continue avec la distance à celui-ci : le niveau de rente augmente aux abords des centres secondaires d'emploi.

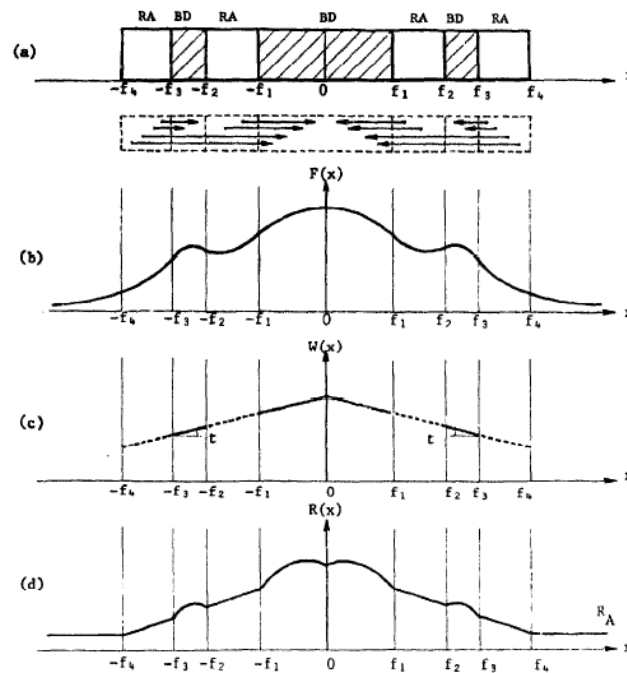


Fig. 10. Tricentric urban configuration: Type A.

Figure 21 : Organisation spatiale tricentrique

Source : (Fujita et Ogawa 1982)

Suivant les implications du modèle standard concernant la relation niveau de rente / densités urbaines, **les densités de populations et de bâti sont décroissantes de la distance au CBD mais de façon non continue en présence de centres secondaires d'emploi**. Selon leur poids en termes de concentration d'activités économiques, ces centres secondaires constituent des points d'attraction pour les ménages. Ils structurent l'espace autour d'eux en modifiant le niveau de rentes et génèrent des pics de densités urbaines à distance du CBD.

Dans les modèles présentés précédemment, **la densité n'apparaît que comme la résultante des choix de localisation des agents** : ce sont les arbitrages des individus, les mécanismes du marché immobilier ou encore les attributs des lieux qui concourent à la concentration des ménages sur un territoire. **La question posée est alors celle du rôle propre de la densité comme déterminant des choix de localisation.**

3. La densité comme attribut déterminant des choix de localisation

Certains modèles envisagent la densité comme déterminant direct de la répartition spatiale des individus. Notons déjà que ces modèles sont peu nombreux et que la densité y est appréhendée en tant qu'externalité spatiale soit négative, soit positive. Nous exposons dans un premier temps les modèles dans lesquels **les individus expriment une préférence pour les faibles densités**. Dans ces développements théoriques, la densité est associée à un surpeuplement de l'espace. Dans un second temps, nous présentons les modèles où **la densité est une externalité spatiale positive car génératrice d'interactions sociales à moindre coût**.

Dans son ouvrage, Fujita (1989) développe un modèle dans lequel les agents expriment une préférence pour les espaces de faibles densités. Cette préférence résidentielle s'explique d'une part, par le fait que les espaces peu denses sont généralement des espaces ouverts proposant des aménités vertes, et d'autre part, car les zones très denses sont associées à de fortes nuisances sonores, des dégradations et un manque de sécurité (Burton 2000). On retrouve bien là l'opposition entre centre urbain dégradé et pauvre et périphéries verdoyantes composées de classes aisées, caractéristiques du modèle de villes américaines. Comme pour son modèle avec aménités, Fujita (1989) intègre dans le choix de localisation des ménages, une variable relative à la qualité de l'environnement résidentiel, décroissante du niveau de densité. Dans ce « *crowding model* », l'utilité des individus baisse avec le niveau de densité résidentielle. Il souligne également le fait que les agents produisent des externalités négatives entre eux ; externalités qu'ils n'internalisent pas dans leur choix de localisation. En effet, quand un agent choisit son lieu de résidence, il impacte négativement le niveau d'utilité de ses voisins car l'espace devient plus dense à la suite de son emménagement. L'équilibre urbain qui en résulte n'est donc pas efficient. Pour atteindre une allocation résidentielle optimale, deux solutions sont évoquées. La première consiste en une taxe appliquée sur la densité, appelée « *shadow congestion tax* ». Cette taxe, collectée par les développeurs, est appliquée sur tout l'espace urbain et permet d'atteindre le niveau de rente optimal compte tenu de ces externalités. Le deuxième outil consiste en un zonage de l'espace urbain et plus particulièrement en la fixation d'une taille minimale de lot pour les terres à usage résidentiel. Une telle réglementation permet aux décideurs publics d'imposer aux ménages de vivre sur de grandes parcelles de terres et d'ainsi limiter la densité (de population et de bâti) et les externalités qui en découlent.

Le second modèle intégrant la densité comme attribut spatial non désirable pour les individus est celui développé par Wu *et al.* (2004). Ces travaux présentent l'originalité d'étudier à la fois l'impact des aménités vertes sur le prix des logements mais également sur la densité de développement. Wu *et al.* (2004) mettent en effet en relation la préférence des individus pour ces aménités vertes et le comportement des développeurs face à ces attributs spatiaux désirables. Deux stratégies antagonistes se révèlent : la volonté des ménages de résider dans un cadre ouvert et peu dense, moyennant une rente plus élevée ; et la tentation pour les promoteurs d'augmenter leurs profits en intensifiant l'usage de ces espaces. Partant du modèle standard, les individus consomment une quantité de bien composite et de logement leur permettant de maximiser leur utilité. L'espace n'est plus considéré comme homogène, chaque localisation présente un niveau d'aménité verte et un niveau de développement urbain spécifique. Ainsi, l'utilité des individus augmente avec le niveau d'aménités naturelles proposé sur un espace donné et décroît avec le niveau de développement de celui-ci, soit avec la densité de bâti. Ainsi, Wu *et al.* (2004) démontrent que :

- un effet de substitution s'opère entre taille du logement et niveau d'aménité : les individus sont prêts à sacrifier de leur surface de vie pour résider en une localisation avantageuse fortement dotée en aménités ;

- les individus sont prêts à s'éloigner du centre urbain pour bénéficier de ces aménités vertes, la rente de marché n'est plus une fonction continument décroissante de la distance au centre.

En intégrant à la fois les arbitrages des ménages et ceux des promoteurs, les auteurs soulignent un phénomène de circularité entre densité de développement et niveau de rente d'enchère. Le niveau de développement résidentiel et la taille des logements dépendent du niveau de rente, qui lui-même est fonction du niveau d'aménité présent sur un espace donné. Les individus valorisant fortement les aménités vertes sont prêts à offrir une rente plus élevée et vivre dans de petits habitats pour en bénéficier. Cependant, lorsque le niveau de rente augmente, les développeurs sont incités à accroître l'intensité d'utilisation du sol, induisant un développement résidentiel plus important et donc, une perte d'aménité. Cette baisse du niveau d'aménités vertes rend la localisation moins avantageuse aux yeux des individus, leur disponibilité à payer pour cet espace s'en trouve diminué. On remarque bien les préférences/stratégies antagonistes présentes sur le marché immobilier : d'un côté les individus sont prêts à payer cher une localisation fortement dotée en aménités vertes et peu dense. L'attractivité de tels espaces incite les promoteurs à intensifier l'utilisation de ces terres afin d'en tirer un profit maximal, venant réduire l'appréciation qui en est faite par les ménages. Sans entrer dans les détails de ce modèle, Wu *et al.* (2004) démontrent bien la préférence des individus pour les aménités vertes, et le rejet d'espaces densément urbanisés. Cette préférence se traduit au travers de deux éléments : d'une part les ménages proposent une rente élevée pour les espaces ouverts et peu denses ; d'autre part, ce niveau de rente d'enchère diminue lorsque les promoteurs tentent de profiter de ces localisations désirables en augmentant le développement bâti de celles-ci.

Selon le modèle de Wu *et al.* (2004), **les individus expriment une préférence pour les espaces naturels et « ouverts », une trop grande urbanisation de l'espace réduit le niveau de rente d'enchère proposée.**

Dans les deux modèles présentés précédemment, la densité est donc directement intégrée dans le choix de localisation résidentielle des agents mais elle y apparaît comme **un attribut spatial non désirable** car source de nuisances et d'amenuisement des aménités vertes.

Certains modèles envisagent la densité comme un attribut spatial valorisé car générateur d'interactions sociales à moindre coût. Le modèle développé par Beckmann (1976) en est la principale voire l'unique démonstration. Dans ces travaux, il suppose que les individus sont des « êtres sociaux » ayant une préférence pour les interactions sociales. Il développe ainsi un modèle de localisation dans lequel il ne présuppose pas de centre *a priori*. Une concentration d'individus émerge de façon totalement endogène du simple fait que ceux-ci ont « *une préférence pour la vie sociale* » (Fujita et Thisse 2003, p 226). En se localisant au plus proche les uns des autres, les agents créent un centre leur permettant de bénéficier d'interactions sociales nombreuses et diversifiées à moindre coût, du fait de la minimisation de la distance qui les sépare. Nous présentons ce modèle selon la démonstration de Fujita et Thisse (2003, p 227).

Nous considérons pour cela une population homogène composée de N individus sur un espace unidimensionnel X . La terre est supposée appartenir à des propriétaires fonciers absents. Partant du modèle standard, un individu résidant en une localisation x tente de maximiser sa fonction d'utilité U telle que :

$$U = u(z, s) + I_x \quad (21)$$

Avec z le bien composite, s la consommation ou taille du logement et I_x la sphère d'interactions en x . Sa contrainte budgétaire est fonction de son revenu Y , du niveau de rente $R(x)$ et des coûts de déplacement dans sa sphère d'interactions :

$$z + sR(x) = Y - T(x) \quad (22)$$

Puisque les déplacements sont coûteux, la ville ne peut s'étendre indéfiniment et doit donc être bornée de $[-b, b]$ avec b la frontière de l'espace urbain à l'équilibre. La quantité consommée de bien composite est donnée par $z = Z(s, U - I_x)$. On peut alors déterminer la rente d'enchère :

$$\Psi(x, U) = \max_s \frac{Y - Z(s, U - I_x) - T(x)}{s} \quad (23)$$

Afin de simplifier la résolution du modèle, Beckmann (1976) note la fonction d'utilité :

$$u(z, s) = z + \alpha \log s \quad (24)$$

Avec $\alpha > 0$, le paramètre décrivant l'importance du sol dans les préférences des individus. Il pose également l'hypothèse selon laquelle chaque individu interagit avec tous les autres, la sphère d'interaction devient alors tout l'espace urbain induisant que I_x ne varie pas selon la localisation choisie :

$$I_x = I \quad (25)$$

Il décrit ensuite les coûts de déplacement comme une fonction linéaire de la distance. Cependant, il est important de noter que l'individu effectue chaque fois un déplacement pour interagir avec un autre. Ainsi, le coût de déplacement d'un individu localisé en x pour se rendre en y est pondéré par le nombre d'agents localisés en y . On a donc :

$$T(x) = \int_{-b}^x t(x - y) n(y) dy + \int_x^b t(y - x) n(y) dy \quad (26)$$

Avec $n(y)$ la densité d'individus en y et $t > 0$, le coût unitaire de déplacement. Ainsi, le coût de déplacement d'un individu est fonction de la densité de population sur l'espace urbain. Afin de bénéficier d'interactions sociales en minimisant leurs déplacements, les agents se concentrent sur l'espace et participent à l'émergence d'un centre. La fonction de densité de population présente donc un maximum en $x = 0$ puis décroît avec la distance au centre. On note également que la distribution de la population est symétrique par rapport à ce centre.

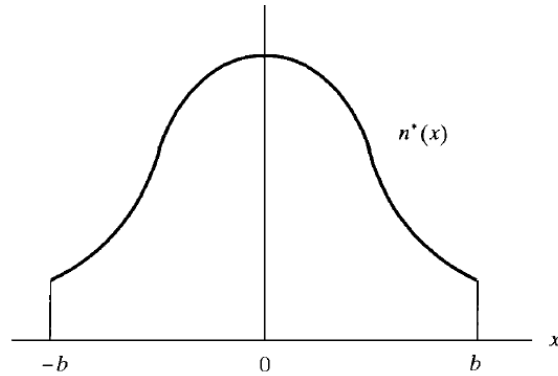


Figure 22 : Densité de population à l'équilibre urbain

Source : (Fujita et Thisse 2003, p 230)

Fujita et Thisse (2003) expliquent également que :

- le pic de densité au centre se déplace vers le haut quand la population, le coût de déplacement et le niveau de rente agricole augmentent ;
- la densité diminue quand la préférence pour le sol α s'accroît ;
- la rente de marché suit la même distribution que la densité de population ;
- la consommation foncière décroît avec le niveau de densité.

Par ce modèle, **Beckmann (1976) démontre que la simple préférence pour les interactions sociales suffit à créer un centre de façon endogène**. Afin de minimiser leur coût de déplacement pour interagir, les individus se concentrent sur l'espace urbain et créent un pic de densité qui s'apparente alors au centre urbain. Dans ce cas, **densité est synonyme d'accessibilité** : c'est au centre que les individus ont le plus facilement accès à tous les autres. Cette localisation avantageuse en termes d'interactions s'obtient en contrepartie d'une rente de marché plus élevée et d'une consommation de logement plus faible.

Plus encore, Beckmann (1976) démontre que, par leur choix de localisation, les individus affectent l'utilité de tous les autres. En effet, lorsqu'un individu décide de son lieu de résidence, il ne considère que son propre coût de déplacement. Or, chaque choix de localisation individuel affecte le coût de déplacement de tous les autres ménages puisque les interactions sont réciproques. Si cette externalité n'est pas internalisée par les agents, alors l'équilibre urbain n'est pas un optimum, la configuration spatiale de marché est trop dispersée. **À l'optimum, la ville « conviviale » est plus dense qu'à l'équilibre.**

Ce type de modèle dans lequel la densité apparaît comme un attribut spatial avantageux a été repris pour expliquer la formation endogène d'un centre d'affaires. Borukov et Hochman (1977) proposent un modèle de localisation des activités tertiaires dans lequel toutes les firmes interagissent entre elles et subissent pour cela des coûts de transaction. Pour minimiser ces coûts, les entreprises tentent de se localiser au plus près de toutes les autres, conduisant à la formation d'un centre d'affaires. Cette volonté de regroupement des firmes a pour conséquence d'augmenter le niveau de la rente foncière, incitant les entreprises du secteur de la construction à bâtir toujours plus de bureaux sur une même surface de sol, en édifiant des immeubles à plusieurs étages. Borukov et Hochman (1977) démontrent donc que le seul besoin d'interactions suffit à créer un centre

d'affaires dense en activités et en bâti, la densité de bureaux étant décroissante de la distance à ce centre endogène.

Le modèle de Brueckner et Largey (2008) se présente comme une synthèse des travaux exposés précédemment en traitant d'une part, le cas dans lequel la densité est valorisée par les interactions qu'elle génère et d'autre part, le cas dans lequel elle est un attribut spatial « nuisible » pour les individus. S'appuyant sur le « *crowding model* » de Fujita (1989), la densité est dans le second cas synonyme de surpeuplement et d'insécurité, peu propice aux interactions. Partant du modèle standard, les auteurs intègrent une variable d'interaction dans la fonction d'utilité des individus. Le niveau d'interaction est uniforme dans l'espace et équivaut au niveau de densité de population moyen sur l'agglomération. Comme évoqués par Beckman (1976) et Fujita (1989), tout choix de localisation individuel impacte le niveau de densité dans l'espace et donc l'utilité des autres individus. Or, les ménages n'internalisent pas cet effet induit, positif lorsque la densité est source d'interactions, négatif lorsqu'elle induit un surpeuplement ou de l'insécurité. Brueckner et Largey (2008) démontrent alors que l'équilibre de marché n'est pas un optimum et que les décideurs ont intérêt à instaurer une taxe, sur la densité ou sur l'étalement urbain, selon le cas considéré. Sans rentrer dans le détail du modèle, nous examinons ces deux cas.

Si la densité est un attribut spatial avantageux, alors le nombre d'interactions augmente avec la densité de population de l'espace urbain. A l'équilibre, la taille de lot optimal est telle que le bénéfice marginal tiré de la consommation d'une unité supplémentaire de logement équivaut au coût supplémentaire de rente à déboursier plus un coût indirect lié à la baisse des interactions. En effet, quand les individus consomment plus de logements, la densité moyenne diminue dans l'espace urbain, venant réduire les échanges entre individus. Cependant, ce coût induit n'est pas internalisé par les agents, et la taille des lots à l'équilibre de marché est trop grande par rapport à la taille des lots à l'optimum social. Dans ce cas, une taxe peut être envisagée pour éviter la dispersion des individus. En orientant l'espace urbain vers plus de compacité et donc plus de densité, le niveau d'interaction est maximal et l'utilité de tous les individus augmente. En revanche, dans le cas où la densité apparaît comme facteur de nuisances et d'insécurité, les conclusions sont renversées. À l'équilibre urbain de marché, la taille de lot n'est pas assez grande, les agents n'internalisent pas le coût induit de la densité. Dans ce cas, c'est une taxe sur la densité qui doit être instaurée afin d'inciter à la dispersion des localisations résidentielles et d'atteindre l'optimum social.

II. Estimation de la fonction de densité et validations empiriques

Parallèlement aux développements théoriques relatifs à la formation d'espaces urbains denses, de nombreux travaux empiriques se sont attachés d'une part, à valider les résultats de ces différents modèles urbains et d'autre part, à déterminer la meilleure façon d'estimer de la fonction de densité. Dans cette optique, diverses méthodes et outils ont été développés, dont la complexité s'est généralement accrue avec le raffinement des modèles théoriques et l'évolution de l'organisation spatiale des villes. Dans son article, McDonald (1989) souligne deux traits caractéristiques de ce type de travaux empiriques. Premièrement, ils sont fortement soumis à la disponibilité de données.

La collecte de données pertinentes se révèle essentielle dans l'identification et l'analyse de faits saillants relatifs aux densités puis, par la suite, dans la formulation de modèles économiques capables d'expliquer ces éléments factuels. Deuxièmement, l'auteur souligne que les données et méthodes employées sont d'autant plus fines que l'organisation spatiale et son évolution est complexe. Tant que la distribution des densités n'est fonction que de la distance au centre, les méthodes mobilisées restent « simples ». En revanche, la présence d'attributs spatiaux ou l'apparition d'un phénomène de déconcentration induit l'utilisation de données plus fines et de méthodes d'estimation plus perfectionnées.

Cette section a pour objectif de **présenter les principales méthodes d'estimation de la fonction de densité** à travers l'espace et d'**apporter des éléments empiriques permettant de valider les résultats théoriques** tirés des modèles présentés précédemment. Nous présentons dans un premier temps les méthodes et travaux basés sur la forme exponentielle négative de la fonction de densité développée par Clark (1951), permettant principalement de rendre compte de la décroissance des densités avec la distance au(x) centre(s). Nous exposons également les principaux développements que cette loi de densité a connu à savoir la forme développée par Bussière (1972) et la méthode des « deux points » de Mills (1972). Dans un second temps, nous exposons les outils permettant de capter les discontinuités de la fonction de densité et les inversions de gradients, révélatrices de schémas spatiaux plus complexes. Au vu des résultats de ces nombreux travaux empiriques, nous constatons que le gradient de densité, et son évolution dans le temps, est un indicateur pertinent pour appréhender l'organisation spatiale d'une aire urbaine. Selon sa valeur, il nous renseigne sur le degré de compacité ou de dispersion d'un espace urbain. De même, l'existence de points d'inflexion dans la fonction de densité nous éclaire sur la composition de l'espace, en termes d'attributs spatiaux notamment, et sur son caractère mono ou multicentrique. Enfin, il nous semble important de souligner un point : les articles sur lesquels nous nous appuyons pour exposer le pan empirique traitant de la densité datent en grande majorité des années 1970-1980. Ce constat ne signifie pas que la densité n'est plus un objet étudié mais plutôt que la façon dont elle est étudiée a évolué. En effet, les travaux empiriques des années 1970 -1980 font suite aux nombreux développements théoriques expliquant la répartition des individus dans l'espace (cf partie 1 de ce chapitre). Ils ont alors pour objectif principal de valider les hypothèses théoriques en tentant d'estimer la fonction de densité capable de retranscrire au mieux la répartition effective des individus. Aujourd'hui, et comme nous l'avons vu dans la dernière partie du Chapitre 1, la densité est appréhendée d'un point de vue plus qualitatif. On recherche moins à comprendre sa répartition dans l'espace qu'à analyser son effet sur l'organisation spatiale, la mobilité ou le bien-être des populations.

1. La forme exponentielle négative et ses développements : la densité comme fonction de la distance au(x) centre(s).

1.1 La forme exponentielle négative, première loi de densité

Les premiers travaux relatifs à l'estimation du gradient de densité s'inscrivent dans le cadre théorique du modèle standard urbain. La distribution des populations est donc étudiée dans une ville monocentrique dans laquelle tous les emplois sont concentrés au centre, l'espace est supposé

totalelement homogène et le marché du foncier est de nature concurrentielle. La première loi de densité urbaine est formulée par Clark en 1951. Il propose de décrire la répartition des individus sur l'espace urbain au travers d'une forme exponentielle négative (Clark 1951). Cette première loi/forme fonctionnelle apparaît comme une représentation des plus solides empiriquement de la répartition des individus sur un espace urbain. Selon Clark, « la loi fondamentale est que la densité tend à décroître comme une fonction exponentielle négative de la distance au centre de l'espace urbain » (Goux 1981). Elle prend donc la forme suivante :

$$D(x) = D(0)e^{(-\gamma x)} \quad (27)$$

Ou, sous forme linéaire :

$$\text{Log } D(x) = \log D(0) - \gamma x \quad (28)$$

Avec $D(0)$ la densité extrapolée au centre, $D(x)$ la densité à une distance x du centre et γ le gradient de densité, soit le taux de décroissance de la densité avec la distance au centre. Ainsi, la densité apparaît comme une fonction qui décroît de façon exponentielle et continue avec la distance au centre-ville. La valeur de γ nous renseigne sur la structure spatiale de l'espace urbain :

- quand γ est grand, le gradient de densité est raide et la population décroît rapidement avec la distance au centre urbain, la ville est donc plus compacte ;
- quand γ est petit, le gradient est plus aplati et la ville est étalée.

Cette forme fonctionnelle de la densité a été validée par de nombreux travaux empiriques, appliqués aussi bien à des villes nord-américaines qu'européennes. Nous ne présentons ici que quelques une de ces études, pour plus d'exhaustivité, les travaux de thèse de P.Y Péguy (2000a) en répertorient de nombreuses. Il est important de noter que cette forme permet d'appréhender la répartition des individus sur un espace urbain mais également d'en saisir l'évolution. Au travers de l'analyse du gradient de densité dans le temps, de nombreux auteurs ont mis en lumière le phénomène de dispersion des populations et de croissance urbaine.

Muth (1969) est un des premier auteur à appliquer cette forme fonctionnelle dans une étude menée sur 46 villes américaines sur la base de données de 1950. Afin de capter la décroissance des densités au centre-ville, il élimine les villes ou agglomérations pour lesquelles plusieurs CBD sont identifiés, à savoir New-York, Minneapolis-Saint Paul et San Francisco-Oakland. Le calcul de la densité est un calcul de densité brute soit le nombre d'habitants sur la surface du *census tract* (unité statistique spatiale américaine). L'estimation du gradient de densité par la distance au centre pour ces villes présente un coefficient de détermination moyen de 0,45. En moyenne, la distance au centre n'explique que pour moitié la variabilité de la densité entre les différents quartiers de ces 46 villes américaines. Déjà, d'autres déterminants semblent influencer la répartition des individus sur l'espace.

Edmonston et Davies (1976 ; 1978) utilisent également la forme exponentielle négative afin d'appréhender le phénomène de *suburbanisation* de la population. Afin de rendre compte de ce phénomène, ils estiment le gradient de densité par la distance au centre à différentes époques, de

1900 à 1970, sur plusieurs aires urbaines américaines. Ils démontrent clairement que la densité de population est décroissante du centre et que le gradient s'aplati avec le temps, confirmant bien le phénomène d'étalement urbain. De plus, l'analyse des gradients ville par ville nous apprend que les villes les plus anciennes sont les plus compactes. Les auteurs expliquent cette structuration spatiale plus dense par le contexte technologique dans lequel ont émergé ces villes. Lors de leur développement, les technologies de transport ne permettaient pas le parcours de grandes distances ; l'urbanisation s'est donc organisée au plus proche du centre d'emploi. Une fois encore, la distance ne semble pas être l'unique déterminant de la répartition des populations, il semble qu'une inertie historique participe à leur distribution. Péguy *et al.* (2000) appliquent également cette forme afin de capter le phénomène d'étalement urbain sur les principales aires urbaines françaises.

Alperovich (1983) mobilise la forme exponentielle négative dans des travaux menés sur des villes israéliennes, sur la base de données de 1972. Cette étude est intéressante en ce sens qu'elle vise à la fois à identifier la répartition des populations mais également à en comprendre ses déterminants. Il s'agit donc de valider empiriquement les principaux déterminants théoriques de la densité à savoir les coûts de transport, le niveau de revenu ou encore la taille de la ville. Il démontre tout d'abord que le gradient de densité est décroissant de la distance au centre. Cependant, le coefficient de détermination pour la majorité des villes est très inférieur au R^2 fréquemment rencontré dans les autres études (autour de 50% contre seulement 38% pour les travaux d'Alperovich). La distance n'explique donc qu'une faible part de la variabilité des densités de population et le schéma monocentrique est remis en cause. L'auteur explique ce phénomène notamment par les politiques d'aménagement menées par le gouvernement et les collectivités du pays qui influencent fortement la localisation des activités et résidences. L'auteur s'intéresse ensuite aux déterminants de la pente de la fonction de densité, tirés du modèle théorique standard urbain. Les résultats de ses estimations vont dans le sens de la théorie :

- le gradient de densité s'aplati avec le revenu, et la densité centrale diminue, signe d'une dispersion de la population ;
- une augmentation de la population contribue à augmenter la taille de la ville (aplatissement du gradient) mais également les densités au centre ;
- plus la surface de terre disponible est grande et plus le gradient diminue, de même que les densités centrales. Il est possible de rapprocher cette variable au niveau de rente agricole : plus celle-ci est élevée et moins de terres sont disponibles pour l'usage résidentiel, venant alors contracter la taille de la ville et augmenter les densités de l'espace urbain (et inversement) ;
- la variable relative aux coûts de transport est associée à une fonction de densité plus pentue, et une plus grande densité centrale. Quand le coût de déplacement est élevé, la ville est plus compacte ;
- plus la ville est ancienne et plus le gradient de densité est fort. Les vieilles villes sont caractérisées par une urbanisation dense autour du centre et un réseau de transport peu étendu. L'histoire de ces villes constitue une inertie à leur évolution spatiale et notamment à leur étalement, les individus restent concentrés au centre.

Les travaux d'Alperovich (1983), basés sur la forme exponentielle négative de la densité, confirment donc de nombreuses hypothèses tirées du modèle standard. Mills (1972) et Papageorgiou *et al.* (1989) parviennent sensiblement aux mêmes conclusions hormis pour ce qui est de l'effet de la taille de la population. Selon Papageorgiou *et al.* (1989), le gradient de densité augmente avec la population urbaine alors qu'Alperovich (1983) et Mills (1972) trouvent un résultat opposé. Mills (1972) explique ce phénomène en suggérant que les plus grandes aires urbaines comportent généralement des centres d'emploi secondaires, participant à la périurbanisation des ménages et donc, à la décroissance du gradient de densité. Nous retenons de ces investigations que **le gradient de densité est croissant des coûts de transport et décroissant du niveau de revenu, de la population et de la surface de terres disponibles à usage résidentiel.**

Toujours dans le cadre du modèle standard monocentrique, d'autres formes fonctionnelles de la fonction de densité sont testées. Alperovich (1980) applique la forme exponentielle négative mais également une spécification linéaire et logarithmique à la fonction de densité. Dans son étude portant sur 39 quartiers de Tel-Aviv en 1977, il analyse l'impact de l'existence d'aménités sur la répartition des populations et du bâti. Les données sont tirées d'une enquête sur la satisfaction résidentielle des habitants de Tel-Aviv. Il mobilise pour cela la densité de population brute et utilise deux indicateurs de densité structurelle : un relatif à l'urbanisation (part de surface urbanisée sur la surface totale) et un relatif à la densité résidentielle (part de surface résidentielle sur la surface totale). Suivant ses résultats, il privilégie une fonction de densité linéairement décroissante de la distance au centre et démontre bien que cette dernière n'est pas le seul facteur explicatif de la distribution des densités dans l'espace urbain. Plus encore, il suggère que les aménités expliquent une plus grande part de la variabilité des densités de population et de bâti sur l'espace urbain que la distance. Il précise cependant que cette affirmation n'est vraie que pour certaines villes dans lesquelles le niveau d'aménités n'est pas fonction de la distance. Si l'on prend le cas des villes américaines, le pouvoir explicatif de la distance est très fort car le niveau d'aménité est fortement corrélé à cette dernière : puisque le centre urbain est pauvre et dégradé, les aménités se situent en périphérie ; leur niveau augmente avec la distance. Ainsi, il est difficile d'isoler leur impact respectif sur les densités. La distance est dans ce cas-là une approximation du niveau d'aménités, induisant un pouvoir explicatif fort de la répartition des populations. En revanche, pour les villes comme Tel-Aviv, dans laquelle cette relation distance-aménités ne tient pas, la localisation des attributs spatiaux impacte la distribution des densités de population et de bâti. Suivant les résultats d'Alperovich (1980), la distance explique moins de 15% de la variabilité de la densité de population sur l'espace urbain, et seulement 21% de la variabilité de la densité structurelle. Dans son modèle, l'auteur intègre trois variables relatives aux aménités des quartiers : la présence de commerces, les conditions socio-économiques du quartier et la dotation en infrastructures. L'ajout de ces variables tend à réduire le pouvoir explicatif de la distance sur la distribution des densités et il démontre que la présence de ces aménités contribue à augmenter les trois densités considérées. Enfin, il indique que l'effet aménité est biaisé lorsque l'on considère les quartiers déshérités : la composition sociale de ces espaces génère des externalités négatives et quand bien même ils présentent une forte densité, elle ne reflète pas une valorisation de la localisation mais un choix résidentiel contraint. Ainsi, l'auteur réalise une deuxième estimation des densités en évacuant les quartiers pauvres, augmentant ainsi le pouvoir explicatif du modèle et soulignant l'effet positif des aménités sur les densités de population, résidentielle et de bâti.

DENSITY GRADIENT REGRESSIONS (OBSERVATIONS NOT
INCLUDING SLUMS)

Independent Variables	Dependent Variable					
	PD		RD		BD	
	A ^a	B	A	B	A	B
Constant	25.7	31.1	92.1	104.9	100.1	105.9
Distance	-.78 (-2.05)	-.63 (-1.71)	-4.47 (-3.87)	-4.14 (-3.60)	-8.78 (-6.09)	-8.53 (-5.92)
Shopping Services	.52 (2.92)	.65 (3.68)	1.36 (2.54)	1.53 (2.82)	1.75 (2.61)	1.48 (2.16)
Socioeconomic Stratum	.13 (1.88)	.15 (2.46)	.77 (3.79)	.80 (4.36)	.81 (3.19)	.94 (4.09)
Infrastructures	.14 (.38)	.42 (1.03)	.63 (.55)	1.44 (1.14)	-1.36 (-.94)	-.70 (-.44)
R ²	.49	.59	.66	.70	.74	.74
F	6.58	9.81	13.10	15.70	19.68	19.68

Figure 23 : Gradients de densité et aménités

Source : (Alperovich 1980 p 62)

Avec *PD* la densité de population, *RD* la densité résidentielle et *BD*, la densité de bâti. Les variables A et B sont relatives aux critères de sélection des quartiers permettant d'évacuer les quartiers les plus pauvres. La variable A est relative à un critère d'éducation et la variable B à un critère de satisfaction. **La présence d'attributs spatiaux valorisés par les individus** (commerces, conditions sociales favorables, infrastructures) **génère donc des foyers de densités urbaines venant contre l'effet de la distance.**

Griffith (1981) applique la forme exponentielle négative dans un cadre multicentrique. Il suppose que l'existence de centres secondaires d'emploi puisse impacter la répartition des individus, et ainsi remettre en cause la stricte décroissance du gradient avec la distance au centre. Il parle alors d'un gradient « pseudo-positif » sur certains segments de l'espace. Cependant, son cadre d'étude, la ville de Toronto (Canada), ne lui permet pas de valider cette hypothèse : la distance au CBD reste la variable explicative principale de la répartition des densités et aucun effet des centres secondaires n'est clairement mis en avant. Selon Griffith (1981), une telle étude doit être menée sur des très grandes aires urbaines réellement organisées autour de plusieurs centres d'emploi, telles que Los Angeles, New York ou Chicago. Les travaux de Small et Song (1994) s'inscrivent pleinement dans cette optique. Appliquée à l'aire urbaine de Los Angeles, cette étude à un double objectif : elle vise tout d'abord à identifier les pôles secondaire d'emploi de la métropole puis estimer les fonctions de densité de population et d'emploi, toutes deux basées sur la forme exponentielle négative. Après identification des pôles, l'idée est d'appréhender l'impact de l'existence de ces *subcenters* sur la répartition des ménages. Si les centres sont parfaitement substituables, alors la fonction de densité dépend du poids du centre le plus proche géographiquement. La fonction de densité globale s'apparente alors à l'enveloppe supérieure des densités associées à chaque centre. Si les centres de l'aire urbaine sont complémentaires alors les agents ont besoin d'accéder à tous les pôles ; la « fonction de densité polycentrique » est dans ce cas le produit de toutes les fonctions. Ainsi, lorsqu'un centre secondaire émerge d'un côté de l'espace urbain, il contribue à diminuer la densité dans l'espace spatialement opposé. Dans un premier temps, Small et Song (1994) estiment la fonction de densité dans un cadre spatial monocentrique. Les gradients estimés pour l'aire urbaine apparaissent très aplatis : la densité d'emploi décline de 6% par miles et de seulement 4% pour la densité de population. De tels résultats supposent un très haut degré de déconcentration dans cet espace urbain, plus important pour les habitants que pour les emplois. De plus, les auteurs démontrent que ces gradients baissent encore entre 1970 et 1980. Le degré de dispersion des

populations et emplois s'accroît avec le temps, le pouvoir explicatif du modèle monocentrique s'en trouve réduit. Dans un second temps, Small et Song (1994) identifient les principaux centres d'emploi secondaires de l'aire urbaine suivant la définition de McDonald (1987), basée sur l'existence de pics de densité, et la méthode de Giuliano et Small (1991). Nous reviendrons sur ces développements lors du Chapitre 3. Selon les critères retenus, sept centres sont identifiés en 1970 et dix en 1980, preuve une fois encore de l'étalement urbain caractéristique de la ville de Los Angeles. Afin de limiter la colinéarité qui pourrait exister entre des centres trop proches géographiquement, deux de ces centres sont éliminés. Les résultats de cette étude empirique sont les suivants :

- seuls les cinq plus grands centres influencent la distribution des populations et des emplois, dont le centre-ville ;
- le pouvoir explicatif du centre historique baisse entre 1970 et 1980 tandis que celui des autres centres augmente ;
- seuls trois centres (Downtown LA, West Hollywood et LA Airport) apparaissent significatifs dans l'estimation de la fonction de densité des emplois ;
- six des huit centres apparaissent significatifs dans l'estimation de la fonction de densité de population ;
- les trois nouveaux centres identifiés en 1980 n'ont qu'un effet marginal sur la distribution des emplois mais un effet significatif sur celle des populations.

Ainsi, ces résultats valident l'évolution progressive d'un modèle urbain monocentrique vers une organisation spatiale polycentrique. On constate également que les populations sont plus sensibles à cette structuration spatiale multipolarisée que les firmes. Deux éléments explicatifs de ce constat sont avancés. D'une part, les économies d'agglomération ne sont réellement concentrées que dans les plus grands centres ; la répartition spatiale des firmes est donc fonction des pôles les plus structurants. D'autre part, l'existence de coûts de transport supportés par les ménages induit une co-localisation des résidences et des emplois. Les individus se localisent au plus proche du centre d'emploi où ils travaillent. Enfin, Small et Song (1994) se penchent sur le cas des trois nouveaux centres secondaires identifiés en 1980, impactant la répartition des populations mais pas celle des emplois. Au regard des activités économiques qui les composent, les auteurs estiment que le développement de ces centres a été induit par l'existence préalable d'une concentration de population. Les firmes qui y sont localisées sont soit des firmes de commerce de détail ou de services aux particuliers, soit des firmes manufacturières. Ainsi, l'émergence de ces trois *subcenters* relève d'une volonté de certaines entreprises de profiter d'un bassin de consommation ou de se rapprocher d'un foyer de main d'œuvre. Dans ce cas, les firmes suivent les populations en s'éloignant du CBD. **La localisation des individus est donc sensible à celle des emplois, qu'ils soient implantés au centre historique ou dans des centres secondaires.** La réalisation de déplacements pendulaires coûteux incite les ménages à se localiser à proximité de leur lieu de travail.

1.2 Les principaux développements de la forme exponentielle négative

En plus d'avoir été largement étudiée et validée empiriquement, la forme exponentielle négative de la fonction de densité a connue de nombreux développements, et a été notamment reprise par Bussière (1972). Dans ses travaux, l'organisation spatiale n'est plus appréhendée par un calcul de densité brute mais par la population cumulée en fonction de la distance au centre. Les développements suivants sont tirés des travaux de Tabourin *et al.* (1995) et de Bonnafeous et Tabourin (1998). Partant du modèle proposé par Clark (1951), on note $D(r)$ la densité à une distance r du centre :

$$D(r) = Ae^{-br} \quad (29)$$

Avec A la densité extrapolée au centre urbain :

$$A = \frac{N \cdot b^2}{2\pi} \quad (30)$$

N étant la population totale de l'aire urbaine. On en déduit la population cumulée $P(r)$ contenue dans un rayon r du centre-ville :

$$P(r) = \frac{2\pi A}{b^2} [1 - (1 + br)e^{-br}] \quad (31)$$

Où b est le gradient de densité, soit le taux de décroissance de la densité avec la distance r au centre. Cette formulation permet de lever une limite associée aux travaux de Clark (1951). En effet, sous la forme exponentielle négative originale, la fonction de densité est très dépendante de la répartition des populations. Si cette répartition est discontinue dans l'espace alors la fonction l'est aussi. Réfléchir en termes de population cumulée permet de « s'affranchir des discontinuités spatiales [...] et de présenter une courbe continue et croissante » (Tabourin, Andan, et Routhier 1995).

Trois implications ressortent de cette démonstration :

- i) La pente à l'origine est nulle, donc $P(r) = 0$ quand $r = 0$

$$\frac{dP(r)}{dr} = 2\pi A r e^{-br} \text{ soit } \frac{dP(0)}{d0} = 0 \quad (32)$$

- ii) La pente est nulle à l'infini, pour $b > 0$ on a :

$$\lim_{r \rightarrow \infty} \frac{dP(r)}{dr} = \lim_{r \rightarrow \infty} \frac{1}{e^{br}} = \frac{1}{\infty} = 0 \quad (33)$$

- iii) La pente de la courbe est croissante de 0 à $1/b$ puis décroissante. Il existe donc un point d'inflexion dans la fonction de densité. Ce dernier nous donne la distance radiale au centre pour laquelle la densité est maximale : jusqu'à cette distance la population cumulée

augmente rapidement, la pente est croissante. En revanche, passer ce point, la pente est encore positive mais décroissante : chaque rayon supplémentaire apporte de moins en moins de population. Ce point d'inflexion nous renseigne donc sur le caractère central ou périphérique d'un espace et où se situe la frontière entre ces deux types de territoire. La fonction s'aplatit à distance du centre, signe d'une dispersion plus importante de la population dans les espaces périphériques et jusqu'à la frontière de la ville.

Graphiquement, le modèle de Bussière (1972) se représente de la sorte :

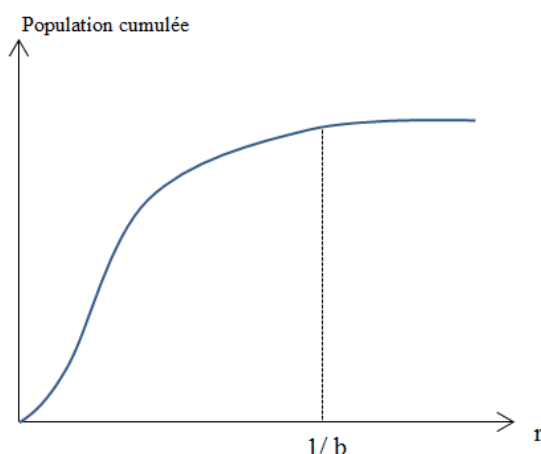
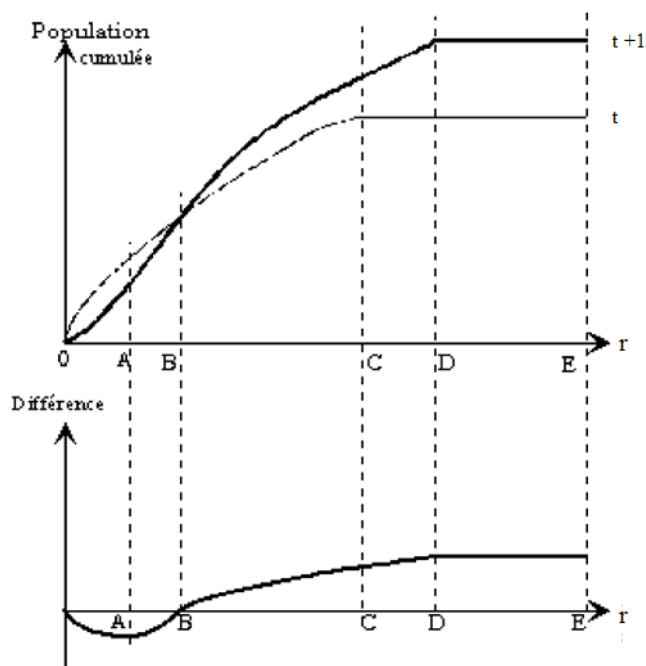


Figure 24 : Répartition de la population selon le modèle de Bussière

Source : (Tabourin, Andan, et Routhier 1995)

Cette méthode est également applicable dans un cadre dynamique, permettant de rendre compte de l'évolution de la structure spatiale de la ville. Selon la valeur prise par les deux paramètres estimés A et b à différentes dates, il est possible d'observer à la fois la croissance démographique urbaine et l'évolution de l'organisation spatiale, notamment l'expansion physique de la ville sous l'effet du phénomène de périurbanisation des ménages.

Prenons un exemple graphique tiré des travaux de Péguy (2000a). Le premier graphique démontre deux types de croissance :



- Une expansion physique de la ville : de nouvelles franges périphériques se sont ajoutées à l'espace urbain existant (la point d'inflexion passe de *C* à *D*) ;
- Une croissance démographique de l'espace urbain (la courbe en *t + 1* est plus haute qu'en *t*).

De même, sur le schéma du bas, on remarque qu'entre le point 0 et *B*, la courbe est négative : cela transcrit un phénomène de déversement d'une partie de la population des espaces centraux vers les espaces périphériques (la courbe est positive du point *B* vers la frontière de l'espace urbain), traduisant le phénomène d'étalement urbain.

Figure 25 : Répartition des populations dans le temps selon le modèle de Bussière

Source : (Péguy 2000)

Bussière (1972) applique cette méthode à de nombreuses villes françaises et étrangères et en tire deux implications robustes et récurrentes à travers l'espace et le temps :

- la paramètre *A* baisse dans le temps, synonyme d'une « dédensification » des zones centrales de la ville au profit des périphéries ;
- le paramètre *b* décroît dans le temps, le gradient de densité s'aplati révélant une dispersion toujours plus importante des populations.

L'expansion physique urbaine se fait non seulement au travers de l'intégration de nouvelles franges par l'espace urbain mais également par un phénomène de déversement des ménages du centre vers les périphéries. Bonnaïfous et Tabourin (1998) ainsi que Péguy (2000a) confirment ces résultats par des travaux appliqués sur la ville de Lyon, on constate bien la décroissance des deux paramètres entre 1962 et 1990 (cf Figure 26).

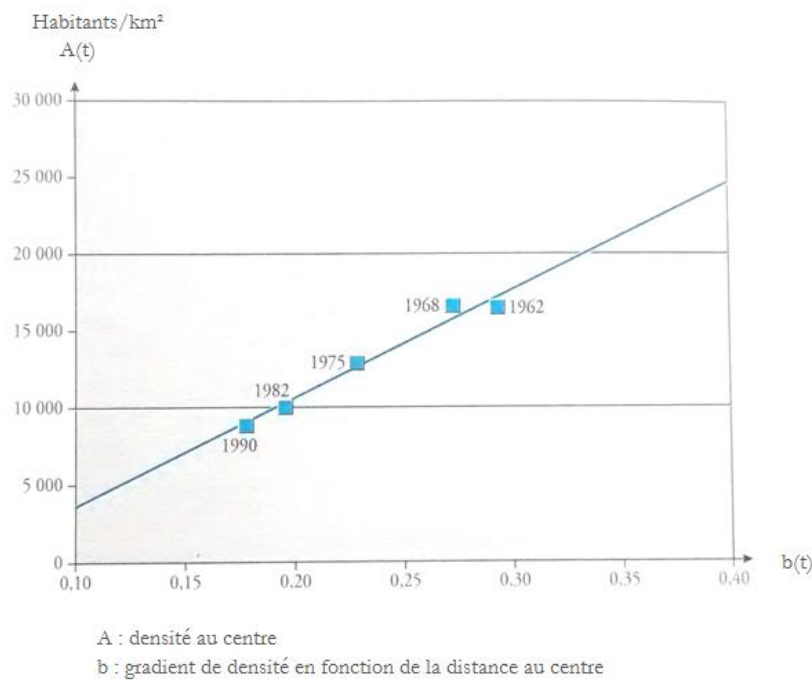


Figure 26 : Evolution des paramètres A et b pour Lyon de 1962 à 1990

Source : (Bonnafeous et Tabourin 1998)

Cependant, comme le démontrent Bonnafeous et Tabourin (1998), ce modèle présente une limite dans l'estimation des densités périurbaines. Passé le point d'inflexion, la population augmente de façon linéaire avec la distance, comme si tous les espaces périurbains concentriques à la ville présentaient la même densité, comme si tous étaient identiques. Or, il est évident que le développement périurbain ne se réalise pas de la même façon dans toutes les directions partant du centre-ville. En effet, l'extension de l'urbain vers le rural est fortement dépendante de l'accessibilité au centre et donc des conditions de transport dans ces espaces éloignés. La présence d'axes de déplacement radiaux induit donc une accessibilité différenciée dans l'espace, entraînant une « déformation » des rayons jouxtant le centre : la répartition des populations ne se réalise non plus uniquement de façon concentrique comme le proposait Bussière (1972), mais également suivant des bandes radiales. L'existence de tels axes guide la répartition des individus, qui reste toujours décroissante de la distance au centre, mais implique des densités hétérogènes sur ces espaces périphériques.

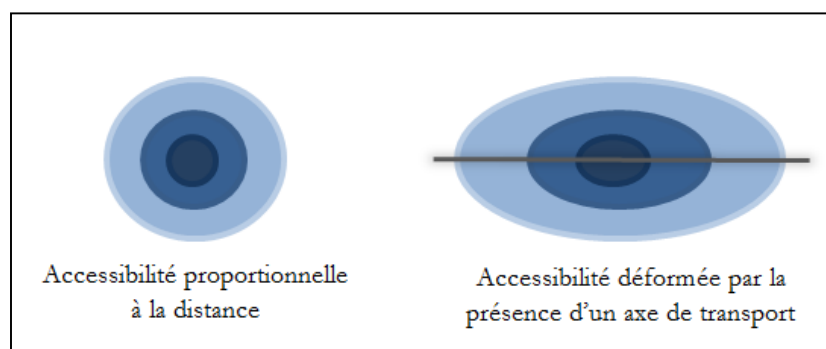


Figure 27 : Accessibilité et axe de transport

Source : (Bonnafeous et Tabourin 1998)

Afin de rendre en compte de ces différences spatiales, Bonnafous et Tabourin (1998) proposent une formulation du modèle de Bussière amendée d'un paramètre Kr . Ce paramètre représente « la croissance accélérée de l'étalement urbain, la facilité de sortie de la ville » (Buisson, Mignot, et Aguilera-Belanger 2012, p 280) du fait de la présence d'axes de déplacement. De même, l'espace n'est plus traité suivant des rayons concentriques au centre mais suivants des secteurs.

$$P(r) = \frac{2\pi A}{b^2} [1 - (1 + br)e^{-br}] + Kr \quad (34)$$

Les résultats de cette formulation amendée présentent une très bonne restitution de la distribution des populations sur l'espace urbain lyonnais et de son évolution dans le temps. Bonnafous et Tabourin (1998) démontrent bien une décroissance des paramètres A et b conformément au modèle de Bussière, mais l'étude du paramètre Kr apporte un nouvel éclairage sur le schéma de développement périurbain (cf Tableau 8). En effet, ce paramètre est fortement corrélé au niveau de dotation en infrastructures de transport des différents secteurs. Les secteurs présentant la plus grande valeur du paramètre Kr sont ceux desservis par une autoroute ou par des voies ferrées. Les auteurs constatent également un « effet de bord » pour les secteurs situés à proximité de ces dessertes : ils présentent également une valeur du paramètre Kr élevée. Ainsi, le phénomène d'étalement urbain a été accéléré dans ces zones bénéficiant directement d'infrastructures lourdes de transport, ou situés à proximité de celles-ci. Pour les secteurs ne présentant pas de fortes dotations en infrastructures, c'est le schéma de développement de Bussière qui se réalise, un développement concentrique au centre urbain. Ces travaux mettent en avant deux schémas de décroissance des densités de population :

- un schéma « standard » : les densités décroissent avec la distance au centre suivant un développement urbain concentrique, par « la propension qu'à la ville à s'accaparer les espaces qui la jouxtent » (Bonnafous et Tabourin 1998, p 178) ;
- un schéma « radial » dans lequel le développement est guidé voire accéléré par la présence d'infrastructures de transport sur le territoire considéré.

Tableau 8 : Estimation des coefficients pour le cas Lyonnais

	A	b	K	R ²
1962	49054	0,66	16126	0,99
1968	43842	0,58	18190	1,00
1975	31424	0,47	20529	1,00
1982	25800	0,44	23450	1,00
1990	24368	0,43	26855	1,00

Source : (Bonnafous et Tabourin 1998)

Cette forme amendée du modèle de Bussière a notamment été reprise par Enault (2014; 2003). Appliquée à l'aire urbaine dijonnaise, elle retranscrit également bien la répartition des populations sur le territoire. Le modèle de Bussière et sa forme amendée s'appuient donc sur le calcul de la population cumulée pour retranscrire la distribution des densités au travers de l'espace urbain. **Ces travaux valident la décroissance des densités de population avec la distance au centre.** Comme les études empiriques mobilisant la forme exponentielle négative, ces travaux prouvent la **décroissance du gradient de densité dans le temps**, révélant le phénomène d'étalement urbain

des populations. Ce dernier se réalise sous l'effet de différents processus spatiaux, simultanés ou non : une **dédensification du centre** au profit des périphéries, une **extension concentrique** de la ville par l'intégration des franges non développées, une **expansion radiale** de l'urbain suivant les réseaux de transport.

Enfin, Mills (1972) reprend cette forme exponentielle négative mais l'estime suivant la méthode dite "des deux points". Cette dernière consiste à estimer la densité centrale et le gradient en deux temps, et suppose pour cela de connaître la population totale de l'aire urbaine, la surface de centre-ville et la surface totale de la ville. On estime d'abord le gradient γ sachant la surface du centre x_c . En supposant que la population suit la loi de distribution énoncée par Clark (1951), on peut alors estimer la population centrale (Péguy 2000b):

$$P_c = \frac{2\pi D_0}{\gamma^2} [1 - (1 + \gamma x_c)e^{-\gamma x_c}] \quad (35)$$

On obtient alors le ratio de population au centre P_c par rapport à la population totale P de l'aire urbaine :

$$r = \frac{P_c}{P} = [1 - (1 + \gamma x_c)e^{-\gamma x_c}] \quad (36)$$

Puis on détermine la densité centrale D_0 :

$$D_0 = \frac{\gamma P}{2\pi} \quad (37)$$

Edmonston *et al.* (1985) mobilisent cette méthode dans une étude visant à comparer les gradients de densité de villes américaines et canadiennes. L'analyse de leur évolution permet aux auteurs de capter le phénomène de périurbanisation des ménages, caractéristique des villes nord-américaines. Dans les années 1950, les gradients sont plus élevés au Canada qu'aux Etats-Unis, signe de villes plus compactes. En revanche, les gradients canadiens sont plus faibles que ceux des villes américaines pour les années 1975/1976. Les deux pays ont connu une très forte dispersion de leur population entre ces deux périodes : au Canada, le gradient moyen est passé de 0,93 à 0,42 et aux Etats-Unis de 0,76 à 0,45. De même, les populations centrales ont baissé de plus de moitié dans les deux pays. Cependant les auteurs soulignent que les densités des centres-villes canadiens restent deux fois plus élevées que celles des villes étasuniennes (cf Tableau 9).

Tableau 9 : Gradients de densité et densités centrales aux Etats-Unis et au Canada

Density Gradients and Central Densities in Canadian and American Metropolitan Areas, 1950/51 to 1975/76 (CMAs and SMSAs)

Year	Density Gradients		Mean Central Densities	
	Canada	USA	Canada	USA
1950/51	0.93	0.76	50,000	24,000
1960/61	0.67	0.60	33,000	17,000
1970/71	0.45	0.50	22,000	13,000
1975/76	0.42	0.45	20,000	11,000

Source : (Edmonston, Goldberg, et Mercer 1985)

La décroissance de la densité avec la distance au centre est une propriété spatiale des plus courantes et des plus robustes dans la caractérisation d'un espace urbain. Comme le supposait le modèle théorique standard, plus l'on s'éloigne du centre et plus l'intensité d'occupation des terres décroît. De plus, l'analyse de ce gradient de densité dans le temps permet de capter le phénomène d'étalement urbain des populations. De nombreuses études démontrent bien la baisse de ce gradient de densité dans le temps, signe d'une dispersion des ménages. Cependant, on observe également un ralentissement du taux de décroissance durant ces dernières années, signe cette fois d'un ralentissement du phénomène d'étalement urbain. Selon ces études, ce sont généralement les villes les plus grandes qui présentent le gradient de densité le plus faible (McDonald 1989) car celles-ci sont généralement organisées autour de plusieurs centres et notamment autour de *subcenters* situés en périphérie. L'existence de ces pôles d'emploi secondaires influence la répartition des populations dans l'espace et génère des pics de densité dans leur espace de proximité. En ce qui concerne l'âge de la ville, deux résultats empiriques s'opposent. Parfois, les villes anciennes présentent une fonction de densité très aplatie : sont donc des villes très étalées ayant connu toutes les évolutions spatiales et notamment la périurbanisation (Papageorgiou et Pines 1989; McDonald 1989). Dans d'autres cas, on constate que les villes anciennes sont celles présentant le gradient le plus élevé, révélateur d'une organisation spatiale compacte (E.S Mills 1972; Edmonston et Davies 1976; Alperovich 1983). Ce phénomène s'explique en partie par l'inertie que constituent les structures bâties et les réseaux construits précédemment. Enfin, certaines études ont démontré l'impact de l'existence d'aménités localisées sur le gradient de densité. Suivant ces quelques résultats empiriques, un élément ressort : **la répartition des populations ne semble pas être uniquement fonction de la distance au centre urbain**. Cette affirmation suppose que la fonction de densité ne décroît pas toujours de façon continue avec la distance et que des ruptures ou des points d'inflexion puissent affecter cette fonction. La forme exponentielle négative est dans ce cas une spécification peu adaptée pour rendre compte de ces variations spatiales et l'utilisation d'autres méthodes est nécessaire.

2. Etude de la décroissance et de la discontinuité de la fonction de densité au travers de l'espace urbain

Si la forme exponentielle négative parvient à restituer les grands traits relatifs à la répartition des densités dans un espace urbain, elle n'est pas suffisante pour rendre compte de schémas spatiaux plus complexes, notamment lorsqu'il existe plusieurs centres d'emploi. Suivant ses travaux menés sur 46 villes américaines, Muth (1969) démontre que la distance n'explique qu'une petite moitié de la répartition des populations sur l'espace urbain. Ainsi, la densité de population ne peut être uniquement expliquée par la distance au centre, elle n'est pas une simple fonction décroissante et continue de cette dernière. De tels résultats empiriques mettent au jour la **possibilité de schémas spatiaux plus complexes, dans lesquels des attributs localisés impactent la répartition des populations**. Comme le mentionnait McDonald (1989) dans son travail d'inventaire des méthodes d'estimation des fonctions de densité, plus les schémas d'organisation spatiale se complexifient et plus les méthodes mobilisées se raffinent. Ainsi, de nombreux travaux sont entamés dans le but de déterminer une fonction de densité mieux adaptée aux observations factuelles. Ces travaux portent à la fois sur la forme de la décroissance (exponentielle ou linéaire) mais également sur sa nature continue ou discontinue dans l'espace.

2.1 Analyse de la décroissance de la densité par la méthode Box-Cox

Afin de mieux appréhender la forme de la décroissance des densités dans l'espace, et d'éviter de la fixer a priori (Brueckner 1982), plusieurs auteurs appliquent une transformation Box-Cox sur la variable d'intérêt, à savoir la densité brute. Ainsi, la fonction de densité peut être réécrite comme suit (tiré de McDonald (1989)):

$$\frac{(D(x)^\lambda - 1)}{\lambda} = D_0 - \gamma x \quad (38)$$

Avec λ un paramètre supérieur à 0 appliqué à la forme fonctionnelle. La fonction globale est estimée par la méthode du maximum de vraisemblance. La valeur prise par λ nous renseigne alors sur la forme de la décroissance des densités : quand $\lambda = 0$, la décroissance est exponentielle, quand $\lambda = 1$, elle est linéaire. Suivant cette méthode, Anderson (1985) démontre que la forme exponentielle négative est rejetée pour 22 des 30 villes américaines étudiées et la forme linéaire est rejetée dans plus de 75% des cas. Il suggère donc une fonction de densité entre la forme exponentielle et la forme linéaire. Ces résultats confortent ceux énoncés par Kau et Lee (1976) dans une étude sur 50 villes américaines : dans la moitié des cas, la forme exponentielle négative n'apparaît pas comme une spécification adaptée de la fonction de densité. Selon ces auteurs, l'écart à la décroissance exponentielle proviendrait d'une rigidité de la demande de logement ; l'élasticité prix de cette demande serait donc inférieure à 1 (en valeur absolue).

Alperovich et Deutch (1994) utilisent cette transformation Box-Cox dans leurs travaux portant sur la ville de Tel-Aviv. Après avoir estimé la localisation du CBD, ils réalisent une estimation du gradient de densité à différentes dates. En 1961, la valeur de λ suggère une forme exponentielle négative alors qu'en 1990, la fonction de densité tend vers une forme linéaire. Ces résultats s'expliquent par le fait que la ville a connu un phénomène d'étalement urbain entre ces deux dates. Dans les années 1960, les individus sont encore majoritairement concentrés au centre, la densité décroît très rapidement avec la distance à celui-ci. En revanche, dans les années 1990, la périurbanisation des populations est déjà largement amorcée, le gradient s'est aplati, la densité baisse linéairement avec la distance. Comme le démontrait déjà Macauley (1985), **le taux de déconcentration des population a tendance à diminuer dans le temps.**

2.2 Discontinuités de la fonction de densité et inversions du gradient

En plus de rechercher la meilleure forme de la fonction de densité, de nombreux chercheurs se sont penchés sur sa possible discontinuité dans l'espace. En effet, au regard des évolutions de l'organisation spatiale des villes, l'hypothèse de continuité de la fonction de densité apparaît de moins en moins adaptée. Pour pallier cet enjeu méthodologique, Anderson (1982) propose une forme fonctionnelle de la densité plus flexible en mobilisant les fonctions splines cubiques. Ces fonctions permettent de découper l'espace en plusieurs segments, délimités par des nœuds. Dans le cas des densités, cela revient à estimer une série de fonctions polynomiales (de degré 3) qui, misent bout à bout, donne une fonction globale de densité. Cette spécification permet donc d'estimer la relation densité-distance sur plusieurs segments et de capter des inversions de gradients.

L'existence de points d'inflexion sur la fonction de densité globale révèle alors un schéma de répartition de la densité non linéaire par rapport à la distance.

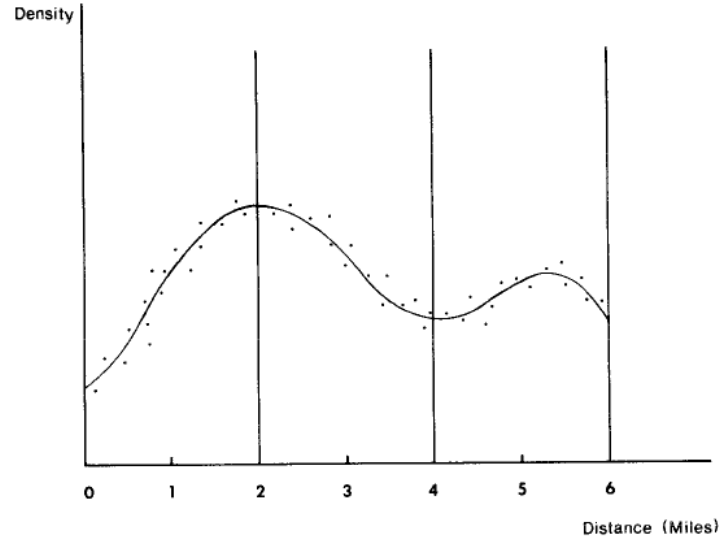


Figure 28 : Fonction de densité de type spline cubique

Source : (Anderson 1982, p 157)

Suivant le schéma précédent (Figure 28), l'espace X est divisé en trois segments, chacun délimités par des nœuds. Les fonctions spline cubiques s'écrivent alors comme suit :

$$\begin{aligned}
 Y = & [a_1 + b_1(X - X_0) + c_1(X - X_0)^2 + d_1(X - X_0)^3] D_1 \\
 & + [a_2 + b_2(X - X_1) + c_2(X - X_1)^2 + d_2(X - X_1)^3] D_2 \\
 & + [a_3 + b_3(X - X_2) + c_3(X - X_2)^2 + d_3(X - X_2)^3] D_3 + u
 \end{aligned} \tag{39}$$

Avec Y la densité, X_0, X_1 et X_2 les extrémités des segments, D_1, D_2 et D_3 des variables binaires indiquant la position de l'observation dans un des segments, u le terme d'erreur et a, b, c, d les paramètres estimés. Afin d'assurer une continuité entre les segments et obtenir une fonction de densité globale continue sur l'espace, il convient de ne pas effectuer une estimation pour chaque fonction mais de réécrire le modèle pour effectuer une seule estimation :

$$\begin{aligned}
 Y = & a_1 + b_1(X - X_0) + c_1(X - X_0)^2 + d_1(X - X_0)^3 \\
 & + (d_2 - d_1)(X - X_1)^3 D_1^* + (d_3 - d_2)(X - X_2)^3 D_2^* + u
 \end{aligned} \tag{40}$$

Anderson (1982) applique cette méthode sur 30 villes américaines pour l'année 1970. Il démontre ainsi que la densité de population ne décroît pas de façon linéaire (ou exponentielle) avec la distance, mais que celle-ci présente des pics ou des creux selon la distance au centre. De manière générale, la densité est faible au centre urbain puis connaît un pic à 4 miles de celui-ci pour les grandes aires urbaines, 1 mile pour les petites ; puis elle décroît avec la distance. Cependant, cette décroissance n'est pas continue jusqu'à la frontière urbaine : de nombreuses villes présentent un nouveau pic de densité à 12 miles du centre pour les grandes agglomérations (entre 2 et 6 miles pour les petites), révélant la présence de centres secondaires d'emploi. L'utilisation des fonctions spline cubiques

permet donc de capter les points d'inflexion de la fonction de densité, révélateurs d'inversions du gradient. Cette spécification semble plus à même de restituer la répartition spatiale des populations, cette dernière n'est plus uniquement dépendante de la distance au centre urbain principal, mais elle est également influencée par les **centres d'emploi secondaires** (résultats déjà mis en avant avec les travaux de Small et Song) ou **la présence d'attributs spatiaux**, générant des ruptures dans la fonction de densité. Les fonctions spline cubiques ont été reprises dans de nombreux travaux, sous forme de « spline exponentielles » appliquée à l'agglomération dijonnaise (Baumont, Ertur, et Le Gallo 2004) et même dans un cadre d'analyse des densités en milieu rural (Goffette-Nagot et Schmitt 1999).

Brueckner (1981; 1986) utilise une méthode d'estimation économétrique appelée « switching regression » afin de tester son modèle théorique portant sur l'existence de cycles urbains. Dans son article de 1981, il mobilise cette méthode afin d'estimer le schéma de répartition spatiale de l'âge du bâti et de capter les discontinuités de ce schéma suivant les différentes périodes de construction qui se sont succédées sur l'espace urbain. Son étude porte sur trois villes moyennes américaines (Milwaukee, Baltimore et Indianapolis), et s'appuie sur le recensement des logements de 1970. Cette base de données lui permet de reconstituer les cycles urbains, chaque habitation étant caractérisée par son époque de construction. Brueckner (1981) calcule ensuite l'ancienneté moyenne de construction à l'échelle de chaque quartier (*census tract*). Le nombre de ruptures est estimé suivant le critère de maximisation de la fonction de vraisemblance. Il en détermine ainsi 5 pour la ville de Milwaukee, 4 pour Baltimore et 3 pour Indianapolis. Suivant son modèle théorique, l'âge du bâti se répartit comme suit : si des opérations de démolition reconstruction ont eu lieu dans l'espace urbain, elles ont d'abord bénéficié aux quartiers centraux, les plus anciens. C'est donc le centre-ville qui présente le bâti le plus récent, puis l'âge des logements augmente avec la distance, si l'aire urbaine n'a connue qu'un cycle de rénovation. Si un autre cycle a eu lieu, alors ce sont les banlieues proches du centre qui présentent le bâti le plus récent. Enfin, si trois cycles urbains se sont succédés, alors les espaces périphériques sont composés des logements les plus modernes. Les résultats de ses estimations ne permettent pas de mettre clairement en avant ce schéma spatial théorique pour les trois villes. Il identifie cependant l'existence de cycles urbains pour les centres de Baltimore et Milwaukee. De plus, il démontre que le nombre de cycles urbains augmentent avec l'âge de la ville. La ville de Baltimore, la plus ancienne, présente deux cycles nets étant intervenus dans les banlieues proches du centre (2 à 4 km) et en périphérie (6 km). Dans ces travaux de 1986, Brueckner (1986) mobilise cette même méthode économétrique et met en lien **schéma spatial de l'âge du bâti et densité de population**. Son objectif est de voir si les discontinuités de la fonction de densité de population, soit les inversions de gradients, se réalisent aux mêmes localisations que les ruptures dans l'âge du bâti. Rappelons que, selon son modèle théorique, la densité de population est guidée par les densités structurelles. Suivant la période de construction, l'intensité d'usage du sol diffère (surface des logements, hauteur des bâtiments) induisant nécessairement la densité d'occupation humaine. Suivant ses résultats économétriques, il démontre une fois encore que le nombre de ruptures, et donc le nombre de cycles urbains, augmente avec l'âge de la ville mais également avec sa taille (en termes de population). Il avance également que l'âge du bâti est corrélé positivement à la densité de population. Il effectue ensuite une estimation jointe de la répartition spatiale des individus et de l'âge du bâti sur les villes de Baltimore et Milwaukee. Il démontre alors que les deux fonctions comportent le même nombre de ruptures pour chaque ville, mais les résultats ne permettent pas de valider l'hypothèse selon laquelle elles se produisent à la même distance. Bien

que les ruptures soient proches géographiquement, **on ne peut affirmer que l'existence de cycles urbains explique la répartition des individus sur l'espace.**

McMillen (1994) réalise des travaux du même type sur l'aire urbaine de Chicago en 1980. Cependant, il mobilise une méthode d'estimation économétrique lui permettant d'identifier les discontinuités de façon endogène et non plus sur la base de ruptures observées de l'âge du bâti. Il utilise pour cela une méthode d'estimation non paramétrique « split linear smoother » qui révèle les points de rupture et qui présente l'avantage de ne pas fixer la forme linéaire à la fonction de densité (à l'opposé des travaux de Brueckner (1986) où la fonction de densité était linéairement décroissante de la distance). Ainsi, sur chaque segment identifié, la densité est estimée suivant une fonction spline cubique. Cette méthode lui permet d'identifier un « cratère » de densité au centre, puis une augmentation à partir de 2 miles, prouvant bien que la fonction de densité est discontinue de la distance au centre.

Enfin, relevons que certaines études s'attachent à **estimer la fonction de densité d'emploi au sein d'espaces urbains**. Bien que nous nous intéressions ici aux densités de population et structurelles, ces travaux donnent quelques outils théoriques mobilisables pour l'étude de ces densités. McMillen et McDonald (1998) s'attachent à mesurer la densité d'emploi dans l'aire urbaine de Chicago et appréhender l'impact de l'existence de centres secondaires sur la localisation des activités. Pour cela, ils s'appuient sur une donnée originale : le niveau de rente d'enchère non résidentielle. Cette variable est expliquée par des indicateurs d'accessibilité (au réseau de transport ou au CBD), par le nombre d'emplois déjà présents, et par les caractéristiques du site (existence d'un zonage en faveur de l'activité économique par exemple). Ainsi, la densité d'emploi est appréhendée indirectement par le niveau de rente d'enchère des entreprises. Toujours dans le but d'analyser la répartition des activités au travers des densités d'emplois, McMillen (2004) se propose d'utiliser deux méthodes économétriques appliquées à de grandes aires urbaines américaines :

- une régression non paramétrique de la densité d'emploi uniquement basée sur la variable « distance au CBD » appliquée à chaque *subcenter* retenus (« *locally weighted regression* ») ;
- une régression semi-paramétrique de cette même densité, pour chaque *subcenter* et sur les variables « distance au CBD » et « distance au plus proche centre secondaire ».

Il obtient des gradients de densité différents pour chaque site, preuve de l'impact différencié des pôles secondaires sur la répartition des activités. Cependant, bien que l'effet des *subcenters* soit significatif, il démontre que la distance au CBD reste la principale variable de répartition des activités dans une aire urbaine.

Dans leurs travaux, Marcon et Puech (2002; 2009) et Puech (2012) analysent la concentration d'entreprises industrielles selon une fonction K de Ripley développée dans les années 1970. Cette fonction décrit la distribution spatiale d'un ensemble de points sur un espace donné, et permet de s'affranchir du biais lié au découpage géographique définit *a priori*. Cette fonction K de Ripley consiste en une probabilité de trouver un voisin dans l'espace de proximité d'une observation donnée. Afin de juger de la concentration ou de la dispersion de l'organisation spatiale, cette valeur est comparée à cette même probabilité appliquée à toute autre localisation. La fonction K de Ripley donne la densité moyenne du voisinage en un point particulier, permettant de juger de l'intensité d'occupation en cette localisation par rapport l'intensité moyenne sur tout l'espace.

Conclusion du Chapitre 2

La revue de la littérature des modèles théoriques de localisation résidentielle nous a permis de mettre en avant que **les différents attributs spatiaux et arbitrages individuels conduisent à former des niveaux différenciés de densité**. Nous relevons par exemple que la recherche d'aménités naturelles et la volonté résider dans un grand logement participent à la dispersion des individus sur l'espace. En revanche, la recherche de proximité aux pôles d'emploi, l'existence d'aménités historiques et modernes ou la présence de logements neufs à haut niveau de service résidentiel, sont autant de facteurs créateurs d'espace denses. Dans ces cas-là, les individus sont prêts à sacrifier de leur espace de vie pour résider dans des localisations attractives fortement soumises à concurrence. Notons également que ces tendances à la dispersion ou à la concentration sont accentuées par les stratégies des promoteurs : les localisations avantageuses présentent un niveau de rente foncière élevée que les développeurs compensent en intensifiant l'usage du sol. Nous constatons également que **la densité n'est que très rarement intégrée directement dans les choix résidentiels des agents**. Généralement, **elle n'apparaît que comme une caractéristique spatiale découlant de la concurrence pour l'usage du sol**. Seuls quelques modèles la considèrent comme un attribut de l'espace déterminant des arbitrages individuels. Dans ce cas deux hypothèses s'opposent :

- i) **La densité matérialisée par l'intensité d'urbanisation n'est pas une caractéristique spatiale désirée par les individus** (Wu, Adams, et Plantinga 2004) ;
- ii) **La densité comme vecteur d'interactions sociales est une caractéristique spatiale recherchée par les agents** (Beckmann 1976).

Enfin, il est essentiel de noter que le marché foncier fonctionne de façon concurrentielle et qu'il produit un tri socio-spatial des individus. Ceux ayant une plus grande capacité d'enchère choisissent leur localisation en premier (Fujita 1989), conduisant à concentrer des individus semblables sur les localisations jugées avantageuses (Brueckner, Thisse, et Zenou 1999). Ainsi, **les densités créées par les déterminants de localisation présentent un caractère social à l'origine d'externalités de voisinage** (cf Chapitre 1, point II.2.3).

L'étude des travaux empiriques portant sur l'estimation du gradient de densité nous a permis de valider de nombreux résultats tirés des modèles théoriques. Nous soulignons également l'intérêt de l'étude de ce gradient pour appréhender l'organisation spatiale d'une ville. Nous retenons principalement que :

- conformément au modèle urbain standard, la densité de population décroît globalement avec la distance au centre urbain ;
- la valeur du gradient nous renseigne sur la compacité/dispersion de l'organisation spatiale ;
- le gradient de densité décroît dans le temps, signe de l'étalement urbain des populations ;
- la fonction de densité n'est pas une fonction continûment décroissante de la distance au centre, elle connaît des ruptures et des inversions de gradient du fait de la présence d'attributs spatiaux valorisés ou de l'existence de centres secondaires d'emploi.

La répartition des individus dans l'espace ne suit donc pas une loi uniforme et répliquable pour toutes les villes. Bien que des traits récurrents apparaissent dans la répartition des densités, les caractéristiques et composantes de chaque espace engendrent des schémas spatiaux différenciés. De plus, et comme le soulignaient déjà Muth (1969) et Goux (1981), la plupart des modèles

considèrent que les densités se forment sur un espace vide, comme si les ménages se localisaient « en l'air » (Goux 1981, p 117) sans aucune contrainte. Pourtant, **le choix de localisation des individus est contraint par l'offre de logement, par l'existence physique du bâti et sa localisation**. Ainsi, Goux (1981) propose d'expliquer la densité de population non pas par une stratégie ou un choix de localisation mais avant tout par la répartition spatiale du bâti. Notons enfin que, comme pour les modèles théoriques, les études empiriques appréhendent généralement la densité comme une caractéristique spatiale et non comme un déterminant de la localisation des ménages.

Chapitre 3 : Analyse et traitement des densités urbaines, le cas de l'agglomération dijonnaise

Introduction du Chapitre 3

Le premier chapitre de cette thèse nous a permis de rendre compte de la complexité de la notion de densité. Nous avons en effet évoqué le fait qu'une mesure de densité peut être appliquée à différents éléments qui composent un espace urbain : la population et le bâti. Nous avons également abordé la possibilité de différentes mesures de densité : le ratio usuel de densité brute et le ratio de densité nette. La revue de la littérature des théories d'Economie Urbaine effectuée au Chapitre 2 nous a permis d'identifier les grands déterminants des choix résidentiels : distance aux pôles d'emploi, aménités, type de logement, position dans le cycle de vie. Nous avons alors montré que ces déterminants produisent des niveaux différenciés de densité, certains participant à la concentration des individus sur un espace alors que d'autres induisent leur dispersion géographique ; et que ces différentes densités revêtent un caractère social. Ce troisième chapitre vise à considérer conjointement les enjeux techniques soulevés au Chapitre 1 et les implications théoriques tirées du Chapitre 2. Au travers de cette première étude empirique, nous nous intéressons à **la formation et à la répartition des différentes densités sur un espace urbain**. Nous analysons pour cela la **distribution des populations** sur un territoire, nous caractérisons les espaces selon leur **intensité d'urbanisation** et nous distinguons les quartiers selon leur **statut socio-économique**. Comme nous l'avons vu précédemment, l'étude de la répartition de la densité de population consiste généralement à analyser son gradient, suivant l'estimation de différentes fonctions (exponentielle négative, Box-Cox, spline cubique). Dans notre travail, nous mobilisons un autre indicateur pour retranscrire l'intensité d'occupation du sol : **le ratio de densité nette**.

L'étude des densités urbaines nous amène à utiliser différents types de données capables de retranscrire l'intensité d'occupation de l'espace et de la caractériser. Nous mobilisons donc des données issues de l'INSEE, relatives au nombre d'habitants et à leurs caractéristiques sociales, et des **données géoréférencées**, relatives aux espaces et leurs attributs. Ces données spatiales, en ce sens qu'elles présentent des coordonnées géographiques (Jayet 2001), sont traitées par des Systèmes d'Information Géographique (SIG)¹⁶. En outre, l'analyse des densités urbaines suppose **un terrain d'étude hétérogène**, présentant les nombreux déterminants de localisation résidentielle mis en avant au Chapitre 2 et permettant ainsi d'observer et analyser les différents niveaux de densité.

Dans un premier temps, nous présentons et caractérisons notre terrain d'étude, à savoir l'agglomération du Grand Dijon. Nous identifions pour cela les principaux pôles d'emploi du territoire ainsi que la répartition spatiale des aménités. Dans un second temps, nous présentons les données utilisées et discutons des enjeux méthodologiques relatifs à l'échelle d'étude et à la mesure de la densité. Pour cela, nous menons une analyse cartographique de l'organisation spatiale au travers d'une mesure de densité de population brute et nette, à l'échelle communale et infra-communale. Enfin, nous réalisons une typologie des quartiers dijonnais afin de rapprocher déterminants de localisation résidentielle et niveaux de densité urbaine.

¹⁶ Le logiciel libre QGis et ArcGis

I. L'agglomération du Grand Dijon comme terrain d'étude

Les travaux empiriques de cette thèse portent sur l'agglomération dijonnaise, principal cœur économique de la région Bourgogne-Franche-Comté et capitale du département de la Côte-d'Or. Ce territoire présente l'avantage d'être constitué d'espaces différenciés dans leurs caractéristiques urbaines et sociales. Il nous permet ainsi de **rencontrer les différents déterminants des choix de localisation résidentielle** et d'appréhender les **différents types de densités urbaines** présents sur un espace. Cette première section a pour objectif de présenter notre terrain d'étude et de mettre en avant les différents attributs spatiaux qui le composent, à savoir les principaux pôles d'emploi et les aménités exogènes. Dans un premier temps, nous justifions notre échelle d'étude et replaçons le Grand Dijon dans son contexte géographique, économique et démographique. Dans un second temps, nous identifions les principaux pôles d'emploi du territoire en nous appuyant sur les travaux de Baumont *et al.* (2004 a; 2004 b) menés sur ce même espace. Enfin, nous localisons les différentes aménités sur le territoire dijonnais à l'aide de Systèmes d'Information Géographique (SIG).

1. Choix de l'échelle intercommunale et description du territoire d'étude

Nous choisissons de mener nos travaux à **l'échelle de l'agglomération** pour trois raisons principales. Tout d'abord, nous nous intéressons aux différents types de densité présents sur un espace hétérogène. **Notre terrain d'étude doit donc nous permettre d'observer différents niveaux de densité, et d'analyser ces disparités d'occupation par les caractéristiques différenciées des espaces** (composition sociale, attributs spatiaux...). La carte de la Figure 29 représente les densités brutes des communes de l'aire urbaine de Dijon. Le choix des seuils permet de représenter l'espace suivant un gradient urbain – rural et s'appuie sur des chiffres de l'INSEE renseignant la densité moyenne pour chaque type d'espace (INSEE Première 2009c)¹⁷. Nous constatons sur cette carte que :

- L'échelle communale est trop restreinte, elle ne permet pas d'observer différents niveaux de densité ;
- L'échelle de l'aire urbaine, composée de 295 communes en 2012, présente nécessairement tous les niveaux de densité mais n'apporte pas d'informations supplémentaires. Hormis dans le Grand Dijon, le territoire est assez homogène, constitué majoritairement de communes rurales et périurbaines faiblement occupées. Bien que cette échelle présente divers types de densité, elle est inutilement large ;
- L'échelle de l'agglomération présente tous les niveaux de densité, nous permettant d'étudier la répartition et la formation de celle-ci sur un espace hétérogène.

En outre, l'échelle de l'agglomération correspond généralement à celle des décisions et actions publiques, notamment en termes d'aménagement urbain. Comme nous l'avons déjà mentionné (Chapitre 1, point I.2.3), la Ville Compacte se réalise principalement au travers des documents de

¹⁷ Densité moyenne dans l'espace rural : 35 hab/km² ; dans le périurbain : 74 hab/km² ; dans les banlieues des pôles : 681 hab/km² ; dans les pôles urbains : 840 hab/km² (dont ville centre : 1154 hab/km²).

planification intercommunales (PLU, SCOT). Il est donc intéressant d'étudier les densités urbaines à l'échelle à laquelle elles sont organisées et aménagées. Enfin, le choix de l'agglomération nous a permis d'accéder à un large éventail de données, disponibles pour tout le territoire de l'agglomération¹⁸.

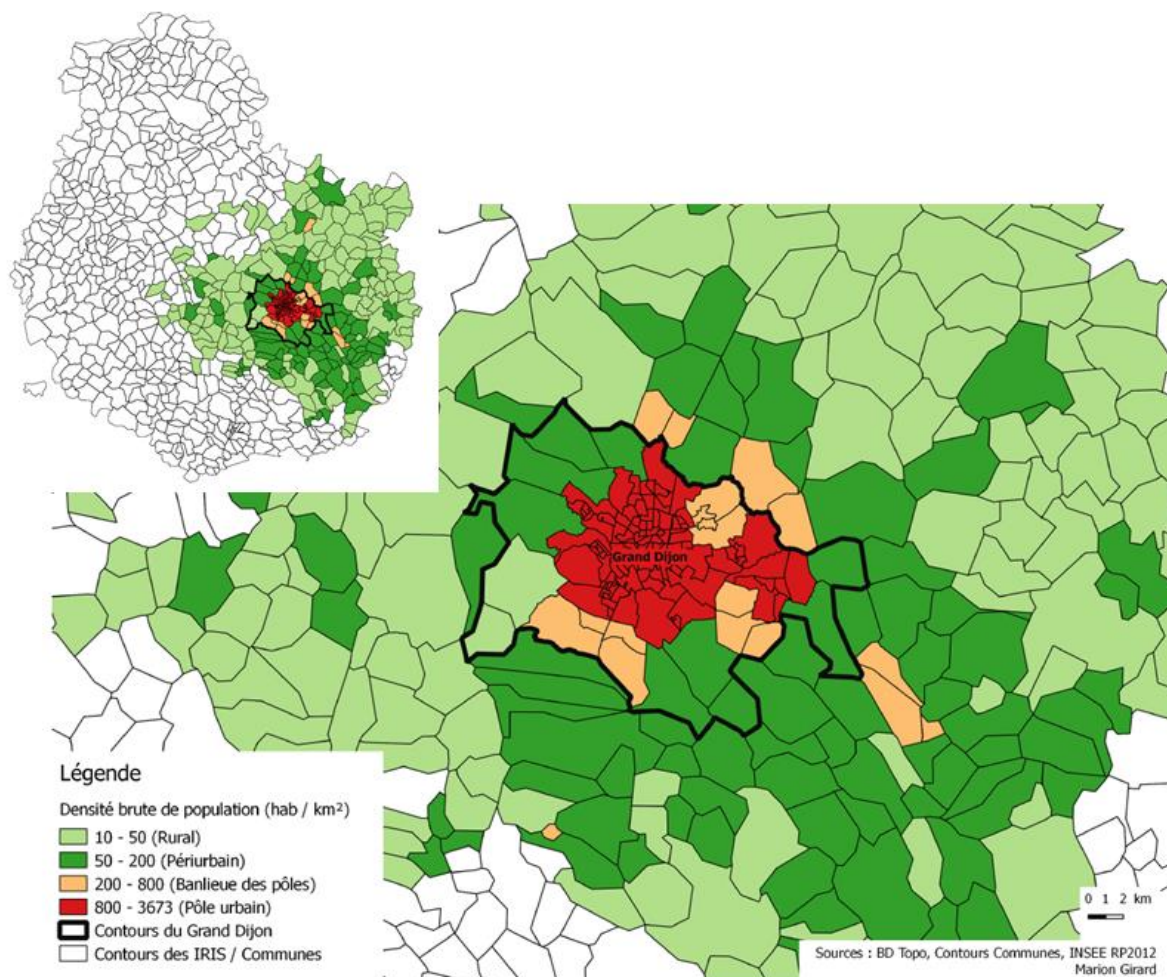


Figure 29 : Densité des communes de l'aire urbaine de Dijon en 2012

Localisation de l'aire urbaine de Dijon en Côte d'Or (en haut à gauche)

Puisque le pôle urbain (Dijon) concentre plus de 10 000 emplois, l'agglomération est classée dans la catégorie des grandes aires urbaines dans le Zonage en Aires Urbaines (ZAU) 2010 de l'INSEE. Sur les 24 communes qui composent ce territoire institutionnel, 15 font partie des communes appartenant au grand pôle et 9 sont considérées comme des communes appartenant à la couronne d'un grand pôle (cf carte de la Figure 30).

¹⁸ De nombreuses données relatives à notre terrain d'étude nous ont été fournies par le Grand Dijon

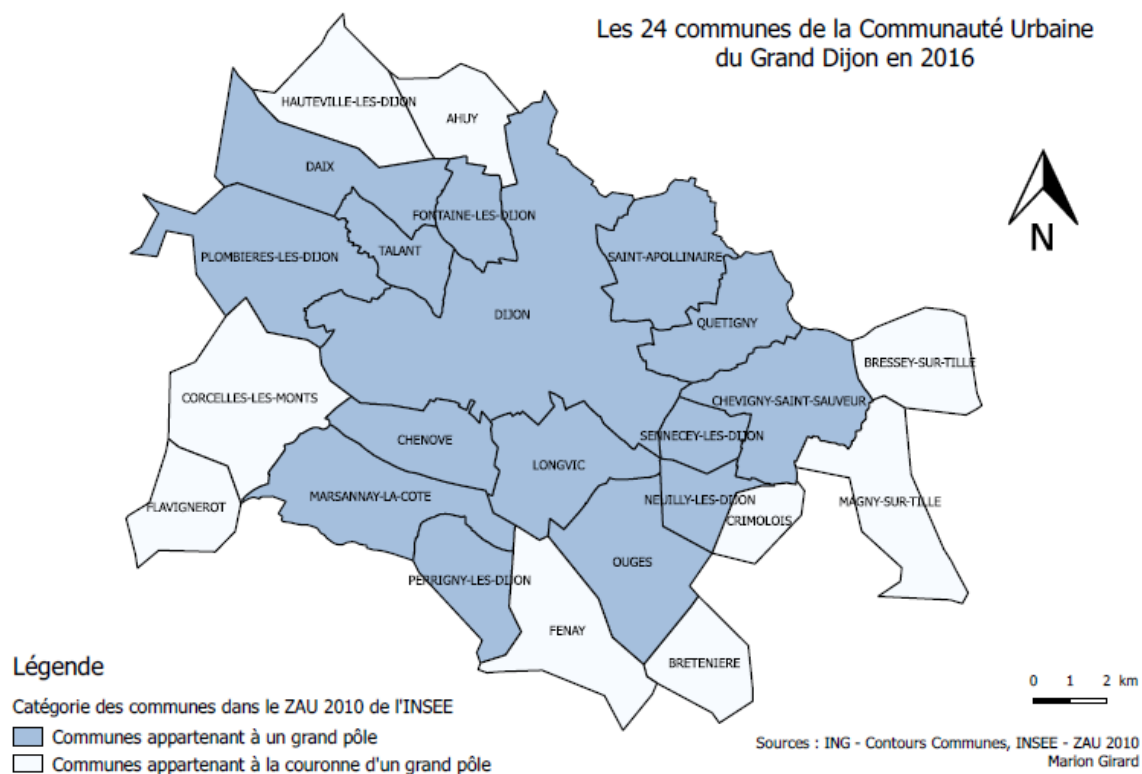


Figure 30 : Les communes de la Communauté Urbaine du Grand Dijon en 2016

L'agglomération dijonnaise est un établissement public de coopération intercommunale (EPCI) qui regroupe en 2016 24 communes et qui constitue un des principaux cœurs économiques de la région. Initiée dans les années 1960, cette coopération intercommunale prend la forme d'un district urbain à partir de 1976 puis devient une communauté d'agglomération en 2000, désignée d'abord sous le nom de COMADI puis du Grand Dijon. En 2015, l'agglomération du Grand Dijon devient une communauté urbaine. A mi-chemin entre les deux grandes métropoles nationales que sont Paris et Lyon, cette situation géographique confère à l'agglomération une certaine attractivité économique. Elle est aussi un lieu touristique réputé de par son patrimoine historique et architectural, sa gastronomie et ses domaines viticoles avoisinants. En 2014, l'hôtellerie du territoire dijonnais a généré plus de 1 225 000 nuitées touristiques (Bourgogne Tourisme 2014). En outre, la ville de Dijon constitue un pôle universitaire important comptant plus de 27 800 étudiants en 2015¹⁹. En 2012, ce territoire comptait 246 486 habitants²⁰ répartis sur un espace de 240 km². La ville-centre, Dijon, représente 16% du territoire mais concentre près de 60% de la population. Comme de nombreuses agglomérations de taille moyenne, le Grand Dijon a connu un important mouvement de périurbanisation de ses ménages à partir des années 1970 (cf Tableau 10). Cette dispersion spatiale se transcrit également au travers de la relocalisation de certaines entreprises en périphérie (Baumont, Bourdon, et Guillaïn 2004). Plusieurs firmes de services aux particuliers, à l'origine implantées au centre, suivent leur clientèle relocalisée dans les communes périurbaines.

¹⁹ Source : Université de Bourgogne

²⁰ Source : INSEE RP2012

Tableau 10 : Répartition des populations et des logements sur le territoire dijonnais

Type d'espace (1)	Population en 2006	Nombre de résidences principales en 2006	Taux de croissance annuel moyen entre 1999 et 2006 (en %)		Taille moyenne des ménages		Densité (hab/km ²)		Évolution de densité (en hab/km ²)		
			Population	Résidences principales	1999	2006	1962	2006	entre 1962 et 1982	entre 1982 et 2006	entre 1999 et 2006
Dijon (ville centre)	151 500	76 800	+ 0,2	+ 1,1	2,0	1,9	3 358	3 749	+ 130	+ 261	+ 34
Banlieue	86 600	35 700	- 0,2	+ 1,0	2,6	2,4	189	689	+ 432	+ 68	- 4
Couronne périurbaine	97 600	36 500	+ 1,2	+ 1,9	2,8	2,6	24	46	+ 10	+ 12	+ 4
Aire urbaine de Dijon	335 700	149 000	+ 0,4	+ 1,2	2,3	2,2	93	148	+ 36	+ 19	+ 4
Communes rurales et multipolarisées	46 300	18 800	+ 0,7	+ 1,3	2,5	2,4	27	30	+ 2	+ 1	+ 2
Zone d'influence de Dijon	382 000	167 800	+ 0,4	+ 1,2	2,3	2,2	66	100	+ 22	+ 12	+ 3

(1) selon les zonages en aires urbaines et en aires d'emploi de l'espace rural (ZAUER) défini en 1999 - à zonage constant
Source : Insee, recensements de la population

Source : (Bourgogne Dimensions 2010)

2. Identification des pôles d'emploi de l'agglomération

L'agglomération compte en 2012 près de 137 734 emplois dont plus de 65% sont situés à Dijon (90 241 emplois)²¹. Composé de nombreux commerces et services aux particuliers et aux entreprises, le centre-ville de Dijon s'apparente au Central Business District (CBD) du territoire. L'emploi de l'agglomération est majoritairement tertiaire (78,8 % en 2011²²), et les actifs se répartissent entre les différentes catégories socio-professionnelles (CSP) comme suit :

Tableau 11 : Répartition des actifs du Grand Dijon par CSP

	Part dans le total des actifs (en %) en 2012
Agriculteurs exploitants	0,5
Artisans, Commerçants, Chefs d'entreprise	6,3
Cadres, Prof. intellectuelles supérieures	17,1
Professions intermédiaires	28,6
Employés	27,5
Ouvriers	20

Source : INSEE RP2012 (exploitation principale)

Bien que les emplois restent très concentrés dans le pôle urbain dijonnais, on observe cependant des concentrations d'activités en périphérie du CBD. L'existence de pôles d'emploi secondaires s'explique par des politiques d'aménagement amorcées à partir des années 1990, plus particulièrement au travers de la création de Zones d'Activités Economiques (ZAE). Menées à l'échelle intercommunale, ces politiques ont pour objectif la création de zones industrielles, commerciales ou de pôles technologiques, visant à conforter l'activité en place ou le développement de nouveaux centres spécialisés en périphérie de la ville-centre. Dans leurs travaux, Baumont *et al.* (2004 a; 2004 b) analysent les mutations spatiales de l'agglomération dijonnaise et tentent d'identifier ces pôles d'emploi secondaires. Pour cela, les auteurs ont recours à plusieurs méthodes et critères d'identification. Suivant les travaux de Giuliano et Small (1991), un pôle d'emploi se

²¹ Source : INSEE RP2012

²² Source : INSEE, données CLAP

définit comme « une zone ou un ensemble de zones contiguës qui possèdent individuellement une densité d'emplois supérieure à un certain seuil $\bar{D}$ et supérieure à la densité des zones qui l'entourent et qui possèdent globalement un nombre d'emplois total supérieur à un certain seuil $\bar{E}$ » (Baumont, Bourdon, et Guillaïn 2004a). Evidemment le choix du seuil varie grandement selon la taille de l'aire urbaine étudiée : pour Los Angeles, Giuliano et Small (1991) fixent un seuil $\bar{E}$ égal à 10 000 emplois, seuil qui n'est de toute évidence pas adapté à une agglomération française de taille moyenne. Le premier critère retenu par Baumont *et al.* (2004 a) est donc un seuil d'emplois supérieur ou égal à 1000. Cependant, comme le précisent les auteurs, le découpage administratif/statistique réalisé sur ce territoire entraîne un biais d'hétérogénéité spatiale. L'agglomération dijonnaise est en effet constituée de plusieurs communes dont certaines sont découpées en IRIS (Ilots Regroupés pour l'Information Statistique) et d'autres pas. On observe donc de petites unités spatiales à proximité du CBD (des IRIS de petite taille) et de grandes unités spatiales à la frontière de l'agglomération (des communes non « irisées »). Ainsi, la fixation d'un seuil unique n'est pas pertinente sur un espace urbain constitué de zones très hétérogènes par leur taille, il ne permet pas de les comparer entre elles et d'identifier les « réelles » concentrations d'activités. Pour pallier ce biais méthodologique, les auteurs utilisent deux autres critères d'identification des concentrations d'activités :

- les petites unités spatiales (inférieures à 203 acres) doivent présenter une densité d'au moins 8 emplois par acre ;
- les grandes unités spatiales (supérieures à 203 acres) doivent présenter un ratio emploi/population supérieur ou égal à 1.

Suivant ces différents critères, Baumont *et al.* (2004 a) identifient 5 pôles d'emploi dont 2 « multi-communaux » :

- le centre-ville de Dijon (ou CBD) qui se compose d'activités tertiaires supérieures (services aux particuliers (finance, immobilier, assurance) ; services aux entreprises ; transport et communication). Cette localisation centrale des services supérieurs répond au besoin de proximité avec la clientèle et tient également à la faible consommation d'espace de ces activités, bien rare et onéreux dans les centres-villes ;
- le pôle « multi-communal » Nord marqué dans les années 1990 par l'industrie, la construction et le commerce de gros, concentre en 1999 de nombreuses activités tertiaires principalement destinées aux ménages, il tend alors à être un pôle multi-sectoriel ;
- le pôle « multi-communal » Sud dont la composition sectorielle est proche de celle du pôle Nord en 1990 (industrie, construction, commerce de gros). En 1999, de nombreuses entreprises de services aux entreprises et de R&D s'y sont implantées ; à la différence du pôle Nord, le pôle Sud reste spécialisé dans l'industrie ;
- deux pôles isolés « Est » et « Nord » concentrant dans une moindre mesure des industries et commerces.

On constate donc le schéma classique de répartition spatiale des activités économiques selon lequel les activités industrielles et de commerce de gros, très consommatrices d'espace, se localisent en périphérie où le foncier est disponible en grande quantité et peu onéreux (Polèse et Shearmur 2010). Entre 1990 et 1999, on assiste donc à une spécialisation du CBD dans les services supérieurs, aux

particuliers (finance, assurance, immobilier) comme aux entreprises (services juridiques, comptables, communication, transport). Les autres activités tertiaires « standards » se relocalisent vers les pôles périphériques, entraînant une baisse du nombre d'emplois au CBD et une diversification des centres secondaires. Cette diversification est particulièrement remarquable pour le pôle Nord : déjà amorcée en 1990, elle se confirme avec la création d'une grande zone commerciale destinée à la consommation des ménages, la Toison d'Or. Il est également important de noter que la localisation de ces pôles secondaires d'emploi est très liée à l'implantation des grandes infrastructures de transport, la majorité d'entre eux bénéficie en effet d'un accès direct à la rocade dijonnaise.

Bien que les travaux de Baumont *et al.* (2004 a, 2004 b) portent sur le contexte économique de l'agglomération en 1999, une note d'information réalisée par la Chambre de Commerce et d'Industrie (CCI) de Côte-d'Or indique que les concentrations d'activités sur le territoire sont sensiblement les mêmes en 2013. On constate en effet sur la carte de la Figure 31 que le schéma spatial des zones d'activités en 2013 correspond à celui décrit par Baumont *et al.* (2004 a, 2004 b).

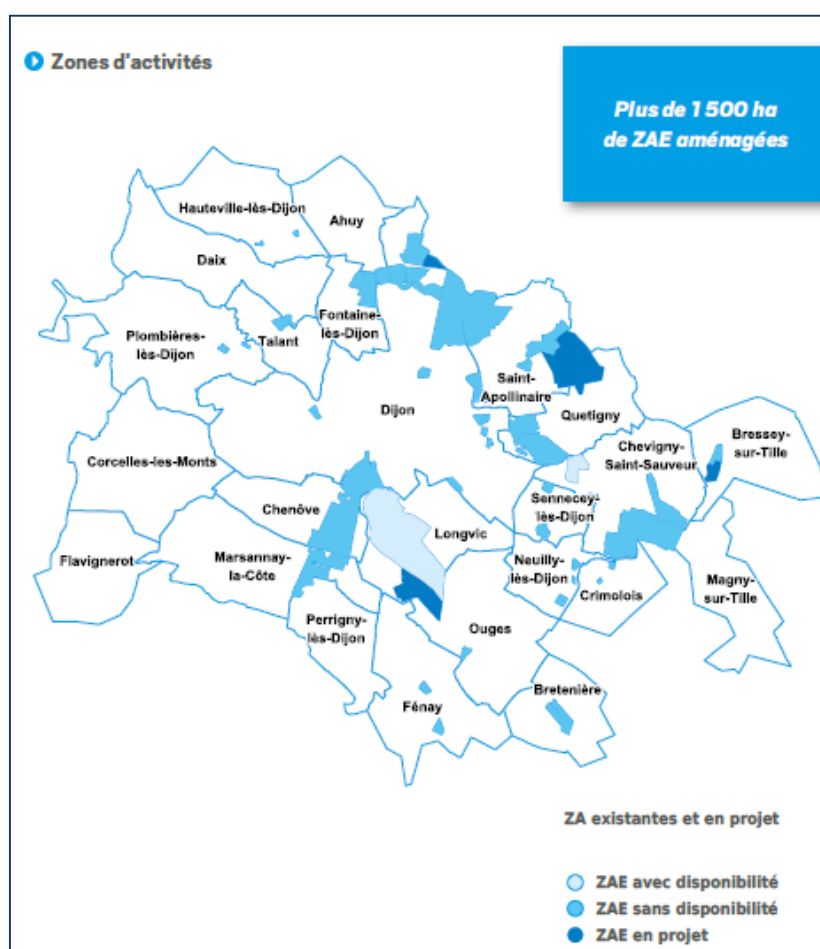


Figure 31 : Zones d'Activités du Grand Dijon en 2013

Source : (Observatoire Economique de la CCI Côte-d'Or 2013)

Dans nos travaux, nous conservons donc ces mêmes pôles d'emploi à savoir :

- le centre-ville de Dijon en tant que CBD ;
- le pôle Nord, le pôle Sud, le pôle isolé Nord de Fontaine-les-Dijon et les pôles isolés Est de Chevigny et Quetigny²³.

Nous ajoutons également le pôle secondaire composé du Centre Hospitalier Universitaire (CHU) Le Bocage et de l'Université de Bourgogne, localisés dans des IRIS contigus, nous permettant de tenir compte de l'emploi public. Suivant les critères d'identification de Baumont *et al.* (2004a), cette zone présente un ratio emploi/population supérieur à 2, il peut donc être considéré comme un pôle d'emploi secondaire.

Tableau 12 : Caractéristiques des IRIS "Bocage" et "Université"

	IRIS « Bocage »	IRIS « Université »	Total du pôle
Surface (acre) ²⁴	66,34	647,04	713,38
Population (2012)	96	4 122	4 218
Nombre d'emplois	7 125 ²⁵	2 900 ²⁶	10 025
	Ratio emploi / population		2,38

Sources : INSEE RP2012, Université de Bourgogne, CHU de Dijon

Au total, nous considérons donc sept pôles d'emploi : le centre-ville, deux pôles multi-communaux et quatre pôles « isolés » (cf carte de la Figure 32). Nous remarquons que ces pôles sont essentiellement implantés à l'est de l'agglomération : seul le pôle de Fontaine-les-Dijon est implanté au nord-ouest. Cette géographie de l'activité économique peut notamment s'expliquer par le fait que, jusqu'en 2014, l'ouest dijonnais ne bénéficiait pas d'un accès direct à la rocade. En 2014, la dernière portion de rocade est achevée, la LINO (Liaison Nord) relie désormais l'ouest à tous les grands pôles de l'agglomération et particulièrement aux territoires de l'est qui concentrent la majorité des équipements structurants (hôpital, université, stade, piscine olympique, aéroport, centres commerciaux...). En continuité de l'autoroute A38 en direction de Paris, cet aménagement vise le développement de zones d'activités dans les communes de l'ouest, en proposant une accessibilité accrue à l'agglomération et au territoire national.

²³ Le pôle de Quetigny a été dissocié du pôle Nord car il constitue une zone commerciale indépendante du pôle de la Toison d'Or, et les deux sont séparées par la zone industrielle de Saint-Apollinaire

²⁴ Les surfaces des IRIS sont calculées à l'aide du SIG QGIS

²⁵ Chiffres tirés des « Chiffres-clés 2014 » du CHU (personnel médical et non médical)

²⁶ Chiffres tirés des « Chiffres-clés de l'Université de Bourgogne » (agents salariés en poste en 2015)

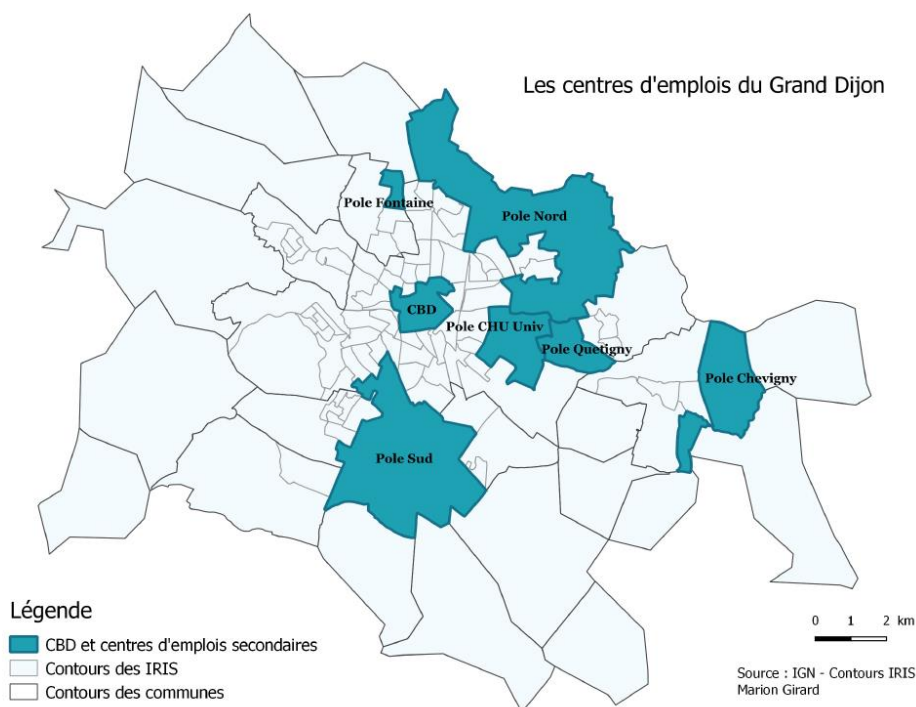


Figure 32 : Les centres d'emploi du Grand Dijon

Source : IGN – Contours IRIS

3. Localisation des aménités au sein du Grand Dijon

L'agglomération dijonnaise est également un territoire riche de nombreux attributs spatiaux (cf Chapitre 2, point I.2), généralement valorisés par les individus et déterminants de leur choix résidentiel. Le type et l'intensité du niveau d'aménité proposés par chaque espace nous renseigne sur son caractère urbain ou périurbain. Suivant la répartition de ces attributs spatiaux, nous distinguons trois types d'espace sur le territoire dijonnais :

- **la ville-centre Dijon** : ancienne capitale du duché de Bourgogne, cette commune concentre un patrimoine historique et architectural remarquable. Le centre-ville est classé en secteur sauvegardé et est depuis 2015 inscrit au patrimoine mondial de l'UNESCO. Il concentre également de nombreuses aménités modernes de loisirs et culturelles : restaurants, cinémas, auditorium à rayonnement régional, palais des congrès, théâtre, musées... Le centre-ville est un lieu de vie urbaine et de sociabilité, caractéristique des centres européens. Dijon présente également de nombreuses aménités vertes telles des parcs urbains ou le Lac Kir, ainsi que de grands équipements structurants (hôpital, université, piscine olympique...) (cf carte de la Figure 33). Le centre-ville, très urbanisé, est occupé principalement par un bâti collectif ancien tandis que les autres quartiers apparaissent très hétérogènes en termes d'habitat. Certains quartiers excentrés tel celui de l'Université propose de nombreuses maisons individuelles alors que les quartiers de la Fontaine d'Ouche (à l'ouest) et celui des Grésilles (au nord-est) se caractérisent par de grands immeubles composés de logements sociaux ;

- **la première couronne périphérique** est constituée de communes bien reliées au centre par le réseau de bus urbains et/ou les deux lignes de tramway. Il s'agit des communes de Saint-Apollinaire, Quetigny, Chevigny, Longvic, Marsannay-la-Côte, Chenôve, Plombières-les-Dijon, Talant, Fontaine-les-Dijon et Ahuy (cf carte des Figures 30 et 33). Généralement caractérisée par une urbanisation continue avec Dijon, c'est dans cette première couronne périphérique que se concentrent les pôles d'emploi secondaires (cf carte de la Figure 32). Ces territoires présentent également un mode d'habitat mixte, mêlant à la fois logements collectifs et individuels et quartiers d'habitats sociaux (Longvic, Chenôve, Quetigny, Talant) ;

- **la seconde couronne périphérique** est constituée de territoires plus éloignés et moins accessibles par les transports urbains. Ces communes présentent un haut niveau d'aménités vertes car situées à la frontière de l'agglomération et peu urbanisées. L'habitat y est beaucoup plus diffus et sous forme de maisons individuelles. Bien que comprises dans la communauté urbaine, ces communes présentent des caractéristiques de communes rurales.

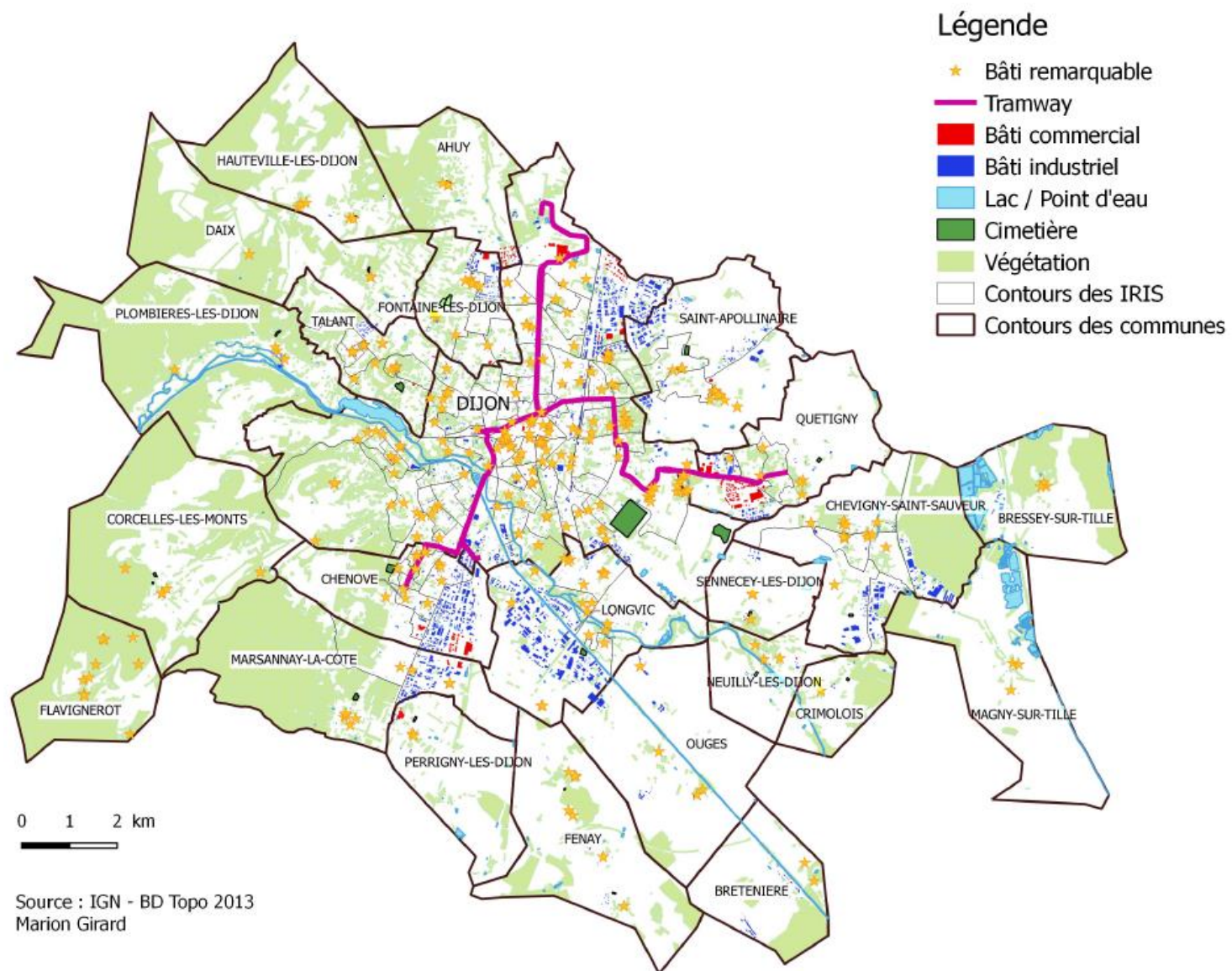


Figure 33 : Les aménités au sein du Grand Dijon

Ce terrain d'étude présente donc des **espaces différenciés en termes d'usage de la terre** (résidentiel ou économique), d'**intensité d'utilisation du sol** (habitat collectif ou individuel) et d'**attributs spatiaux** (proximité à l'emploi, aménités, ancienneté du bâti), permettant ainsi de **rencontrer et d'analyser les différents déterminants de localisation résidentielle** mis en évidence au Chapitre 2. **Le Grand Dijon apparaît alors comme un cadre d'étude pertinent pour l'observation et l'analyse des densités urbaines appliquées à une agglomération française de taille moyenne.**

II. Données mobilisées et questionnements méthodologiques

Dans ce chapitre, nous nous intéressons à **la formation et à la répartition des différentes densités sur un espace urbain suivant les déterminants de localisation résidentielle tirés des théories de l'Economie Urbaine**. Comme nous l'avons déjà mentionné, l'étude des densités urbaines est un travail complexe du fait des différentes réalités qu'elles revêtent. Si nous nous penchons sur la densité de population pour analyser comment se répartissent les individus dans l'espace urbain, nous ne pouvons faire l'impasse sur les densités structurelles relatives au bâti (Muth 1969; Goux 1981). De même, nous avons évoqué le fait que toute densité de population revêt un caractère social, impliquant la connaissance des conditions socio-économiques des différents territoires. Ces différentes réalités associées aux densités urbaines nous amènent alors à soulever plusieurs enjeux méthodologiques. Ceux-ci concernent particulièrement le type de données à mobiliser et la façon de calculer les densités. En effet, nous mobilisons à la fois des éléments relatifs aux caractéristiques quantitatives et qualitatives des populations mais également des éléments concernant l'espace et ses attributs. Les sources et types de données en sont donc variés. De plus, et comme le souligne Derycke (1999), « comme tout nombre sans dimension, le concept de densité urbaine dépend de façon déterminante des grandeurs que l'on fait figurer au numérateur et au dénominateur » (tiré de Enault 2003). Aussi, il nous semble important de se pencher sur les différents modes de calculs de la densité, particulièrement sur les concepts de densité brute et nette, afin de retenir l'indicateur le plus adapté pour nos recherches. Dans cette section, nous présentons dans un premier temps les données mobilisées pour appréhender les densités urbaines, puis nous présentons les biais méthodologiques liés à notre échelle d'étude. Enfin, nous nous intéressons à deux mesures de la densité, à savoir **la densité brute et nette**, et à leur impact sur l'analyse de l'organisation d'un espace.

1. Données mobilisées pour l'étude

Puisque nous étudions les densités urbaines, nos travaux portent aussi bien sur des individus et leurs caractéristiques que sur des espaces et leurs attributs. Ainsi certains éléments sont purement quantitatifs tels le nombre d'individus ou de logements sur un espace donné, tandis que d'autres sont qualitatifs, telles la composition sociale ou les formes urbaines d'un quartier. Pour appréhender tous ces éléments, nous mobilisons des données de différents types, et notamment des données géoréférencées.

Les données nous permettant de quantifier et qualifier les populations et logements présents sur l'espace urbain dijonnais sont issues des recensements INSEE. Nous utilisons principalement le recensement de 2010. Bien que des données plus récentes soient disponibles, ce recensement est plus complet pour certaines variables nous permettant de caractériser l'espace urbain. Plus particulièrement, le recensement de 2010 permet de distinguer le bâti suivant six époques de construction²⁷ tandis que celui de 2012 n'en renseigne que quatre²⁸. Nous privilégions donc les données de 2010 qui nous permettent de mieux caractériser le bâti des différents espaces de l'agglomération.

Les données permettant de caractériser les espaces suivant leurs caractéristiques naturelles et « urbaines » (part et type d'urbanisation) et de géolocaliser les attributs spatiaux (végétation, patrimoine remarquable...) sont issues de la BD Topo 2013. Cette base de données réalisée par l'IGN²⁹ nous permet d'appréhender l'environnement résidentiel d'un quartier au travers des éléments naturels et historiques qui le composent. Ces bases de données spatialisées sont traitées à l'aide de Systèmes d'Information Géographique, le logiciel libre QGis et le logiciel ArcGis. Ces outils permettent la géolocalisation des attributs spatiaux et nous fournissent également des éléments de connaissance sur les distances qui séparent nos objets d'étude.

2. Echelle d'étude et prise en compte de l'hétérogénéité du découpage spatial

L'échelle d'étude privilégiée dans nos travaux est celle de l'IRIS, découpage infra-communal réalisé par l'INSEE. Ce découpage présente l'avantage de pouvoir raisonner à l'échelle des quartiers et d'ainsi capter les hétérogénéités spatiales au sein d'un espace urbain. Cette unité spatiale et statistique nous permet de caractériser les quartiers selon des critères quantitatifs (nombre d'habitants ou de logements) mais également qualitatifs, et d'appréhender ainsi le statut socio-économique des différents espaces. Ce découpage à l'IRIS est appliqué aux communes de plus de 10 000 habitants et à une grande partie des communes comprenant entre 5 000 et 10 000 habitants. Afin de couvrir la totalité du territoire français, ce découpage considère les communes non « irisées » comme un IRIS. L'INSEE considère trois types d'IRIS qui doivent respecter « des critères géographiques et démographiques et avoir des contours identifiables sans ambiguïté et stables dans le temps » :

²⁷ Avant 1949, de 1949 à 1974, de 1975 à 1981, de 1981 à 1989, de 1990 à 1999 et après 1990

²⁸ Avant 1946, de 1946 à 1990, de 1990 à 2009 et après 2010

²⁹ Institut National de l'Information Géographique et Forestière

- les IRIS d'habitat (H) : leur population se situe en général entre 1 800 et 5 000 habitants. Ils sont homogènes quant au type d'habitat et leurs limites s'appuient sur les grandes coupures du tissu urbain (voies principales, voies ferrées, cours d'eau...) ;

- les IRIS d'activité (A) : ils regroupent plus de 1 000 salariés et comptent au moins deux fois plus d'emplois salariés que de population résidente ;

- les IRIS divers (D) : il s'agit de grandes zones spécifiques peu habitées et ayant une superficie importante (parcs de loisirs, zones portuaires, forêts...) »³⁰.

Les communes non « irisées » sont, elles, notées « Z ».

La communauté urbaine de Dijon est composée de 24 communes dont 15 ne sont pas « irisées » et de 122 IRIS (cf Tableau 13).

³⁰ Définition INSEE

Tableau 13 : Les IRIS de la Communauté Urbaine du Grand Dijon

Commune	Population en 2012	Nombre et type d'IRIS	Nom des IRIS
Ahuy	1 265	Non irisée (Z)	
Bressey-sur-Tille	707	Non irisée (Z)	
Bretenière	781	Non irisée (Z)	
Chenôve	13 959	9 IRIS (7H et 2A)	Ateliers SNCF, Chapitre-Bibliothèque, Mairie-Stade, Petignys-Chaufferie, Piscine-Valendons, Saint-Exupéry, Strd, Vieux Bourg Grand Crus, Zone Industrielle
Chevigny-Saint-Sauveur	10 330	5 IRIS (4H et 1A)	Breuil-Fleurs, Centre-Ville-Clos St-Sauveur, Château-Visitation, Corcelles-Bas de Chanot, Zone Economique
Corcelles-les-Monts	654	Non irisée (Z)	
Crimolois	751	Non irisée (Z)	
Daix	1 413	Non irisée (Z)	
Dijon	152 071	66 IRIS (61 H, 4A, 1D)	Abattoirs, Arquebuse, Arsenal, Balzac, Bel Air, Bourroches Est, Bourroches Ouest, Carrières Bacquin, Carrousel, Castelnau, Champ Perdrix, Champmaillot, Charles de Gaulle, Chartreuse, Clémenceau, Clos de Pouilly, Combe à la Serpent, Concorde, Cordeliers, Darcy, Davout, Docteur Laval, Edouard Belin, Eugène Spuller, Fauconnet, François Pompon, Grangier, Gresilles Centre, Greuze, JJ Rousseau, Jouvence Est, Jouvence Ouest, La Charmette, La Gare, La Montagne, La Toison d'Or, Larrey, Le Bocage, Le Lac, Lentillères, Les Hauts de Montchapet, Les Roses, Les Valendons, Lochères, Lyautey, Mansart, Monge,

			Parc des Sports, Petit Citeaux, Petites Roches, Providence, Républiques, Sacré Coeur, Saint-Michel, Saint-Pierre, Stalingrad, Stéarinerie, Tanneries, Tire Pesseau, Trois Forgerons, Université, Voltaire, York, ZI Nord Est
Fénay	1 565	Non irisée (Z)	
Flavignerot	160	Non irisée (Z)	
Fontaine-les-Dijon	9 142	5 IRIS (4H et 1A)	Activités Economiques, Majnoni, Saint-Martin, Saverney, Vieux-Village
Hauteville-les-Dijon	1 173	Non irisée (Z)	
Longvic	9 078	4 IRIS (3H et 1A)	Bief du Moulin, Bourg-Valentin-Prévots, Parc Poussots-Pommerets, Zone Industrielle Colombière
Magny-sur-Tille	854	Non irisée (Z)	
Marsannay-la-Côte	5 192	3 IRIS (2H et 1A)	Champagne-Haute, Le Bourg, Zac
Neuilly-les-Dijon	1 848	Non irisée (Z)	
Ouges	1 285	Non irisée (Z)	
Perrigny-les-Dijon	1 461	Non irisée (Z)	
Plombières-les-Dijon	2 731	Non irisée (Z)	
Quetigny	9 690	5 IRIS (4H et 1A)	Atrias-Vieux Village-Grand Chaignet, La Fontaine aux Jardins, Les Huches, Place Centrale-Quetignerots-Pré Bourgeot, Zone Activ Europe-Cap Vert-Grand Marche
Saint-Apollinaire	7 012	4 IRIS (2H et 2A)	Nord Est, Nord-Village, Sud Est, Sud-Village
Sennecey-les-Dijon	2 160	Non irisée (Z)	
Talant	11 204	6 IRIS (6H)	Boris Vian-Triolet, Mail-Canzio-Jouvet, Maronniers-Neruda, Montoillots-Logis de France-Zone Artisanale, Prévert-Plein Ciel, Vieux Talant-Clinique

Dans nos travaux, nous éliminons certains IRIS concentrant une faible population. Suivant les recommandations de l'INSEE, les IRIS labellisés « 3 » sont généralement trop peu peuplés pour pouvoir être représentés correctement dans l'échantillon (moins de 1000 habitants). Ce sont des IRIS « atypiques » appartenant à des communes de plus de 10 000 habitants et essentiellement des IRIS d'activité ou « divers ». Nous éliminons également des IRIS labellisés « 4 » qui présentent également peu d'habitants car l'INSEE prévient que, pour toutes bases de données, « les effectifs inférieurs à 200 doivent être maniés avec précaution car, en raison de l'imprécision liée au sondage, ils peuvent ne pas être significatifs »³¹.

Ainsi, nous éliminons 10 IRIS d'activité et le seul IRIS « divers » (Combe à la Serpent-Le Lac) qui concentrent moins de 200 habitants :

	COMMUNE	Nom IRIS	Type IRIS	Label	Pop12
1	Chenôve	Strd	A	3	103
2	Chenôve	Zone Industrielle	A	3	169
3	Chevigny-St-Sauveur	Zone Economique	A	3	122
4	Dijon	ZI Nord Est	A	3	78
5	Dijon	La Gare	A	3	38
6	Dijon	Le Bocage	A	3	96
7	Dijon	Combe à la Serpent Le Lac	D	3	7
8	Fontaine-les-Dijon	Activités Economiques	A	4	52
9	Longvic	Zone Industrielle-Colombière	A	4	118
10	Marsannay-la-Côte	Zac	A	4	142
11	Quetigny	ZA Europe-Cap Vert-Grand Marche	A	4	183

En revanche, nous conservons trois IRIS d'activité comportant chacun plus de 1000 habitants. Ces IRIS « mixtes » concentrent à la fois un nombre élevé d'emplois mais également une population importante, nous ne les éliminons donc pas.

	COMMUNE	Nom IRIS	Type IRIS	Label	Pop12
12	Dijon	La Toison d'Or	A	3	1933
13	Saint-Apollinaire	Nord Est	A	4	1732
14	Saint-Apollinaire	Sud Est	A	4	1313

Au final, nos travaux portent sur 111 IRIS dont 108 sont des IRIS d'habitat et 3 des IRIS d'activité.

Si ce découpage infra-communal nous permet une analyse plus fine des quartiers et de leurs caractéristiques, il présente cependant un biais d'hétérogénéité spatiale lié au mode de construction des unités géographiques. En effet, afin de respecter le critère d'homogénéité du nombre de résidents entre les différents IRIS, ce découpage produit des IRIS de taille très différente. Le centre-ville, dans lequel les individus sont très concentrés, génère des IRIS de petite taille. Plus on s'éloigne de ce centre et plus la population est dispersée, engendrant un découpage géographique très large afin de parvenir au seuil de 1 800 habitants. Cette hétérogénéité est accentuée par le fait que les

³¹ INSEE – Documentation Fichier Détail

communes périphériques ne sont pas « irisées », c'est alors tout le territoire communal qui est considéré. Sur la Figure 34, on constate que les IRIS localisés dans un rayon de 3,5 kilomètres autour du CBD ont une superficie inférieure à 1 km². Passée cette distance, la taille moyenne des IRIS augmente pour atteindre près de 8 km² à la frontière de l'agglomération. La baisse de la surface moyenne des IRIS à environ 7 kilomètres du centre-ville peut s'expliquer par le fait que la commune de Chevigny (à environ 7,5 km à l'est de Dijon) soit découpée en 5 IRIS, contrairement à la majorité des communes de la couronne périphérique de Dijon.

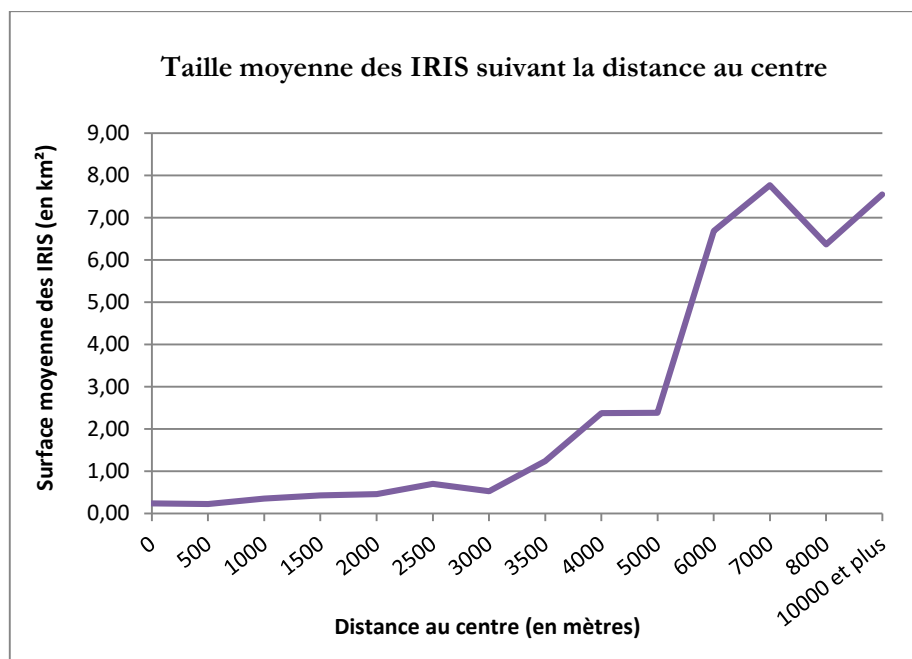


Figure 34 : Taille moyenne des IRIS suivant la distance au centre³²

Source : IGN – Contours IRIS

Cette hétérogénéité du découpage spatial implique deux biais pour l'étude des densités urbaines. Le premier a été mis en avant par Frankena (1978) lors de la parution des nombreuses études mobilisant la forme exponentielle négative pour estimer la fonction de densité. Puisque la densité est une fonction décroissante de la distance au centre (cf Chapitre 2, point II.1) et que les découpages administratifs / statistiques visent une population homogène entre les différentes unités spatiales, alors le centre est composé de très nombreux IRIS intensément peuplés et la périphérie, de quelques grands IRIS. Ce découpage conduit alors à une surreprésentation des petits IRIS très denses, donc très nombreux, et une sous-représentation des grands IRIS périphériques. La solution apportée par Frankena (1978) pour pallier ce déséquilibre dans la représentativité des différentes unités spatiales est de pondérer celles-ci par leur surface respective.

Le second biais engendré par cette hétérogénéité est relatif à la mesure de l'intensité d'occupation du sol dans les IRIS ; il conduit à distinguer la densité brute de la densité nette. En effet, si l'on considère toute la surface de l'IRIS pour calculer nos densités urbaines, il est inévitable que les IRIS du centre, les plus petits, présenteront de fortes densités alors que les IRIS périphériques, plus

³² Pour réaliser ce graphique, nous avons calculé la surface de chaque IRIS ainsi que la distance entre le centroïde de chaque IRIS et le centroïde du CBD à l'aide du SIG QGIS

grands, apparaîtront moins occupés. Considérer la totalité de la surface de l'unité spatiale revient à admettre que le territoire n'est destiné qu'à un usage résidentiel et que les individus s'y répartissent de façon homogène. Si cette supposition peut être relativement raisonnable dans les espaces urbains centraux, elle s'avère très critiquable dans les communes périphériques ou rurales. En effet, ces espaces sont peu urbanisés, la majorité des terres étant destinée à l'usage agricole ou laissée à l'état naturel. La population ne se répartit donc que sur une petite portion du territoire communal (Cavailhès 2009a). De même, la plupart des espaces, et particulièrement les centres urbains, comprennent des voies de communication ou des zones dédiées aux activités économiques. **On ne peut donc considérer, en centre-ville comme en périphérie, que les individus se localisent sur tout l'espace disponible ; ils se localisent surtout là où l'urbanisation s'est implantée, là où des habitats ont été érigés.** On revient à la relation très forte qui lie densité de population et densité de bâti, les deux ne peuvent être dissociées (Muth 1969; Goux 1981).

Ces questionnements méthodologiques impliquent donc une réflexion sur un mode de calcul de la densité capable de retranscrire fidèlement la concentration des individus dans l'espace et permettant d'effectuer des comparaisons pertinentes entre différents territoires. De fait, nous nous penchons sur les concepts et calculs de densité brute et nette, au cœur de nos travaux empiriques de thèse.

3. Densité brute versus densité nette : quel indicateur de concentration urbaine choisir ?

La densité revêt de multiples réalités et son analyse est sensible aux objets étudiés, à la mesure retenue ainsi qu'à l'échelle géographique d'étude. Ainsi, l'étude des densités urbaines soulèvent trois problématiques et conduit à effectuer des choix méthodologiques :

- Quels objets urbains étudier ?

Une densité urbaine peut faire référence à la fois à une densité de « contenant » (bâti) et de « contenu » (population). Ainsi, selon l'objet étudié, il est possible de distinguer les espaces de façon quantitative (plus ou moins densément peuplés ou urbanisés) et de les caractériser (quelle population compose un territoire, quelles formes urbaines dominent un espace). On parle alors de **densités de population et de bâti**, regroupées sous le terme de **densités urbaines**, renvoyant aux aspects quantitatifs d'occupation du sol. On parlera de **densités sociales** lorsque nous caractérisons ces concentrations de population sur un espace urbain. Suivant les théories d'Economie Urbaine, particulièrement celle relatives aux *Vintage Models*, l'analyse des caractéristiques du bâti nous renseigne également sur le statut socio-économique du quartier. Suivant Brueckner (1980) et Brueckner et Rosenthal (2009), les plus riches occupent généralement les logements les plus récents alors que les plus pauvres résident dans des habitats anciens. Encore une fois, le qualificatif « ancien » nécessite une précision. Dans les villes pourvues d'un centre historique au patrimoine remarquable, ce qui est le cas de Dijon, les logements les plus anciens du centre sont fortement valorisés, ils constituent une aménité historique au sens de Brueckner *et al.* (1999). Ces habitats sont donc généralement occupés par des classes moyennes ou supérieures. Nous distinguons donc les logements anciens du centre des logements anciens des autres quartiers, qui eux, ne présentent pas de caractéristiques valorisées.

- Quelle échelle géographique d'étude est la plus pertinente ?

Une étude à l'échelle communale permet une première observation de la répartition des hommes et du bâti au sein d'un espace urbain, et d'ainsi identifier les communes structurantes du territoire. L'échelle d'étude communale nous permet d'appréhender la hiérarchie urbaine. Un travail à l'échelle de l'IRIS affine l'analyse spatiale puisqu'elle permet de distinguer et caractériser les quartiers au sein même de la ville-centre mais également au sein des communes périphériques. Cette échelle d'étude infra-communale permet également de rendre compte de la structuration spatiale d'un espace urbain et de juger de son caractère monocentrique ou multicentrique. L'existence de pics de densité en dehors du centre urbain principal peut s'expliquer par la présence de pôles d'emploi secondaires mais également par le simple fait que les communes périurbaines structurent l'espace autour d'elles. Une analyse infra-communale nous permet d'appréhender le rôle structurant de chaque centre communal.

- Quelle mesure retenir ?

Calculer une densité revient à rapporter une quantité à une surface, mais le choix de la surface de référence influence les résultats (Derycke 1999). Une analyse en termes de densité brute, indicateur le plus utilisé, revient à prendre en compte l'intégralité de la surface d'un territoire, sans tenir compte des distinctions d'usage du sol. Or, comme nous venons de le mentionner, on ne peut considérer que la population se répartit sur tout l'espace, une partie de celui-ci étant destiné à d'autres usages que résidentiel (voieries, activités économiques, agriculture, espaces naturels). Comme le soulignent de nombreux auteurs depuis les premiers travaux menés sur la densité (Muth 1969; McDonald 1989; McMillen 1994; Baumont, *et al.* 2004; Muñiz et Galindo 2005; Bramley *et al.* 2009), un ratio de densité nette fournit une mesure plus juste de l'intensité d'occupation du sol puisque seul l'espace où sont effectivement localisés les individus est pris en compte. Ainsi, pour rendre compte de l'intensité d'occupation du sol par la population, une analyse en termes de **densité nette** est plus pertinente. **Cette mesure consiste à mettre au dénominateur non plus la surface totale de l'unité spatiale considérée mais la surface urbanisée à usage résidentiel.**

Un indicateur de densité nette permet alors :

- Une **retranscription fidèle des concentrations d'individus** quel que soit le territoire considéré : nous obtenons un indicateur pertinent puisque nous considérons uniquement l'espace sur lequel les individus sont effectivement localisés, à savoir l'espace urbanisé à usage résidentiel, et non plus toute la surface de l'unité spatiale ;
- Un **affranchissement du biais d'hétérogénéité spatiale** lié au découpage administratif ou statistique : la problématique liée à la grande variabilité de la taille des unités spatiales est évacuée. Nous comparons des IRIS de différentes tailles sur la base d'une caractéristique « commune », à savoir la quantité de terres urbanisées ;
- Des **comparaisons pertinentes entre territoires différenciés** : le dénominateur du ratio n'est pas biaisé par le caractère urbain ou rural de la commune qui induit grandement l'occupation du sol. Puisqu'on ne considère que les terres bâties à usage résidentiel, nous comparons des espaces de nature différente en termes d'usage des sols mais sur la base d'une caractéristique commune à tous ;

- Une **approximation du potentiel d'interactions** au sens de Beckmann (1976), la densité nette retranscrivant les concentrations effectives d'individus et donc le niveau de proximité entre ces derniers. Cette approximation sera mobilisée à nouveau et détaillée dans les travaux empiriques du Chapitre 4.

Pour illustrer cette discussion méthodologique, nous appliquons un ratio de densité brute et nette aux espaces de l'agglomération dijonnaise, aux communes puis aux IRIS, et comparons les structures spatiales associées à chacune de ces mesures. Les données de population sont tirées du recensement INSEE de 2010 et les données concernant le bâti sont issues de la BD Topo de 2013 réalisée par l'IGN. Pour calculer la surface bâtie à usage résidentiel, nous utilisons la base de données « BATI » de la BD Topo qui permet de distinguer les constructions selon différents usages³³. Nous retenons uniquement la table « BATI INDIFFERENCIE », qui ne comprend ni les locaux à usage industriel et commercial, ni les constructions légères, ni le bâti remarquable (églises, monuments historiques). **Nous considérons ce « bâti indifférencié » comme du bâti à usage résidentiel.** Via le SIG QGis, nous calculons les surfaces des communes et des IRIS ainsi que la surface de chaque bâtiment de l'agglomération. Nous agrégeons ensuite les surfaces bâties au niveau communal ou infra-communal.

Points méthodologiques sur l'analyse des densités urbaines :

- Dans cette étude et dans toutes les représentations cartographiques, l'espace urbanisé fait référence uniquement au bâti résidentiel ;
- Les IRIS « grisés » dans nos cartographies sont les IRIS d'activité que nous avons éliminés de notre échantillon car trop peu peuplés (point II.2 de ce chapitre). Nous ne menons donc pas d'analyse les concernant ;
- Il ne faut pas confondre les IRIS d'activité et les pôles d'emploi secondaires identifiés au point I.2 de ce chapitre, ces deux types d'espaces n'ont pas le même « statut » dans notre étude. Les IRIS d'activité que nous avons conservés sont des espaces faisant partie de notre étude, nous menons des analyses les concernant. Les pôles d'emploi secondaires ne sont pas étudiés en tant que tel, ils sont seulement des espaces structurants du territoire.

Pour commencer, nous cartographions la part du bâti dans les IRIS de l'agglomération afin de nous donner une première représentation des densités urbaines au travers de l'intensité d'urbanisation. Nous constatons que l'urbanisation est la plus forte au centre et que les IRIS périphériques, correspondant à des communes entières, ne sont que très peu urbanisés (carte de la Figure 35) : moins de 10% de leur espace est occupé par des habitations, venant appuyer notre hypothèse selon laquelle les individus ne se localisent pas sur la totalité du territoire communal. Conformément au modèle standard urbain et les travaux de Muth (1969), l'urbanisation décroît avec la distance au centre.

³³ Bâti indifférencié, bâti remarquable, bâti industriel, construction légère, cimetière, piste aérodrome, réservoir, terrain de sport

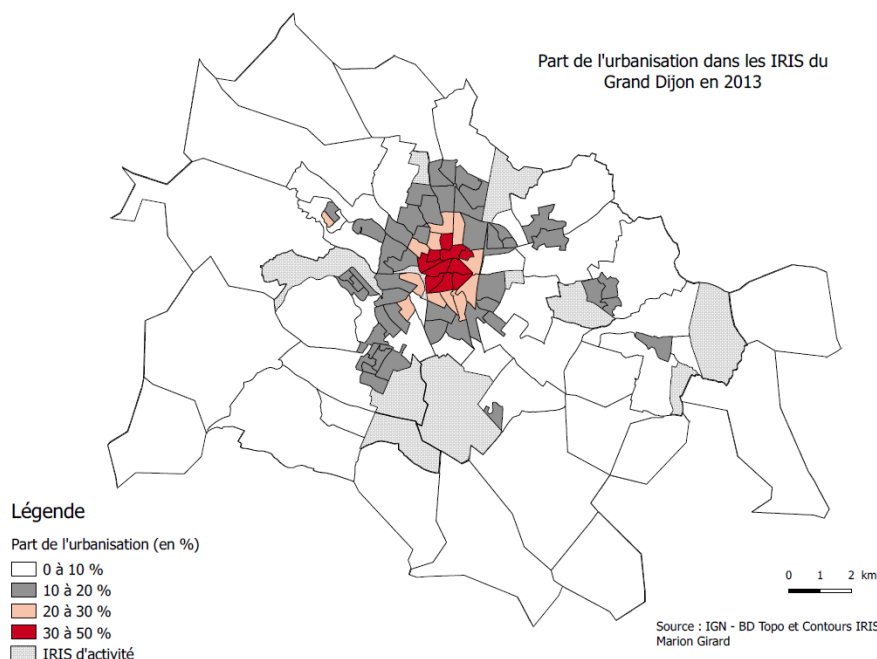


Figure 35 : Urbanisation des IRIS du Grand Dijon

La carte de la Figure 36 nous donne la répartition de la hauteur des bâtiments sur l'agglomération dijonnaise. La BD Topo renseigne la hauteur pour chaque bâtiment. Suivant les normes de construction standard, nous considérons que 3 mètres équivalent à un étage. On remarque que les quartiers du centre sont majoritairement occupés par des immeubles collectifs de 3 à 5 étages alors que les espaces périphériques comprennent des habitations de 1 à 2 étages, caractéristiques des maisons individuelles. Cette observation confirme la théorie de Muth (1969) selon laquelle l'intensité capitaliste de la production de logements est plus grande dans les quartiers proches du centre ; ce qui se traduit par l'édification de bâtiments à étages. On remarque cependant que le centre historique ne présente pas les immeubles les plus hauts de l'espace urbain, ces derniers se situant dans le quartier périphérique de la Fontaine d'Ouche à l'ouest de Dijon et dans la commune de Chenôve, au sud du pôle urbain. Suivant cette observation, l'intensité capitaliste de la production de logement ne suit pas les conclusions du modèle théorique standard ; nous donnons des éléments d'explication dans les prochaines analyses cartographiques.

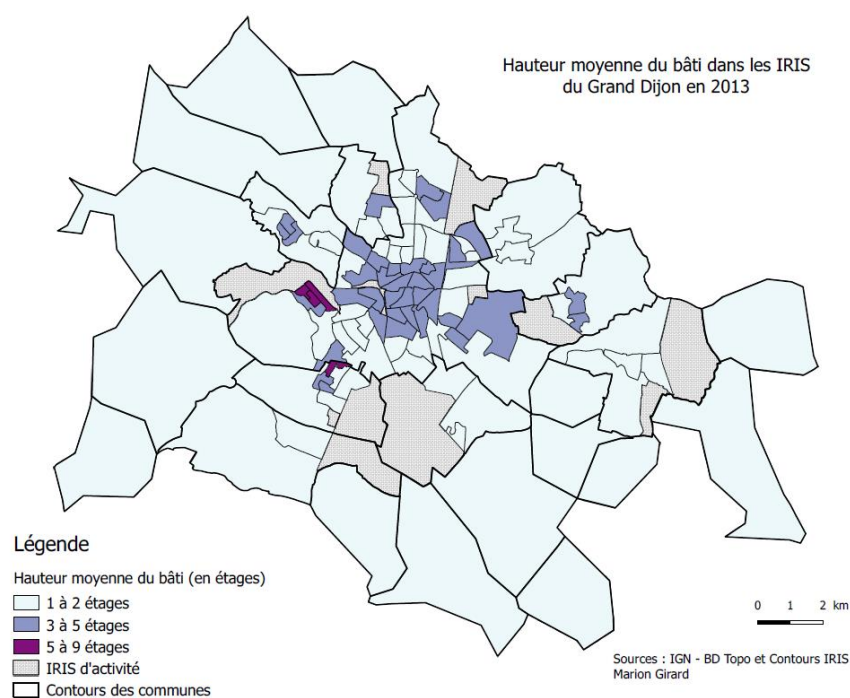


Figure 36 : Hauteur moyenne du bâti des IRIS du Grand Dijon

Ainsi, on souligne que l'intensité d'utilisation du sol au centre est double : le sol urbanisé occupe près de la moitié de l'espace total et cette urbanisation prend la forme de bâtiments à étages, composés de logements collectifs. La part très importante du sol à usage résidentiel suppose une densité de population élevée au centre. Les espaces périphériques présentent, eux, une faible part de terres urbanisées doublée d'un mode d'habitat individuel, synonyme de faible densité de population.

Intéressons-nous maintenant à la répartition spatiale des individus à l'aide d'un indicateur de densité brute (population/surface totale de l'unité spatiale) et de densité nette (population/surface urbanisée à usage résidentiel), à l'échelle communale puis infra-communale.

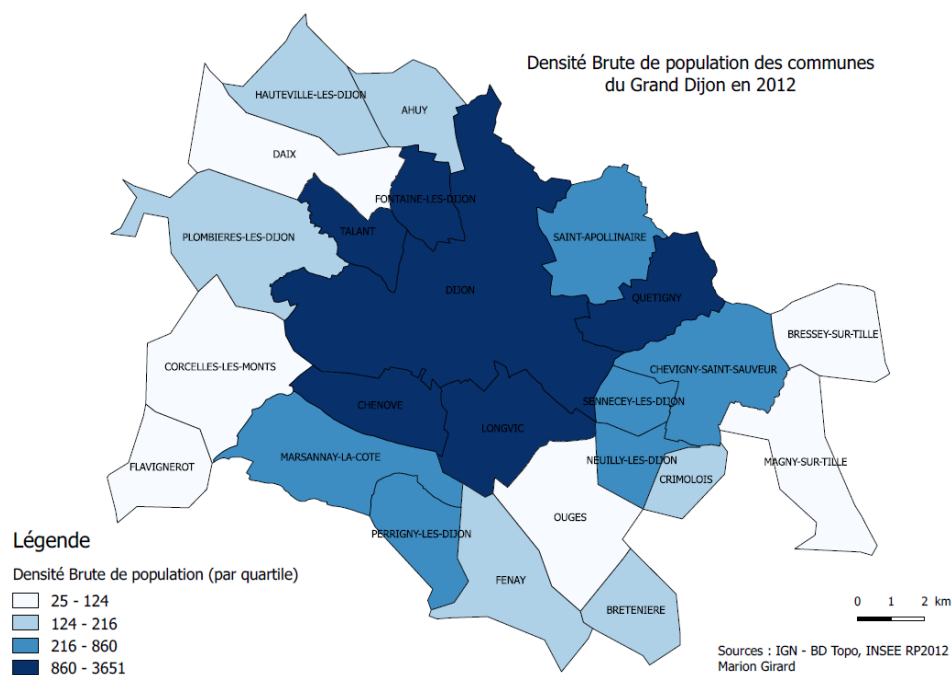


Figure 37 : Densité brute de population des communes du Grand Dijon en 2012

La cartographie des densités brutes de population à l'échelle communale montre que l'intensité d'occupation de l'espace est décroissante de la distance à la ville-centre (carte de la Figure 37). On note bien un schéma d'organisation spatiale concentrique autour de la ville-centre, la densité décroît avec la distance à Dijon jusqu'à la frontière de l'agglomération : une organisation monocentrique semble se dessiner. La représentation des densités nettes à l'échelle communale reste similaire : plus on s'éloigne de la ville-centre et plus les densités nettes diminuent (cf Figure 38). Les valeurs des densités sont en revanche différentes avec des maximas de 3651 habitants au km² pour la mesure de densité brute et 40754 habitants au km² pour celle de la densité nette. Cet écart important provient du fait que le dénominateur du ratio de densité nette est nécessairement plus petit que celui des densités brutes, nous ne travaillons que sur la part urbanisée des IRIS (à usage résidentiel).

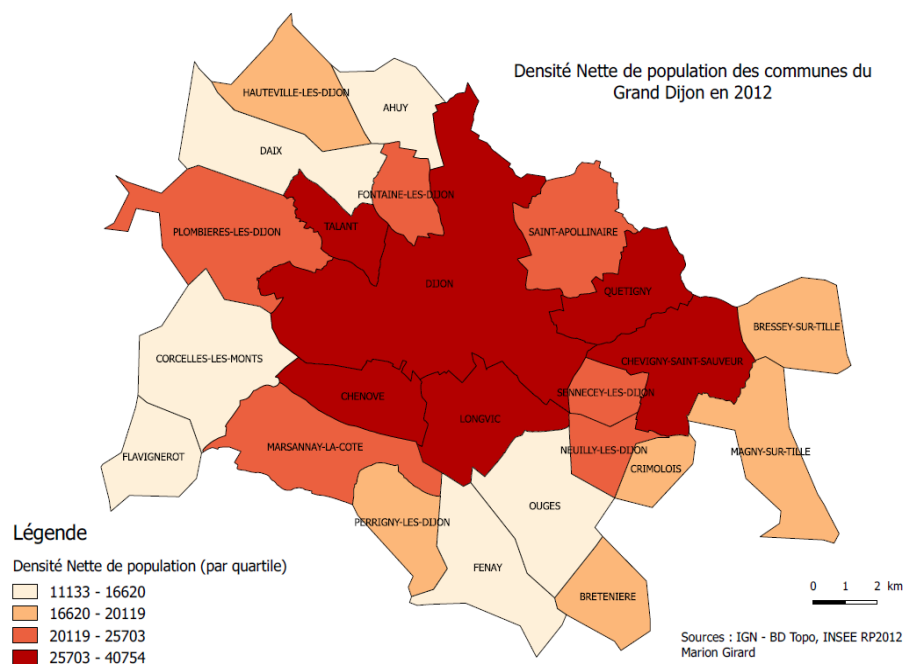


Figure 38 : Densité nette de population des communes du Grand Dijon en 2012

En revanche, un travail à l'échelle de l'IRIS permet d'affiner l'analyse spatiale et d'observer des pics de densité localisés hors de la ville-centre. La représentation de densités brutes de population par IRIS confirme la décroissance globale de la fonction de densité avec la distance au centre, mais de façon non continue (carte de la Figure 39). On remarque en effet des « foyers » de densité au sein de la ville centre, mais également dans les communes contiguës à cette dernière telles qu'à Talant (à l'ouest), Chenôve et Longvic (au Sud), à Quetigny et Chevigny (à l'est).

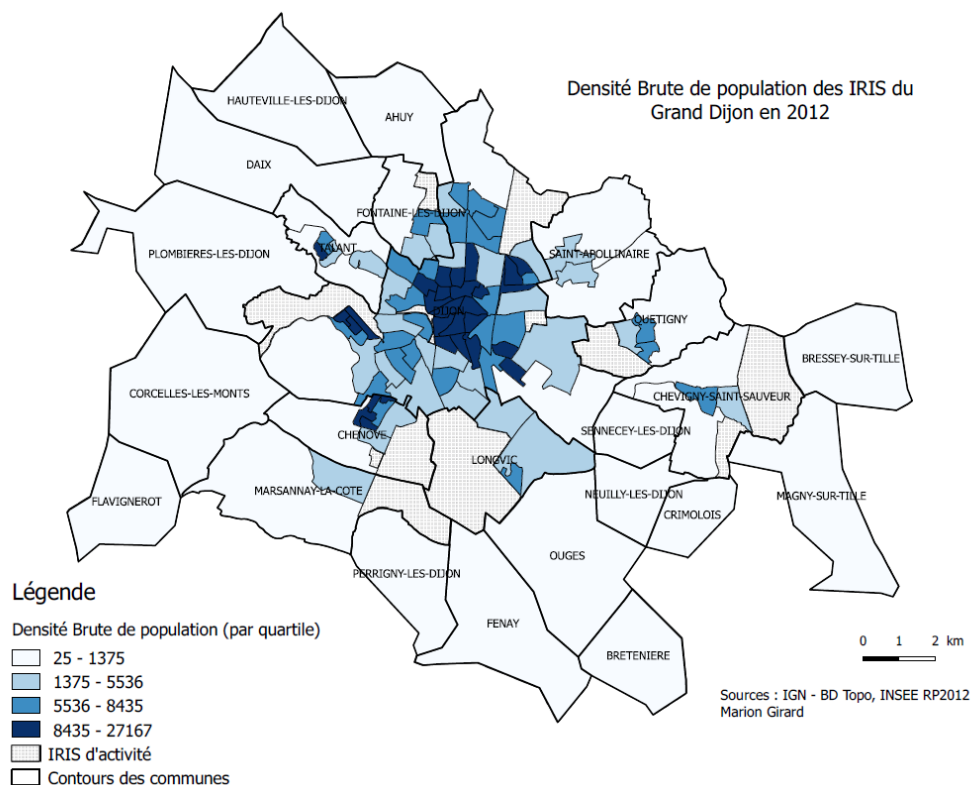


Figure 39 : Densités brutes de population par IRIS

Cette observation est encore plus vraie lorsque nous mobilisons l'indicateur de densité nette (Figure 40) : on observe alors clairement que le centre historique n'est pas l'espace le plus intensément occupé, mais que d'autres quartiers sont bien plus densément peuplés par surface bâtie à usage résidentiel.

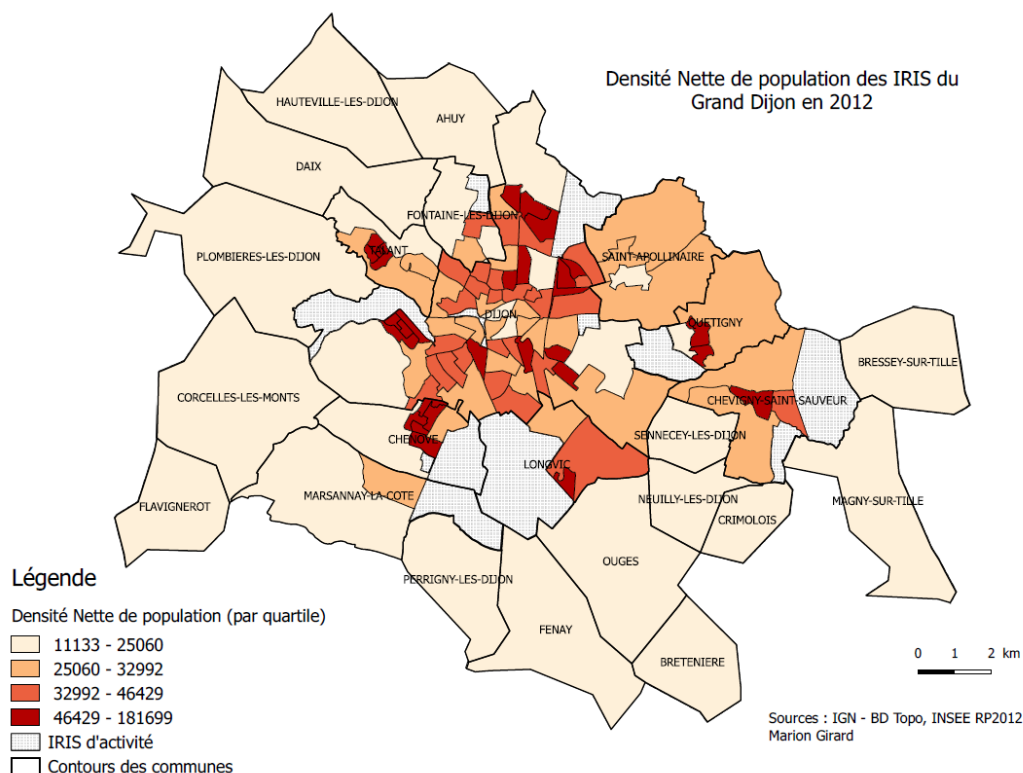


Figure 40 : Densité nette de population par IRIS

On retrouve les quartiers très urbanisés identifiés précédemment (Figures 35 et 36), à savoir ceux de Chenôve et de la Fontaine d'Ouche, mais également des quartiers proches du centre-ville, et des quartiers de communes périphériques contiguës à Dijon.

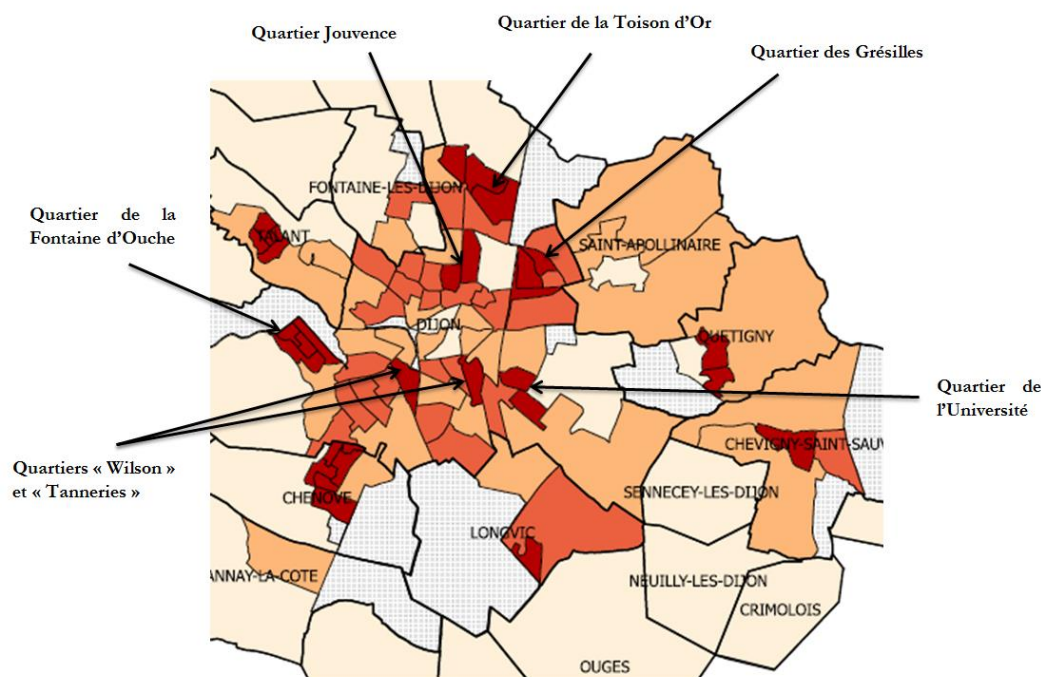


Figure 41 : Densité nette et identification des quartiers denses de Dijon

En termes de densité nette, les quartiers les plus intensément peuplés sont (carte de la Figure 41) :

- Les quartiers denses de Dijon :
 - Le quartier des Grésilles et de la Toison d'Or, au nord de la ville ;
 - A l'est, les quartiers denses proches de l'université ;
 - Les quartiers centraux « Jouvence », « Wilson » et « Tanneries »,
 - Les quartiers de la Fontaine d'Ouche, à l'ouest.
- Les quartiers centres des communes périphériques :
 - De Talant à l'ouest ;
 - De Quetigny et Chevigny-St-Sauveur à l'est ;
 - De Longvic et de Chenôve au sud.

Finalement, les principales caractéristiques relatives à la forme urbaine de l'agglomération dijonnaise sont les suivantes :

- **En termes de densité brute, un schéma spatial monocentrique se dessine** : le centre-ville de Dijon présente les plus fortes densités et cette fonction est globalement décroissante de la distance au pôle urbain ;
- **En termes de densité nette, le centre historique, soit le CBD, n'apparaît plus comme l'espace le plus intensément occupé**. Ce sont des quartiers contigus au centre ou des quartiers de communes périphériques qui présentent la densité nette la plus importante ; le modèle monocentrique est nuancé voire remis en cause.

Dans ce cas, comment qualifier et expliquer l'organisation spatiale du Grand Dijon ? Suivant la répartition des populations dans l'espace urbain, nous sommes tentés de le décrire comme un espace muticentrique. Pour autant, est-ce bien les pôles d'emploi secondaires qui sont à l'origine de ces foyers de densité ? Rappelons que les travaux de Baumont *et al.* (2004b), liant gradient de

densité et pôles d'emploi secondaires, concluaient sur la prédominance du modèle monocentrique, l'existence de centres secondaires n'influençant que très peu la répartition des individus. Ainsi, nous avançons trois hypothèses pour expliquer cette configuration spatiale :

- i) Les centres d'emploi secondaires identifiés précédemment induisent la répartition des populations. Dans le but de se rapprocher de leur lieu de travail, certains ménages se localisent à proximité de ceux-ci ;
- ii) Les communes périphériques de la première couronne, qu'elles soient associées à un pôle d'emploi secondaire ou non, structurent l'espace autour d'elles et attirent des ménages. Les centres de ces communes proposent des commerces et services aux individus, elles agissent comme de petits centres et induisent des concentrations de populations ;
- iii) Les politiques d'aménagement, passées et actuelles, guident l'urbanisation et par là même, la répartition des populations. L'adoption de zonages, la réalisation de grands projets urbains, la construction de logements sociaux, qui émanent des décideurs publics, sont autant d'éléments induisant la localisation des ménages dans l'espace urbain.

Afin de répondre à ces questionnements et de comprendre les éléments qui guident la répartition des individus sur l'espace dijonnais, nous réalisons **une typologie des quartiers** de l'agglomération. Ce travail empirique vise à **analyser la répartition des densités** du Grand Dijon : **au travers de l'identification des principaux attributs spatiaux de chaque espace, nous tentons d'appréhender les arbitrages résidentiels qui ont conduit les individus à se localiser sur chacun d'eux, de façon concentrée ou dispersée.** Nous sommes alors en mesure d'expliquer l'intensité d'occupation des différents quartiers dijonnais au travers d'arbitrages individuels rationnels mais également au travers d'éléments spatiaux exogènes.

III. Densités urbaines et choix de localisation au sein de l'agglomération dijonnaise

L'objectif de cette typologie est de **rapprocher densité et déterminants de localisation résidentielle**. Lors du Chapitre 2, nous avons identifiés plusieurs déterminants de localisation induisant la répartition spatiale des individus. Nous avons montré que certains conduisent à une concentration des individus (proximité à l'emploi, aménités localisées, logement neuf) alors que d'autres produisent une organisation spatiale dispersée (recherche d'un grand logement, aménités périphériques). Au travers de cette typologie, nous étudions conjointement les caractéristiques spatiales des lieux ainsi que leur niveau de densité urbaine. Ce travail nous permet d'**analyser la répartition des densités dans un espace urbain au travers des déterminants théoriques de localisation**, qu'ils relèvent de mécanismes de marché ou d'attributs exogènes. Pour cela, nous tentons d'approximer chacun de ces déterminants par une variable disponible dans nos bases de données. Nous pouvons alors expliquer l'organisation spatiale du territoire urbain, et notamment la répartition des densités de population, suivant les choix résidentiels effectués par les ménages.

Pour cela, nous mobilisons deux types de données (cf Tableau 14) :

- des données infra-communales produites par l'INSEE, nous permettant de caractériser les quartiers, aussi bien quantitativement que qualitativement. Ces données sont principalement issues du recensement de la population de 2010 ;
- des données géoréférencées capables de retranscrire la répartition spatiale des attributs et aménités, et de nous apporter des éléments de distance entre les différents objets étudiés. Ces données sont élaborées sur la base de la BD Topo de 2013 à l'aide du SIG QGIS.

Tableau 14 : Données mobilisées pour la typologie des quartiers dijonnais

Bases de données	Date	Echelle	Sources
Base Caractéristiques de l'emploi	2010	IRIS et Commune	INSEE RP 2010
Base Couples – Familles - Ménages	2010	IRIS et Commune	INSEE RP 2010
Base Diplômes - Formation	2010	IRIS et Commune	INSEE RP 2010
Base Evolution de la structure de la population	2010	IRIS et Commune	INSEE RP 2010
Base Logement	2010	IRIS et Commune	INSEE RP 2010
Base Revenus fiscaux localisés des ménages	2009	IRIS et Commune	INSEE – DGFIP 2009
Base de données spatialisées « bâti indifférencié »	2013	IRIS et Commune	BD Topo 2013

Ces différentes sources de données nous permettent d'obtenir des éléments de connaissance sur les populations et les logements et de replacer ceux-ci dans leur environnement en caractérisant l'espace au travers de données sur le bâti, la végétation, la présence d'aménités etc... Les variables retenues sont des variables qui caractérisent les espaces, qui représentent les différents déterminants de localisation résidentielle, et qui révèlent les arbitrages effectués par les individus. Nous retenons au total 24 variables décrites dans le Tableau 15 et expliquons chacune d'elle :

- La recherche de proximité aux centres d'emploi est approximée par trois variables : la distance au centre-ville (le CBD), la distance moyenne aux centres d'emploi secondaires et la distance minimale à un centre d'emploi. Ces variables sont construites à l'aide de la BD Topo 2013 et du SIG QGIS. Nous générons une matrice de distance entre le centroïde de l'IRIS et celui de chaque pôle d'emploi identifié dans la partie 1 de ce chapitre. Ces variables traduisent l'arbitrage standard entre proximité à l'emploi et taille du logement ;
- L'approximation de cet arbitrage standard est complétée par des variables relatives au type de logement. Pour cela, nous mobilisons la part de maisons individuelles et d'appartements dans chaque IRIS donnée par l'INSEE ;
- La recherche de proximité aux aménités est traitée au travers de trois variables. Les variables « Part de la surface urbanisée » et « Part de la surface végétalisée » traduisent la recherche d'un environnement « ouvert » et verdoyant (Brueckner, Thisse, et Zenou 1999; Wu, Adams, et Plantinga 2004). Ces variables ont été construites à l'aide de la BD Topo 2013 et du SIG QGIS. Nous rapportons la surface urbanisée à usage résidentiel et la surface végétalisée de l'IRIS à la surface totale de l'IRIS. La variable « Part des logements construits avant 1949 » traduit la présence de bâti ancien et approxime la recherche d'aménités

historiques (Brueckner *et al.* 1999). Cette variable est également mobilisée pour traduire le niveau de service résidentiel ;

- Les externalités de voisinage sont appréhendées par des variables caractérisant la composition socio-économique des quartiers. Les variables « Part des cadres » et « Revenu médian » nous permettent également d'approximer la recherche d'aménités endogènes modernes (Brueckner *et al.* 1999) ;
- Les variables « Part des plus de 65 ans », « Part des propriétaires » et « Part des grandes familles » traduisent les différentes motivations résidentielles selon la position de l'individu dans le cycle de vie (Détang-Dessendre *et al.* 2004);
- Le déterminant « logement neuf » est appréhendé par la part du bâti construit à 5 périodes différentes, les périodes les plus récentes traduisant un plus haut niveau de service résidentiel (Brueckner et Rosenthal 2009);
- La recherche d'interactions sociales issue de la théorie de Beckmann (1976) est approximée par un ratio de densité nette à l'IRIS. Cet indicateur donne une juste mesure du nombre d'individus localisés dans un quartier puisqu'elle ne considère que l'espace sur lequel ceux-ci sont effectivement implantés, à savoir la surface urbanisée à usage résidentiel. **Nous supposons que cette mesure de densité nette traduit le niveau d'interactions locales potentiel.** Cette variable est créée à partir de la BD Topo 2013 et du SIG QGis. Nous rapportons la population totale de l'IRIS à sa surface urbanisée à usage résidentiel.

Tableau 15 : Variables retenues pour la typologie des densités urbaines

Déterminants de localisation	Variables	Sources
Distance au CBD / SBD	- Distance au centre-ville - Accessibilité Généralisée (distance moyenne aux centres secondaires d'emploi) - Distance minimale à un centre d'emploi secondaire	BD Topo 2013 SIG QGis
Taille du logement	- Part des maisons individuelles - Part des appartements	INSEE RP2010
Présence d'aménités (vertes ou historiques)	- Part de la surface urbanisée - Part de la surface végétalisée - Part de logements construits avant 1949	BD Topo 2013 INSEE RP2010

Externalités de voisinage et aménités modernes	- Part des étrangers - Part des chômeurs - Part des cadres - Part des professions intermédiaires - Revenu médian - Part de logements vacants - Part de propriétaires - Part de locataires HLM	INSEE RP2010 INSEE-DGFIP 2009
Position dans le cycle de vie	- Part grands ménages (couple 2 enfants et +) - Part des 65 ans et plus	INSEE RP2010
Service Résidentiel (Vintage Model)	- Part des logements construits entre 49-74 - Part des logements construits entre 75-81 - Part des logements construits entre 81-89 - Part des logements construits entre 90-99 - Part des logements construits après 2000	INSEE RP2010
Interactions Sociales	- Densité nette	BD Topo 2013

Face à la diversité des variables et de leurs contributions aux différents facteurs entrant dans les choix de localisation résidentielle, il nous a semblé peu pertinent de considérer ces variables une à une et de s'en tenir à des statistiques descriptives. Au contraire, pour éviter les approximations simplificatrices conduisant par exemple à qualifier la densité sociale uniquement par les catégories socio-professionnelles, ou les densités environnementales uniquement par les aménités vertes, nous avons cherché à identifier si les territoires de l'agglomération dijonnaise ne présentaient pas des profils particuliers, simples ou complexes, que l'on pourrait rapprocher des choix résidentiels des ménages. De fait, nous réalisons dans un premier temps une **Analyse en Composante Principale (ACP)** puis une **Classification Ascendante Hiérarchique (CAH)**.

L'ACP est une méthode d'analyse de données permettant de synthétiser l'information lorsque des observations sont caractérisées par un grand nombre de variables, que celles-ci soient quantitatives ou qualitatives. Elle est une méthode factorielle permettant de réduire le nombre de variables en créant de nouveaux indicateurs synthétiques appelés composantes principales, en perdant le moins d'information possible (Bouroche et Saporta 2006). La détermination du nombre de composantes principales (ou d'axes principaux) se fait sur un critère de maximisation de l'inertie, soit la construction de composantes de variance maximale. Ainsi, la première composante principale explique un maximum de la variance des variables originales, le second axe explique l'inertie non prise en compte par le premier etc...jusqu'à ce que la variance totale soit expliquée. La représentation des variables sur les axes principaux permet de visualiser les corrélations et la représentation des individus sur ces mêmes axes permet d'appréhender leur proximité et d'identifier des groupes homogènes. A l'aide du logiciel R, nous réalisons dans un premier temps une ACP sur les 111 IRIS de notre échantillon, caractérisés par 24 variables.

Tableau 16 : Variance expliquée par les composantes principales

	Valeur Propre	Variance expliquée (en%)	Variance cumulée (en%)
comp 1	7,77	32,36	32,36
comp 2	4,95	20,62	52,98
comp 3	2,46	10,25	63,23
comp 4	1,89	7,86	71,08

Au vu de la variance expliquée par les quatre premières composantes principales (Tableau 16), nous décidons de ne retenir que les deux premiers axes qui expliquent près de 53% de la variance totale, les troisièmes et quatrièmes axes apportant moins d'informations.

Le premier axe expliquant plus de 30% de la variance totale, semble opposé deux types de territoires alors que le second, expliquant 20% de la variance totale, distingue deux populations (cf Figure 42). On constate sur le premier axe le poids important des variables relatives à la localisation et au type d'habitat. On remarque d'une part, une corrélation entre les variables relatives à la part des HLM, à la part du bâti et des appartements, et à la densité nette et d'autre part, une corrélation entre des variables relatives à la distance aux centres d'emploi (Distance au CDB et accessibilité généralisée), à la part du végétal et des maisons individuelles. Ainsi, le premier axe principal semble opposé les territoires du centre urbain et ceux de la périphérie. Le second axe est caractérisé par une opposition des variables « sociales » de l'ACP. On note une corrélation entre la part des cadres, des professions intermédiaires et des propriétaires d'une part, et la corrélation entre la part des étrangers, des grandes familles et des chômeurs d'autre part. Le second axe principal distingue alors les populations selon leur statut socio-économique (le détail est présenté en Annexe 1).

Nous mobilisons ensuite la méthode de Classification Ascendante Hiérarchique (CAH) nous permettant de regrouper les IRIS ayant des caractéristiques homogènes au sein d'un même groupe, et de maximiser l'hétérogénéité entre ces groupes. **Nous retenons alors 4 clusters pour notre typologie des densités urbaines** (cf Figure 43).

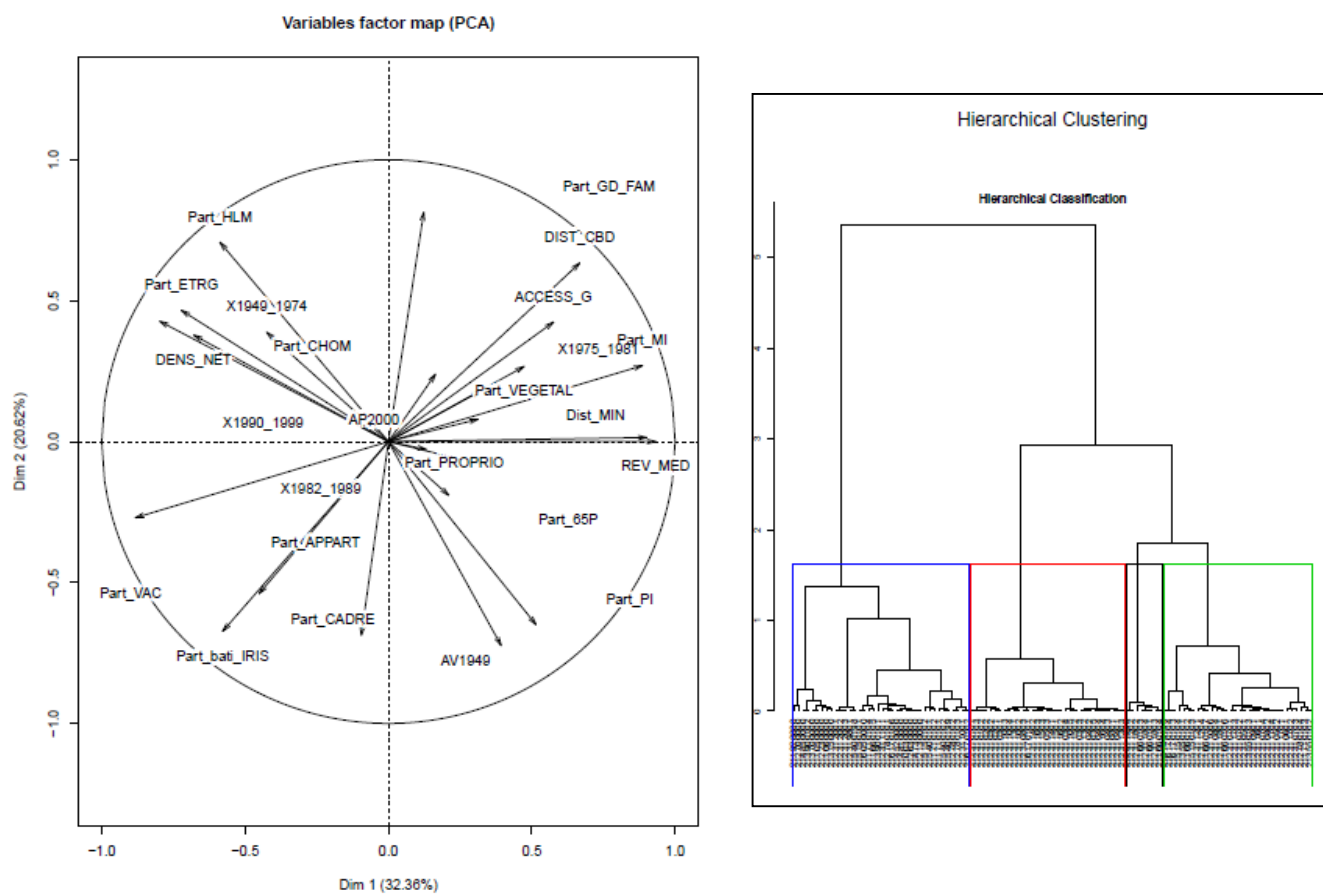


Figure 42 : Cercle des corrélations de l'ACP (à gauche) et dendrogramme de la CAH (à droite)

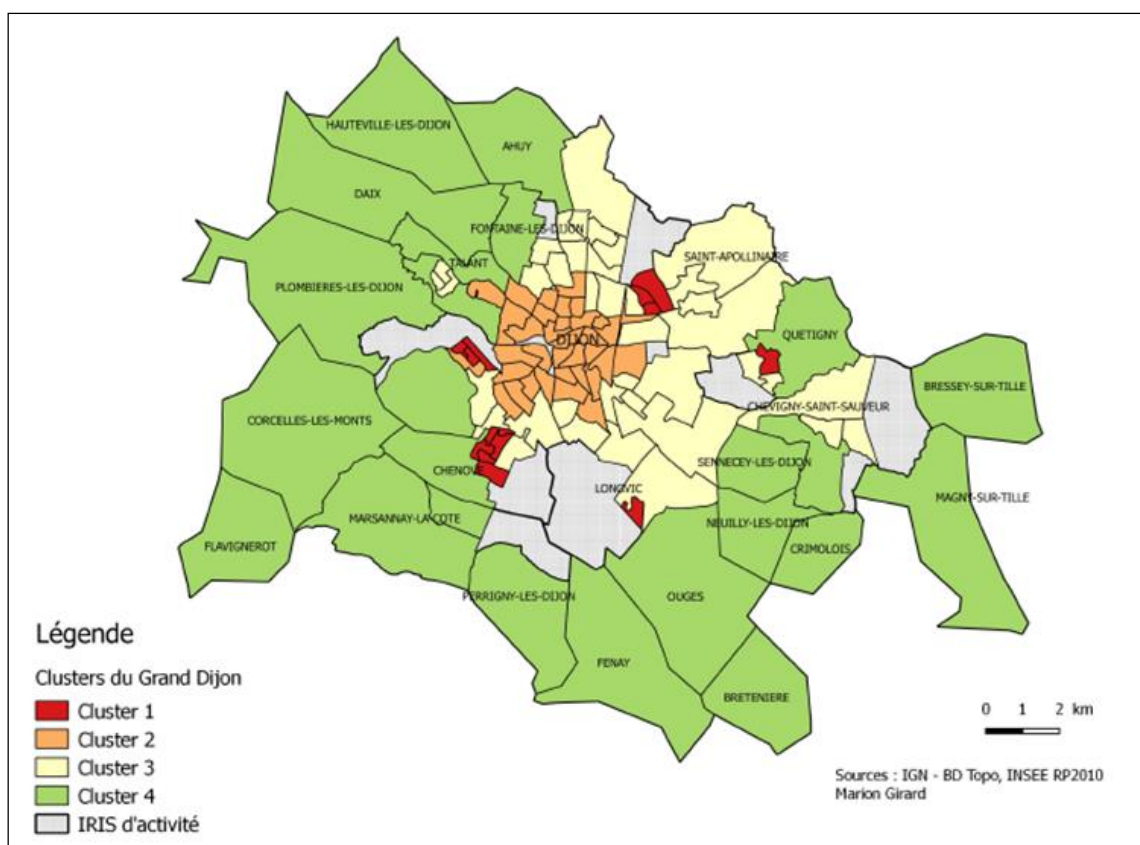


Figure 43 : Typologie des quartiers dijonnais en 4 clusters

Tableau 17 : Valeurs des principales variables par cluster

	Densité nette	Part du bâti	CSP	Type d'habitat	Statut d'occupation	HLM	Revenu	Distance au centre	Age du bâti
Cluster 1	++	Moyenne	--	Appartements	Locataires	++	--	Moyenne	Années 60-70
Cluster 2	Moyenne	++	Mixte à +	Appartements	Locataires	Moyenne	Moyenne	--	Avant 1949
Cluster 3	Moyenne	Moyenne	Mixte	Mixte	Mixte	Moyenne	Moyenne	Moyen	Années 90-2000
Cluster 4	--	--	++	Maisons	Propriétaires	-	++	++	Années 80-90

Dans le Tableau 17 sont présentées les principales caractéristiques de chaque cluster. Le détail de la typologie est donné en Annexe 1 (Tableau 3).

Le **Cluster 1** est composé de petits IRIS, ce qui suppose une localisation proche ou au sein d'un centre (du CBD comme des centres des communes périphériques de la première couronne). Les terres urbanisées à usage résidentiel ne représentent que 13 % de l'espace. Cependant ces IRIS présentent la hauteur moyenne du bâti la plus importante du territoire (11,58 mètres contre 6,61 mètres en moyenne dans le Grand Dijon). Ainsi, le sol urbanisé est intensément utilisé en ce sens que sur de petites portions de terres développées, ce sont de grands immeubles qui sont érigés. Ces territoires présentent également une très forte densité nette, 82 200 habitants sur la surface urbanisée à usage résidentiel (en km²) contre 39 200 en moyenne. Nous avons donc affaire à des IRIS intensément occupés, comme l'appuie également le fait que l'on y trouve une forte proportion d'appartements (93% en moyenne dans ce cluster contre 65% dans l'agglomération) et la présence

importante des familles nombreuses (plus de 34% en moyenne). Dans ces quartiers, l'intensité d'occupation apparaît double : une grande quantité d'individus vivent sur ces petits espaces (cf Tableau 17) et ils y vivent encore plus concentrés que partout ailleurs dans l'espace urbain (la densité nette y est très élevée). Si l'on s'intéresse à la composition socio-économique de ces quartiers, on s'aperçoit qu'il s'agit de quartiers « fragiles ». Ils sont marqués par une forte proportion de chômeurs (25% contre 17% en moyenne dans l'agglomération), et les CSP supérieures (cadres et professions intermédiaires) y sont sous-représentées. On note également la présence d'une part importante de population étrangère (18%) par rapport à la moyenne dans l'agglomération (0,06%). Par ailleurs, le revenu médian (18347 euros) est inférieur de plus de 35% au revenu médian de l'agglomération (29025 euros). Enfin, près des trois quarts des bâtiments ont été construits entre 1949 et 1974 et on constate une très forte proportion de locataires HLM (63% contre 17% en moyenne). Au vu des caractéristiques urbaines et sociales de ces IRIS, les quartiers du Cluster 1 sont donc les quartiers d'habitats sociaux du Grand Dijon. Sur ces territoires, la densité nette apparaît très élevée mais nous ne pouvons légitimement supposer que celle-ci soit recherchée pour les interactions qu'elle permet. Au vu des caractéristiques socio-économiques de la population, ces quartiers « défavorisés » ne sont pas considérés comme facteurs d'externalités positives (généralement associées aux ménages « riches » dans la littérature urbaine) et sont plutôt source d'externalités négatives, que ce soit en termes d'éducation, d'accès à l'emploi ou de qualité de l'environnement résidentiel (dégradation du bâti, insécurité...). De plus, ces IRIS ne présentent pas d'avantages particuliers : la distance aux pôles d'emploi est la même que dans l'agglomération en moyenne et les aménités vertes n'y sont pas particulièrement présentes. Puisqu'ils sont situés à distance du CBD, ils ne bénéficient pas des aménités architecturales et leur composition sociale n'est pas source d'aménités modernes. Bien que l'âge du bâti n'apparaisse pas non plus comme un atout (près de 74% ayant été construit entre 1949 et 1974), certains IRIS de ce cluster présentent tout de même des époques de construction plus récentes. Par exemple, les IRIS Castelnau et Lochères, tous deux situés dans le quartier des Grésilles de Dijon, se composent respectivement de 42% de logements construits entre 1990 et 1999 et de 12% d'habitats construits entre 1982 et 1989. De même, près de 16% des bâtiments des IRIS Petigny-Chaufferie de Chenôve et des Huches à Quetigny, ont été construits entre 1990 et 1999. Ces dates de construction supposent soit une augmentation du nombre de logements sociaux *via* la construction de nouveaux bâtiments, soit la réalisation d'opérations de rénovation urbaine amorcées à partir des années 1980. Malgré ces dernières observations, les IRIS du Cluster 1 restent des territoires « fragiles » économiquement et socialement, ne présentant pas d'attributs spatiaux valorisés. Les choix de localisation y semblent plus contraints que choisis : par faute de moyens financiers, les résidents n'ont pu enchérir suffisamment pour se localiser dans d'autres quartiers et, par le processus de concurrence pour l'occupation du sol, ont vu leur ensemble de choix de localisation se réduire. La seule variable d'arbitrage n'est dans ce cas que le prix du logement, la localisation des individus est en réalité soumise au lieu d'implantation des logements HLM (habitat à loyer modéré) décidé par les instances publiques.

Le **Cluster 2** est lui aussi composé de petits IRIS et ceux-ci apparaissent intensément urbanisés. En effet, près d'un quart de l'espace y est développé (contre 14% en moyenne). Ces IRIS présentent un bâti un peu plus haut que la moyenne (7,24 mètres contre 6,61 dans l'agglomération) mais la densité nette n'y est pas particulièrement élevée. On y trouve une très forte proportion d'appartements (86%) et les grandes familles y sont sous-représentées (18% contre 26% en

moyenne). La densité nette étant moyenne, ces observations supposent que ces IRIS sont composés d'immeubles de taille moyenne, comportant des appartements habités par de petits ménages. La très faible distance au CBD et la grande part de bâtiments anciens (près de 35% ont été construits avant 1949) nous indique que ce cluster est essentiellement composé des IRIS du centre-ville dijonnais. En termes de composition sociale, la population est mixte mais les cadres et les professions intermédiaires sont, en moyenne, plus représentés que dans les autres IRIS de l'agglomération (22% de cadres contre 17% dans le Grand Dijon). Si le revenu médian y est en revanche plus faible (25 832 contre 29 025), on note que certains de ces IRIS présentent des hauts niveaux de revenu (plus de 30 000 euros), souvent couplé avec une forte part de maisons individuelles (plus d'un quart des habitations) et une population plus âgée en moyenne. C'est le cas des IRIS du Carrousel, Eugène Spuller, Providence et des Hauts de Montchapet à Dijon, et de l'IRIS Vieux-Talant-Clinique de Talant (cet IRIS est en continuité de l'urbanisation dijonnaise et en accès direct au centre-ville). Ces observations montrent que les IRIS du Cluster 2 sont potentiellement constitués de deux types de population : une composée de cadres aisés vivant dans les grands appartements et les maisons individuelles de centre-ville, et l'autre composée de jeunes actifs ou étudiants, aux revenus moyens et vivant dans de petits appartements. Compte tenu de la composition socio-économique de ces quartiers et de leur localisation centrale, ces IRIS présentent de fortes aménités modernes et historiques. Le centre-ville est en effet composé d'un patrimoine bâti remarquable (cf carte de la Figure 33) et concentre de nombreux lieux culturels et de vie urbaine (restaurants, bars, cinémas...). Les résidents s'y implantent pour bénéficier de la proximité aux emplois et services et pour profiter de toutes les aménités qu'offre le centre historique. Il s'agit de l'arbitrage typique associé aux villes européennes et mis en avant dans les travaux de Brueckner *et al.* (1999).

Le **Cluster 3** est constitué d'un bâti résidentiel mixte (collectif bas et individuel) ainsi que d'une population « moyenne » en termes de CSP. Face à ces éléments peu marqués, on note en revanche la part importante des propriétaires, qui représentent plus de la moitié de la population de ce cluster. La taille des IRIS est plus importante que pour les clusters 1 et 2 (1,6 km² en moyenne) et ils sont également plus éloignés du centre-ville dijonnais (plus de 3 kilomètres). La part de l'urbanisation est plus faible sur ces territoires (12 %) et la densité nette y est moyenne (38 900 habitants au km² bâti), ce qui semble logique au vu des caractéristiques du bâti. Dans ce cluster nous pouvons distinguer deux types de quartiers :

- les quartiers construits entre 1949 et 1981 : il s'agit de quartiers mixtes à tendance d'habitat social proches du pôle urbain central ou des centres périphériques ;
- les quartiers construits récemment, après 1990, et situés généralement à proximité des pôles d'emploi secondaires.

Suivant les caractéristiques de ces IRIS, et particulièrement leur localisation et mode d'habitat, deux arbitrages semblent se détacher. Le premier est en faveur de la taille du logement : les individus s'éloignent du centre pour bénéficier d'un habitat plus grand et pour devenir propriétaire. Le second peut se traduire comme une recherche d'accessibilité généralisée à l'emploi : ces IRIS ne sont pas très éloignés du CBD et sont principalement situés à l'est de Dijon, où se concentrent la majorité des centres d'activité secondaires de l'agglomération. Ainsi, la recherche de proximité au lieu de travail et d'un habitat plus grand peuvent être invoquées comme déterminant de localisation dans les IRIS de ce cluster.

Cependant, il ne faut pas oublier le poids des politiques d'aménagement urbain dans la répartition des populations sur l'espace, qu'elles aient trait à la création de zones d'activités ou à l'ouverture de nouveaux espaces à la construction résidentielle. L'implantation de zones industrielles ou commerciales en dehors du pôle urbain central peut participer à l'émergence de nouveaux quartiers résidentiels. Ces quartiers d'habitats peuvent être le fruit de l'attractivité du nouveau pôle mais également de décisions publiques. Le cas du quartier de la Toison d'Or en est un bon exemple. Les zones d'activités et le grand centre commercial ont été créés dans les années 1990. En revanche, le quartier résidentiel qui y est associé est lui beaucoup plus récent (97 % des logements datent des années 2000). Situé entre le centre-ville et la zone d'activités, ce quartier résidentiel est venu combler un espace urbain jusqu'alors non utilisé, induisant la localisation de nombreux ménages au nord de Dijon. Ainsi, de nombreux quartiers résidentiels ont vu le jour dans les années 1990 – 2000, à proximité d'un centre secondaire d'emploi. C'est le cas des IRIS Toison d'Or, Charles de Gaulle, Clos de Pouilly, Concorde, dans le quartier de la Toison d'Or au nord de Dijon, qui présentent un habitat très récent. On relève également l'IRIS Nord-Est de Saint-Apollinaire (proche de la Toison d'Or) et l'IRIS de l'Université qui présentent des logements récents proches de pôles d'activités secondaires. En termes de choix de localisation, on ne peut alors négliger l'impact des politiques publiques et des opérations d'urbanisme qui ont à la fois structuré la forme polycentrique de l'agglomération (avec la création des zones d'activités) et l'urbanisation *via* l'émergence de nouvelles zones résidentielles.

Enfin, le **Cluster 4** est constitué des plus grands IRIS de l'agglomération (près de 6,75 km² en moyenne contre moins de 2 km² pour l'agglomération), supposant déjà qu'il comporte les communes non irisées les plus éloignées du pôle urbain. Ces IRIS sont très peu urbanisés et présentent donc, en contrepartie, une part du végétal très importante (près de 30% contre 14 % en moyenne sur le territoire). Les habitats sont des maisons individuelles dans près de 84% des cas. Au vu des indicateurs d'accessibilité, nous avons bien affaire aux IRIS situés à la frontière de l'agglomération : la distance de ces IRIS aux principaux pôles d'emploi est plus élevée que partout ailleurs (situés à plus de 8 kilomètres des pôles d'emploi contre 5,7 kilomètres en moyenne). La faible urbanisation de ces espaces couplée à une hauteur moyenne du bâti très basse engendre logiquement une faible densité nette et ce, malgré la présence marquée des familles nombreuses (31%). Ces observations suggèrent que ces IRIS sont composés de grandes maisons individuelles capables d'accueillir de grandes familles, sans pour autant générer une sur-occupation des espaces de vie (au contraire du Cluster 1). Dans le cas de ces territoires, c'est l'arbitrage standard taille du logement – distance au centre qui prime. Concernant le statut socio-économique de ces IRIS, la population y est aisée (revenu médian de près de 41 000 euros), issue des classes supérieures (cadres, professions intermédiaires) et en très grande majorité, propriétaire de son logement (82%). Le chômage y est faible et ces territoires ne concentrent que très peu de logements sociaux (7% contre 17% en moyenne). Ces localisations résidentielles correspondent essentiellement au mouvement de périurbanisation des années 1975-1990, une grande partie du bâti y a été construit à ces époques. C'est alors la recherche de grands espaces résidentiels et d'aménités vertes qui guident les arbitrages individuels sur ces territoires éloignés du centre urbain. La composition socio-économique de ces quartiers suggère également une recherche d'entre-soi et d'un environnement résidentiel source d'externalités positives. Il est également intéressant de noter que certains IRIS de ce Cluster 4 (Ahuy, Vieux Village de Fontaine-les-Dijon, Bressey-sur-Tille, le Vieux Village de Quetigny) présentent une part importante d'habitations très récentes (construites dans les années 2000).

Conformément aux travaux de Wu *et al.* (2004), la disponibilité à payer des ménages les plus aisés est d'autant plus grande pour les grands logements neufs à haut niveau de service résidentiel et situés dans l'environnement vert des communes périphériques éloignées.

Cette typologie des quartiers dijonnais nous a donc permis :

- 1) D'identifier et de localiser les déterminants spatiaux des choix résidentiels ;
- 2) D'appréhender les arbitrages individuels effectués sur chaque espace, relativement aux attributs spatiaux que ceux-ci proposent ;
- 3) De comprendre dans quels cas se forment les espaces denses : un niveau de densité élevé est généralement associé à la proximité au centre, à la présence d'aménités historiques et modernes mais également aux opérations d'aménagement décidées par les instances publiques (quartiers d'habitats sociaux).

Il en ressort un schéma d'organisation socio-spatiale intéressant, à mi-chemin entre le schéma européen et américain. Le centre, pourvu d'un haut niveau d'aménités historiques et modernes est peuplé de classes mixtes et supérieures vivant dans de petits appartements. La densité nette y est moyenne, mais l'intensité d'urbanisation et la dominance du logement collectif en font tout de même un des espaces les plus denses de l'agglomération. Dans ces quartiers centraux, les individus sont prêts à sacrifier de leur espace de vie pour résider à proximité du cœur d'emploi et bénéficier de tous les attributs spatiaux de cet espace (aménités historiques et modernes). On retrouve le schéma d'organisation spatial européen dans lequel les classes les plus aisées se localisent à proximité du CBD. Ces IRIS centraux sont entourés par deux types de quartiers : des quartiers mixtes et des quartiers d'habitats sociaux. Les premiers sont composés de logements individuels et collectifs et sont généralement proches des centres d'emploi secondaires. La population ne présente pas de caractéristiques particulières et la densité y est moyenne. Dans le cas de ces IRIS, trois déterminants de localisation ont été avancés : la recherche d'un grand logement en contrepartie d'un éloignement du centre, la recherche de proximité aux centres d'emploi secondaires et l'impact des politiques d'aménagement de zones résidentielles aux abords de ces pôles. Concernant les IRIS des quartiers d'habitat sociaux du Grand Dijon, ils présentent la plus forte densité nette mais sont finalement assez peu urbanisés, sous-entendant qu'ils se composent de grands immeubles collectifs dont les appartements sont intensément occupés. En termes de composition socio-économique, ces espaces apparaissent fragiles : ils concentrent les CSP les plus basses et de nombreux individus sans emploi. La population étrangère y est importante et le revenu médian est en moyenne bien plus bas que dans l'agglomération. Ces espaces ne présentent donc pas d'attributs spatiaux valorisés, que ce soit dans la proximité à l'emploi ou la présence d'aménités. Pis encore, leur composition sociale est généralement synonyme d'externalités négatives de voisinage ; dans ce cas, la forte densité nette ne peut légitimement être associée à une recherche d'interactions sociales. Ces quartiers d'habitats sociaux sont alors emblématiques des localisations résidentielles « contraintes » du fait des processus de concurrence pour l'occupation du sol : les résidents, faute de moyens, n'ont pas eu le choix de s'implanter ailleurs, les seuls logements à portée de leur budget étant les habitats à loyers modérés de ces quartiers. Enfin, on trouve à la frontière de l'agglomération des espaces fortement dotés en aménités vertes qui se composent de grands logements individuels abritant des familles aisées. De fait, la densité nette y est très faible. Le choix de localisation apparaît comme un arbitrage en faveur de la taille du logement et des espaces ouverts, en contrepartie d'un éloignement aux principaux pôles d'emploi ; schéma typique des villes américaines.

Les résultats de ce premier travail empirique sont conformes aux résultats d'études citées précédemment : les familles et les individus souhaitant devenir propriétaire se localisent en périphérie, les jeunes actifs préfèrent le centre urbain pour la proximité à l'emploi (Détang-Dessendre *et al.* 2004) et certaines localisations relèvent plus d'une contrainte que d'un choix (Aissaoui, Bouzouina, et Bonnel 2015). Au final, **nous identifions sur l'agglomération dijonnaise, deux types d'espaces denses : le centre-historique et les quartiers d'habitats sociaux**. Dans le premier cas, les individus sont prêts à sacrifier de leur espace de vie pour bénéficier de la proximité à l'emploi et des aménités historiques et modernes du centre principal. La densité apparaît alors comme une contrepartie automatique : résider dans le centre historique, c'est résider dans de petits logements anciens et dans un environnement fortement urbanisé. Dans le cas des quartiers d'habitats sociaux, la densité ne trouve que peu de contreparties avantageuses : distance au centre, faible niveau d'aménité, externalités de voisinage négatives ; la densité est subie plutôt que choisie. Jusqu'à maintenant, nous n'avons pas eu l'opportunité de démontrer que la densité peut être recherchée pour elle-même, pour les interactions sociales qu'elle permet. Tout au plus, elle apparaît comme une caractéristique spatiale acceptée en contrepartie d'attributs spatiaux locaux valorisés.

Conclusion du Chapitre 3

Dans ce chapitre, nous nous sommes attachée à présenter notre terrain d'étude, la communauté urbaine du Grand Dijon. Cet espace apparaît comme un territoire pertinent pour l'analyse des choix résidentiels individuels et l'étude des densités urbaines qui en découle. En effet, l'agglomération présente la plupart des déterminants et attributs spatiaux à l'origine des arbitrages des agents : elle se compose d'un centre principal concentrant la majorité des emplois et également de pôles d'activité secondaires. Le centre historique est caractérisé par de petits logements collectifs alors que ses espaces périphériques proposent de grands habitats individuels. L'arbitrage standard entre proximité à l'emploi et taille du logement est alors bien présent sur cet espace. En outre, le centre-ville de Dijon propose un très haut niveau d'aménités historiques et, en concentrant la plupart des services culturels et de vie urbaine, il est aussi fortement doté en aménités modernes. Quant à ses espaces périphériques, ils présentent de très grandes surfaces d'espaces non développés, synonyme d'aménités vertes. Il est donc possible de rencontrer sur ce territoire les principaux arbitrages de localisation résidentielle tirés de l'Economie Urbaine, s'apparentant aussi bien à un schéma spatial américain qu'europpéen. Enfin, il est important de mentionner que l'agglomération dijonnaise se compose d'un bâti différencié en termes de service résidentiel : le centre est composé du bâti le plus ancien mais non moins valorisé pour son architecture. Les espaces périphériques présentent des logements plus récents issus des mouvements de périurbanisation des années 1970-1980. On trouve enfin dans certains quartiers, des logements très récents, issus de politiques de rénovation urbaine ou d'extension du parc immobilier local, proposant un haut niveau de service résidentiel. L'agglomération dijonnaise apparaît donc comme un terrain propice à l'étude des densités urbaines et son rang d'agglomération de taille moyenne ouvre la possibilité de nombreuses comparaisons avec d'autres territoires français. De même, les outils et méthodes employés dans cette étude permettent une répliquabilité à d'autres espaces. Dans

ce chapitre, nous avons également discuté de **la pertinence des mesures de la densité**. Au travers d'une analyse cartographique, nous avons démontré que l'utilisation de la densité nette permettait une retranscription plus fidèle des concentrations de population. Cet indicateur sera conservé et développé dans la suite de nos travaux, notamment en tant que variable approximant le potentiel d'interactions sociales au sens de Beckmann (1976). La mobilisation de ce ratio a révélé un fait marquant : le centre historique n'apparaît pas comme l'espace le plus intensément occupé de l'agglomération puisque nous avons identifié des pics de densité en périphérie. Afin de comprendre la formation de tels foyers de densité, nous avons réalisé une typologie des quartiers dijonnais permettant de mettre en lien les arbitrages de localisation et l'organisation socio-spatiale qui en découle. La réalisation de cette typologie nous a permis de distinguer quatre types d'espaces sur l'agglomération dijonnaise. Au travers de l'analyse de leurs caractéristiques urbaines et sociales, nous avons identifié les déterminants socio-spatiaux des choix résidentiels et avons mis en avant les arbitrages qui entrent en jeu dans une agglomération de taille moyenne. L'analyse de ces déterminants et arbitrages nous permet de comprendre la formation des fortes densités urbaines ou, au contraire, la faible occupation de certains territoires. Ces différents éléments nous ont permis d'une part, **d'appréhender la structuration socio-spatiale** du Grand Dijon, révélatrice des capacités d'enchère et des préférences des différentes populations ; et d'autre part de **comprendre la formation et la répartition des densités urbaines et sociales au sein de l'agglomération**. Nous avons alors identifié dans quels cas les individus sont prêts à résider dans des espaces intensément occupés et nous avons souligné **l'importance des politiques d'aménagement dans la formation des densités urbaines**, qu'elles relèvent de l'implantation de logements sociaux ou de la création de zones d'activité. Ainsi, cette typologie nous a permis d'identifier deux types d'espaces denses : le centre historique et les quartiers d'habitats sociaux. Dans ces deux cas, il est important d'appréhender la valorisation de la densité par les individus, pour les interactions sociales qu'elle permet. Dans le cas des quartiers d'habitats sociaux, au vu des conditions socio-économiques locales, on pressent des effets de voisinage négatifs, alors que pour les espaces centraux historiques, la présence importante des classes éduquées et aisées peut suggérer une valorisation des interactions sociales au sens de Beckmann (1976). Le chapitre suivant vise à estimer cette potentielle valorisation de la densité au travers de la méthode d'évaluation des prix hédoniques appliquée au logement.

Chapitre 4 : La valorisation de la densité par les individus, une approche par la méthode d'évaluation hédonique

Introduction du Chapitre 4

La revue de littérature théorique d'Economie Urbaine effectuée au Chapitre 2 nous a permis de mettre en avant les grands déterminants spatiaux des choix résidentiels. Nous avons montré que ce choix dépend tout d'abord de l'arbitrage entre proximité au centre et taille du logement. En prenant en considération l'hétérogénéité de l'espace, nous avons identifié les attributs spatiaux guidant les choix résidentiels tels que les aménités naturelles ou historiques, l'existence de pôles d'emploi secondaires ou encore la période de construction du bâti. Par le fonctionnement concurrentiel du marché du foncier, nous avons souligné que chaque espace revêt également un caractère social à l'origine d'externalités de voisinage. Finalement, deux éléments ont retenu notre attention : la densité n'est que très rarement considérée comme un déterminant propre des choix de localisation individuels, elle n'est généralement que le fruit de la concurrence pour l'usage du sol. Lorsque celle-ci est directement intégrée dans l'arbitrage résidentiel des agents, elle apparaît comme une caractéristique spatiale dont la valorisation est ambivalente. En tant que caractéristique de l'environnement bâti, la densité est un attribut spatial non recherché par les individus, ceux-ci exprimant une préférence pour les espaces ouverts et peu denses (Wu, Adams, et Plantinga 2004). En revanche, lorsque la densité est génératrice d'interactions sociales, les individus valorisent les espaces intensément occupés (Beckmann 1976). La seconde étude empirique de la thèse porte principalement sur ces deux résultats théoriques que nous tentons de valider ou d'infirmer. Ce travail donne alors **des pistes de réflexion quant à l'acceptabilité des types de densité par les individus**, éléments essentiels pour les politiques visant un aménagement urbain durable.

Pour mener ce travail, nous mobilisons **la méthode d'évaluation des prix hédoniques appliquée aux biens immobiliers**. Cette méthode permet d'appréhender le prix implicite attribué à chaque attribut du logement par les individus et de constater la valorisation de chacun d'eux. Nous utilisons pour cela la base des transactions immobilières Perval³⁴ sur l'agglomération dijonnaise et nous décrivons chaque bien par des caractéristiques intrinsèques et extrinsèques. La caractérisation de l'environnement résidentiel d'un logement suppose à nouveau l'utilisation de données spatiales traitées avec le SIG QGis. Pour appréhender la valeur accordée à la densité, nous construisons deux variables : une relative à **la densité d'urbanisation** et une relative à **la densité nette dans le voisinage immédiat du logement**. Nous considérons cette mesure de densité nette comme une **approximation du potentiel d'interactions locales**. Pour évaluer la valeur accordée à chaque attribut du logement, nous mobilisons les méthodes économétriques qui consistent, dans notre cas, à régresser le prix total du bien suivant chaque caractéristique. Le logement présentant un caractère spatial marqué, nous utilisons **les outils et modèles d'économétrie spatiale** afin de contrôler les effets spatiaux associés à ce type de bien (autocorrélation spatiale) et déterminer la meilleure spécification de notre modèle. Toutes nos estimations sont réalisées à l'aide du logiciel R.

Dans un premier temps, nous présentons les principales caractéristiques des biens immobiliers et les enjeux de traitement méthodologique qui en découlent, particulièrement ceux liés à l'autocorrélation spatiale. Nous présentons également les principaux modèles économétriques

³⁴ Notaires de France - base de données PERVAL

spatiaux capables de contrôler et mesurer cette dépendance spatiale. Dans un second temps, nous présentons les variables retenues pour notre modèle hédonique ainsi que leur mode de construction. Enfin, nous identifions la meilleure spécification pour notre modèle et procédons aux estimations. Nous réalisons d'abord une estimation globale sur un échantillon constitué de maisons individuelles et d'appartements puis nous segmentons notre marché afin d'apprécier la potentielle **hétérogénéité spatiale de la valorisation de la densité**. Au regard de nos résultats, nous décidons de mener une étude exploratoire mettant en relation **cycles urbains et cycles sociaux** des IRIS de l'agglomération dijonnaise.

I. Caractéristiques et traitement des données immobilières

1. Le logement, un bien spécifique

Selon Cavailhès (2005) le « logement est un bien complexe dont la valeur reflète à la fois des attributs et des caractéristiques liées à sa localisation ». Il est alors devenu habituel de retenir trois principes économiques pour les biens immobiliers qui les distinguent des biens « standards ». En effet, le premier principe réside dans la caractérisation de ce bien. L'achat d'un logement se traduit par l'acquisition d'un « bloc » d'attributs indissociables les uns des autres. Lorsqu'un individu choisit sa résidence, il en acquiert simultanément toutes ses caractéristiques : surface, nombre de pièces, dépendances, environnement, etc... En cela, le logement est un bien indivisible. Selon Lancaster (1966), l'utilité de l'individu découle non plus de la consommation du bien lui-même mais de la consommation de l'ensemble de ses attributs. Le marché immobilier est ainsi constitué de biens différenciés, chacun présentant un vecteur de caractéristiques spécifiques qui lui confère sa valeur.

La formation de cette valeur monétaire constitue dans ce contexte le second principe. En effet, si les biens immobiliers apparaissent comme une agrégation d'attributs, la seule valeur vénale connue est le prix total du bien. Puisque la transaction porte sur ce « bloc » de caractéristiques, nous ne pouvons décomposer le prix offert pour chaque attribut (Gravel 2000). Nous sommes donc en présence de marchés implicites sur lesquels s'échangent des « caractéristiques dont les prix ne sont pas directement observables » (Halleux 2009). Suivant ce constat, Rosen (1974) propose un modèle fondateur relatif à l'évaluation de ces prix implicites, plus connu sous le nom de méthode d'évaluation hédonique. Ce modèle se place dans le cadre d'un marché en concurrence pure et parfaite dans lequel consommateurs et producteurs ont affaire à un bien décrit par un nombre fini de caractéristiques. L'estimation de la valeur attribuée à chacune d'elle se fait en deux étapes. Premièrement, le consommateur détermine le prix total qu'il est prêt à payer pour une combinaison de quantités de chaque attribut, on obtient alors la fonction d'enchère hédonique, soit le prix du logement. En dérivant cette fonction par chaque caractéristique, on obtient dans un second temps, le consentement marginal à payer des individus pour chaque attribut du bien. Plus formellement, on considère N logements composés de K ($k = 1, \dots, K$) caractéristiques. Chaque logement j ($j = 1, \dots, N$) offre une combinaison de quantités x ($x = x_1, \dots, x_k$) des K caractéristiques, tel qu'un logement j est représenté comme une liste décrivant la combinaison des quantités de chaque

caractéristique $(x_1^j, x_2^j, \dots, x_k^j)$. Tous les agents ont une connaissance parfaite des caractéristiques proposées par chaque logement et des quantités de chacune d'elle. Sachant cette combinaison, chaque logement j se voit attribuer un prix de marché $p_j = h(x_1^j, x_2^j, \dots, x_k^j)$. La fonction h est la fonction de prix hédonique qui associe à toutes combinaisons de caractéristiques, le prix d'enchère que doit proposer l'individu pour acquérir cette combinaison (Gravel 2000; Halleux 2009). Il s'agit donc du prix du logement. Suivant la nature concurrentielle du marché immobilier, les agents n'ont pas d'influence sur le niveau des prix, p_j est un prix de marché. En dérivant cette fonction par rapport à l'une des caractéristiques, on obtient le prix implicite attribué à celle-ci :

$$p_{x_1^j} = \frac{\partial p_j}{\partial x_1^j} \quad (41)$$

Plus précisément, nous obtenons le consentement marginal à payer pour une variation marginale d'une caractéristique donnée. **La méthode des prix hédoniques permet donc, à partir du prix total d'un bien, d'estimer la disponibilité à payer des individus pour chaque attribut du logement ou la valeur implicite qu'ils accordent à chacun d'eux.**

Enfin, le dernier principe d'étude des biens immobiliers amène à distinguer les différents types d'attributs qui le composent. Un logement est doté de **caractéristiques intrinsèques** relatives à ses propriétés physiques (surface, nombre de pièces...) mais également d'**attributs extrinsèques**, relatifs à sa localisation. En effet, tout habitat est identifié par une adresse, par des coordonnées géographiques permettant de le placer dans l'espace. Suivant son lieu d'implantation, chaque logement présente un environnement spécifique. Ces différenciations spatiales résultent principalement de la position relative du bien par rapport aux lieux d'intérêts (comme la distance au lieu d'emploi), des attributs spatiaux présents à proximité (aménités naturelles et historiques, transport, équipements publics) ou de la composition socio-économique des habitants du voisinage. Le logement est un bien ancré sur un espace dont il en acquiert les caractéristiques ; il revêt donc un caractère spatial indéniable.

Ainsi, les données immobilières requièrent un traitement méthodologique spécifique. Leur caractère géographique nous amène à considérer les phénomènes d'autocorrélation et d'hétérogénéité spatiale, au cœur des méthodes et outils de la statistique et de l'économétrie spatiale. En outre, le choix de localisation résidentielle relève d'une multitude d'arbitrages réalisés simultanément, engendrant un biais d'endogénéité dans les études portant sur les biens immobiliers.

2. Implications méthodologiques des données immobilières : phénomènes d'autocorrélation et d'hétérogénéité spatiale et processus endogène du choix résidentiel

Dans cette section, nous nous attachons à présenter les biais associés au traitement de données immobilières. Ceux-ci sont de deux types : spatiaux et endogènes. Nous présentons dans un premier temps les processus spatiaux à l'œuvre lors du traitement de données à caractère spatial puis dans un second temps, le caractère endogène du choix de localisation résidentielle.

- Données immobilières et processus spatiaux : la prise en compte des phénomènes d'autocorrélation et d'hétérogénéité spatiale

L'autocorrélation spatiale peut-être définie comme la relation d'interdépendance qui existe entre deux observations et qui est attribuable à leur localisation relative (Griffith 1992). Bien que claire et concise, cette définition n'est cependant pas suffisante pour expliquer comment la localisation crée une relation d'interdépendance entre des observations distinctes. Pour comprendre ce phénomène, deux processus spatiaux sont généralement avancés. Ceux-ci peuvent être appréhendés en premier lieu par la première loi de géographie énoncée par Tobler (1970) selon laquelle « *everything is related to everything else, but near things are more related than distant things* ». Sur un espace, tout est relié à tout, mais les objets proches spatialement sont plus liés entre eux qu'aux objets qui leurs sont distants. Le premier processus spatial mis en avant pour expliquer ce phénomène d'interdépendance tient au fait que des observations proches partagent un environnement similaire. Elles présentent alors des caractéristiques semblables. Le second processus spatial est relatif aux externalités qui existent entre des observations (Lesage et Pace 2009). Les caractéristiques de l'une impactent les caractéristiques de ses voisines et *vice versa*, il existe un phénomène de diffusion spatiale. Suivant la loi de Tobler (1970), cet impact décroît avec la distance qui sépare les observations. Ces deux processus spatiaux conduisent à **observer des valeurs similaires en une même localisation**, qu'elles soient élevées ou faibles (Anselin 1988; Anselin et Bera 1998). On parle d'autocorrélation spatiale positive lorsque l'on observe un regroupement spatial de valeurs semblables ; d'autocorrélation spatiale négative pour un regroupement de valeurs dissemblables et une absence d'autocorrélation se traduit par un schéma spatial aléatoire.

L'autocorrélation est donc le résultat de processus spatiaux mais elle en devient également un indicateur : elle traduit la multiplicité et l'intensité des structures spatiales au sein d'une ville (des concentrations de valeurs similaires sont autant d'environnement différents) (Dubé, Des Rosiers, et Thériault 2011b; Baudry et Maslianskaïa-Pautrel 2011) mais également l'impact et la portée spatiale des effets de diffusion (ou de débordement, ou de *spillovers*) (Griffith 1992). L'autocorrélation spatiale peut être abordée à la fois comme ses causes (environnement similaire, externalité spatiale) et ses conséquences (concentration de valeurs semblables en une même localisation).

En plus d'être un indicateur des schémas et processus spatiaux, l'autocorrélation spatiale est devenu un véritable outil dans les domaines de la statistique et de l'économétrie spatiale. La présence d'une forte dépendance spatiale dans les résidus d'une régression permet de rendre compte de la mauvaise spécification d'un modèle et notamment de l'omission de variables explicatives. Son analyse permet également de détecter les biais engendrés par les découpages administratifs ou statistiques (Le Gallo 2002). Ainsi, l'autocorrélation spatiale est à la fois révélatrice des processus spatiaux mais elle s'avère être également un indicateur technique dans les travaux empiriques portant sur des données géoréférencées.

Dans le cas du marché immobilier, un ensemble d'auteurs (Baumont 2009; Baumont et Legros 2009; Srikhun 2012) décrivent différentes sources d'autocorrélation spatiale :

- Les logements situés dans le même quartier partagent un environnement commun, leur conférant des caractéristiques environnementales similaires, qu'elles soient observables ou non ;
- Les habitats voisins ont généralement été construits à la même période, ils partagent donc des caractéristiques intrinsèques semblables ;
- Ils partagent également des environnements socio-économiques communs qui sont source d'externalités de voisinage³⁵ (exemple du cercle de la dégradation dans les quartiers pauvres mentionné au Chapitre 1 point II.2.3) ;
- La fixation du prix d'un bien se fait généralement sur l'appréciation de la valeur des biens voisins, ainsi, des résidences proches présentent un niveau de prix semblable.

Ainsi, l'autocorrélation spatiale entre les biens immobiliers provient du fait que les logements proches partagent des caractéristiques similaires mais également de l'existence d'un phénomène de diffusion spatiale, dans les caractéristiques comme dans la valeur des biens.

L'hétérogénéité spatiale est le second phénomène associé aux données spatiales et se définit comme « l'instabilité dans l'espace des relations économiques » (Le Gallo 2004). Plus précisément, dans le cas des choix résidentiels, cette hétérogénéité se traduit par le fait que, selon l'espace considéré, les individus ne valoriseront pas un même attribut de la même façon. Prenons par exemple le cas d'un jardin ou d'un parking : ces attributs, très courants dans les espaces ruraux, n'y seront que peu valorisés, mais ils seront en revanche très convoités dans les centres-urbains. Inversement, une desserte de transport en commun, accessible partout en ville, s'avère être un atout majeur dans une commune périphérique peu dotée en infrastructures de transport public. Ainsi, la valorisation des attributs d'un logement est modulée selon les caractéristiques de l'espace considéré, le consentement marginal à payer des individus varie selon le contexte spatial dans lequel ils effectuent leurs arbitrages résidentiels. Dans la pratique, cette hétérogénéité se manifeste au travers de la variabilité spatiale des coefficients estimés et d'un phénomène d'hétéroscédasticité des résidus (variabilité spatiale de la variance des résidus). La présence d'hétérogénéité spatiale soulève alors la question de l'existence de sous-marchés ou de différents « régimes spatiaux » (Anselin 1988; Dubé, Des Rosiers, et Thériault 2011b). Prenons l'exemple de quartiers de centre urbain et des quartiers de communes périphériques. Les quartiers issus d'un même espace (centre ou périphérie) présentent généralement les mêmes caractéristiques, les agents font face aux mêmes arbitrages et auront globalement, la même disponibilité à payer pour les différents attributs spatiaux. En revanche, entre ces deux types d'espace, les arbitrages sont tout à fait différents car ils ne se réalisent pas dans le même contexte spatial : nous avons quasiment affaire à deux marchés immobiliers distincts. Ainsi, la prise en compte de l'hétérogénéité spatiale peut se faire *via* la segmentation du marché immobilier selon les différents contextes spatiaux identifiés.

³⁵ Nous rappelons que Décamps et Gaschet (2013) définissent ces externalités comme « l'interaction entre les comportements individuels des ménages et les caractéristiques (sociales, économiques ou ethniques) de leurs quartiers de résidence » (Cf Chapitre1)

- Endogénéité du choix résidentiel

Lorsque qu'un individu choisit sa résidence, il propose un prix global pour un vecteur de caractéristiques. Ainsi, le choix résidentiel présente un caractère endogène : l'individu choisit simultanément les attributs du logement et le prix implicite qu'il est disposé à payer pour en acquérir l'usage ainsi que la quantité de ces attributs (Dantas 2010; Travers 2007). Cette simultanéité engendre une dépendance entre les variables explicatives du prix du logement et les résidus de l'estimation, entraînant des coefficients estimés biaisés et non convergents. Ce biais méthodologique est généralement traité par la méthode des variables instrumentales qui consiste à remplacer les variables explicatives endogènes par des variables auxiliaires, corrélées à ces variables explicatives mais pas aux résidus.

Dans leurs travaux, Larue *et al.* (2013) évaluent le prix implicite attribué aux aménités urbaines dans la ville d'Angers. Pour cela, les auteurs mobilisent des variables capables de retranscrire la valeur accordée aux attributs intrinsèques et extrinsèques du logement. La valorisation des aménités urbaines est approximée par deux types variables : des indicateurs relatifs aux aménités « vertes » urbaines et au mode d'occupation du sol (distance aux espaces verts, superficie des espaces verts) et des indicateurs relatifs à d'autres éléments urbains (distance au centre ou aux voies de circulation). La variable suspectée d'endogénéité est celle du nombre de pièces de l'habitat. Pour corriger le biais potentiel de simultanéité les auteurs utilisent comme variables instrumentales des caractéristiques des acheteurs (CSP, situation familiale et origine géographique). Le test d'Hausman confirme bien la présence d'un biais de simultanéité. En revanche, dans le même type de travaux portant sur la valorisation du littoral, Bonnieux *et al.* (2008) montrent que ce biais n'est pas vérifié pour la variable relative au nombre de pièces, à la présence d'aménité (littoral) ou au type de maison, et en utilisant comme variables instrumentales les caractéristiques économiques et l'origine géographique des acheteurs. Ainsi, le caractère endogène du choix résidentiel n'est pas confirmé dans tous les travaux.

3. Outils et traitement des données spatiales

3.1 La matrice de pondération spatiale pour spécifier les interactions entre observations

La matrice de pondération spatiale (ou matrice d'interaction spatiale ou de poids), généralement écrite W , a pour but de **retranscrire la relation d'interdépendance qui lie chaque paire d'observation** ainsi que l'intensité de celle-ci. Habituellement basée sur la distance géographique qui sépare les observations, elle peut également s'appuyer sur des indicateurs non spatiaux (flux d'échanges, langue parlée) afin de retranscrire des proximités économiques ou culturelles. Cette matrice W est symétrique et carrée de taille $n \times n$, avec n le nombre d'observations dans l'échantillon. Chaque observation i , dans notre cas un logement, est en relation avec un ensemble d'observations voisines j . Les éléments de la diagonale de la matrice W_{ij} équivalent à zéro, une observation ne peut être voisine d'elle-même, tandis que les autres valeurs W_{ij} de la matrice caractérisent la relation entre l'observation i et j suivant la spécification retenue. Les éléments de W_{ij} sont non stochastiques, non négatifs et finis. La caractérisation de

l'interdépendance spatiale entre deux observations se fait généralement entre trois critères : la contiguïté spatiale, les plus proches voisins ou la fixation d'une distance seuil.

La matrice de contiguïté est généralement utilisée dans le cas de données spatiales agrégées. Les éléments de W_{ij} prennent la valeur de 1 si les deux observations sont voisines, 0 sinon. Si le critère de contiguïté repose généralement sur l'existence d'une frontière commune, cette méthode induit différents voisinages selon le mode de déplacement retenu. Par analogie au jeu d'échec, ces modes de déplacement peuvent suivre celui de la tour (horizontalement et verticalement), celui du fou (en diagonale) et celui de la reine (complètement libre). Dans le cas des deux derniers modes, le critère de la frontière repose alors uniquement sur l'existence d'une coordonnée géographique commune aux observations. Suivant le niveau de contiguïté retenu, il est possible de « moduler » la taille du voisinage. Ainsi, une contiguïté d'ordre 1 fait référence aux voisins immédiats d'une observation, il ne suffit que de traverser une frontière. On peut également définir une contiguïté d'ordre supérieure, renvoyant à des observations plus éloignées : on considère que deux observations i et j sont contiguës à l'ordre k avec k le nombre minimal de frontières à traverser pour aller de i à j (Le Gallo 2002).

Le voisinage d'une observation peut être défini selon une matrice de distance. Sont considérées comme voisines toutes observations comprises dans un rayon $\bar{d}$ de l'observation considérée.

$$W_{ij}(\bar{d}) \begin{cases} w_{ij}(\bar{d}) = 0 \text{ si } i = j, \forall \bar{d} \\ w_{ij}(\bar{d}) = 1 \text{ si } d_{ij} \leq (\bar{d}) \\ w_{ij}(\bar{d}) = 0 \text{ si } d_{ij} > (\bar{d}) \end{cases} \quad (42)$$

Cette spécification peut également attribuer des poids différenciés aux voisins en conservant la distance séparant les observations i et j et en utilisant une fonction de cette distance : par exemple l'application d'une distance inverse permet de donner plus de poids aux observations les plus proches, l'interaction baisse alors avec la distance séparant les logements. Une fonction de la distance inverse au carré renforce encore le poids des observations proches relativement aux observations éloignées et rend compte d'un effet plus local.

Cas d'une distance inverse :

$$W_{ij}(\bar{d}) \begin{cases} w_{ij}(\bar{d}) = 0 \text{ si } i = j, \forall \bar{d} \\ w_{ij}(\bar{d}) = 1/d_{ij} \text{ si } d_{ij} \leq (\bar{d}) \\ w_{ij}(\bar{d}) = 0 \text{ si } d_{ij} > (\bar{d}) \end{cases} \quad (43)$$

Cas d'une distance inverse au carré :

$$W_{ij}(\bar{d}) \begin{cases} w_{ij}(\bar{d}) = 0 \text{ si } i = j, \forall \bar{d} \\ w_{ij}(\bar{d}) = 1/d_{ij}^2 \text{ si } d_{ij} \leq (\bar{d}) \\ w_{ij}(\bar{d}) = 0 \text{ si } d_{ij} > (\bar{d}) \end{cases} \quad (44)$$

La matrice des plus proches voisins consiste à déterminer le voisinage d'une observation suivant la fixation exogène des k plus proches voisins.

$$W_{ij}(k) \begin{cases} w_{ij}(k) = 0 \text{ si } i = j, \forall k \\ w_{ij}(k) = 1 \text{ si } d_{ij} \leq d_i(k) \\ w_{ij}(k) = 0 \text{ si } d_{ij} > d_i(k) \end{cases} \quad (45)$$

Avec d_{ij} est la distance entre les centroïdes des observations i et j , $d_i(k)$ est la plus petite distance entre les centroïdes de i et j permettant d'identifier pour chaque observation, un même nombre k de voisins. On peut souhaiter également conserver la variabilité des poids spatiaux en fonction de la distance séparant les k plus proches voisins et retenir la forme inverse ou inverse au carré :

$$W_{ij}(k) \begin{cases} w_{ij}(k) = 0 \text{ si } i = j, \forall k \\ w_{ij}(k) = 1/d_{ij} \text{ si } d_{ij} \leq d_i(k) \\ w_{ij}(k) = 0 \text{ si } d_{ij} > d_i(k) \end{cases} \text{ ou } W_{ij}(k) \begin{cases} w_{ij}(k) = 0 \text{ si } i = j, \forall k \\ w_{ij}(k) = 1/d_{ij}^2 \text{ si } d_{ij} \leq d_i(k) \\ w_{ij}(k) = 0 \text{ si } d_{ij} > d_i(k) \end{cases} \quad (46)$$

Lorsque l'on souhaite utiliser plusieurs matrices de pondérations, il est d'usage d'employer une matrice standardisée en ligne pour pouvoir comparer les résultats des analyses. La matrice standardisée est telle que la somme des poids de chaque ligne est égale à l'unité et le terme standardisé w_{ij}^* est tel que, pour une ligne relatif à l'observation i :

$$w_{ij}^* = \frac{w_{ij}}{\sum_j w_{ij}} \quad \text{et} \quad \sum_j w_{ij}^* = 1 \quad (47)$$

La définition d'une structure de voisinage combine alors une taille (nombre de voisins) et la valeur des interactions (valeurs des poids) ; nous reviendrons sur le choix de W dans les parties suivantes.

3.2 Les indices d'autocorrélation spatiale

Dans le domaine de la statistique spatiale, il existe deux grands types d'indicateurs permettant de retranscrire les phénomènes d'interdépendance entre observations : les indices globaux, qui caractérisent la totalité d'un échantillon, et les indices locaux, spécifiques à certaines observations ou localisations. Ces derniers permettent de mettre en évidence l'hétérogénéité d'un échantillon tandis que les indices globaux révèlent un schéma spatial global sous l'hypothèse d'homogénéité des observations. Nous présentons brièvement les principaux indices globaux et locaux permettant de mesurer l'interdépendance spatiale entre des observations.

L'indicateur global le plus utilisé est l'indice de Moran (1948; 1950), repris notamment par Cliff et Ord (1970; 1981). Formellement cette statistique s'écrit comme suit :

$$I = \frac{\sum_i \sum_j w_{ij} (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{S_0} \bigg/ \frac{\sum_i (x_i - \bar{x})^2}{N} \quad (48)$$

Avec w_{ij} , les termes de la matrice d'interaction définie préalablement, $S_0 = \sum_i \sum_j w_{ij}$, soit la somme de tous les termes³⁶ et $\bar{x} = (1/N) \sum_i x_i$. Cet indice s'interprète comme le ratio de la covariance entre observations voisines et la variance totale de l'échantillon (Jayet 2001; Le Gallo 2002) et sa valeur est comprise entre -1 et 1 qui représentent respectivement, une dispersion parfaite (structure en échiquier) et une corrélation parfaite (concentration de valeurs similaires). Lorsque l'indice de Moran prend la valeur 0, il n'y a aucun schéma de concurrence ou d'association spatiale, la variable étudiée est répartie de façon aléatoire dans l'espace.

L'indice de Geary est un autre indicateur d'autocorrélation spatiale globale compris entre 0 et $+\infty$. Un indice $c < 1$ indique une autocorrélation spatiale positive, une valeur de 1 indique une absence d'interdépendance spatiale et un indice $c > 1$, une autocorrélation spatiale négative. Formellement, l'indice de Geary s'écrit comme suit :

$$c = \frac{\frac{1}{2W} \sum_i \sum_j w_{ij} (x_i - x_j)^2}{\frac{1}{n-1} \sum_i (x_i - \bar{x})^2} \quad (49)$$

Anselin (1995) développe l'Indice de Moran Local (LISA) permettant de mesurer l'autocorrélation spatiale au niveau local. Cet indice permet de capter les schémas d'associations spatiales locales, soit des concentrations de valeurs similaires ou dissimilaires sur l'espace. Les observations sont alors classées en quatre clusters : HH (l'observation présente une valeur élevée et est entourée de valeurs similaires) ; LL (l'observation présente une valeur faible et est entourée de valeurs faibles) ; LH (l'observation présente une valeur faible et est entourée de valeurs élevées) et HL (l'observation présente une valeur élevée et est entourée de valeurs faibles).

$$I_i = \frac{(n-1)(x_i - \bar{x}) \sum_{j=1}^n w_{ij} (x_j - \bar{x})}{\sum_{j=1}^n (x_j - \bar{x})^2} \quad (50)$$

Bien que leur usage soit très répandu, ces indices d'autocorrélation spatiale présentent tout de même deux principales limites méthodologiques à prendre en considération. Tout d'abord le résultat de ces indices dépend de la matrice d'interaction spatiale définie préalablement. Selon, le périmètre de voisinage fixé ou selon le poids attribué aux différentes observations, le niveau d'autocorrélation spatiale mesuré ne sera pas le même. La réalisation d'un corrélogramme entre niveau d'autocorrélation et niveaux de voisinage peut-être mobilisé pour choisir la matrice à utiliser, par exemple, celle qui maximise l'autocorrélation spatiale. Le corrélogramme permet en effet

³⁶ Lorsque la matrice W est standardisée en ligne, S_0 est égal au nombre d'observation N .

d'appréhender la variation de la dépendance spatiale entre observations suivant différents niveaux de voisinage. Par exemple, dans les analyses à l'échelle des agglomérations ou des aires urbaines, au fur et à mesure que la distance entre les observations augmente (et donc que le périmètre du voisinage s'accroît), les « voisins » ont tendance à posséder des caractéristiques différentes et donc l'autocorrélation spatiale tend à diminuer. En outre, ces indices souffrent du problème « MAUP » (Modifiable Areal Unit Problem) : le mode d'agrégation des unités spatiales ou leur découpage statistique ou administratif impacte la mesure de la dépendance entre observations (Arbia 1989; Griffith 1992).

3.3 Méthode d'estimation du modèle hédonique et prise en compte de l'autocorrélation spatiale

La méthode d'évaluation hédonique vise à estimer la valeur implicite que les individus attribuent à chaque caractéristique d'un logement. Sous l'hypothèse que les observations sont indépendantes et identiquement distribuées (iid), la méthode des Moindres Carrés Ordinaires (MCO) permet de régresser le prix total du bien en fonction de chaque attribut. Sous forme matricielle et en posant A le vecteur unité de dimension n , n étant le nombre d'observations, le modèle hédonique s'écrit :

$$y = \alpha A + X\beta + Z\gamma + \varepsilon \quad (51)$$

$$\varepsilon \sim iid(0, \sigma^2 I)$$

Avec y le vecteur $(n \times 1)$ des prix des biens immobiliers, soit la variable endogène ou expliquée ; X la matrice $(n \times l)$ des l caractéristiques intrinsèques et Z , la matrice $(n \times m)$ des m caractéristiques extrinsèques. Les matrices X et Z sont composées des variables exogènes ou explicatives. α est la constante, β et γ sont les vecteurs des coefficients estimés des l caractéristiques intrinsèques et des m caractéristiques extrinsèques. ε est le vecteur $(n \times 1)$ des résidus de l'estimation supposés indépendants et identiquement distribués et I la matrice identité de dimension $(n \times n)$.

Cependant, les données immobilières revêtent un caractère spatial à l'origine d'un phénomène d'interdépendance entre les observations. Dans ce cas, les estimateurs des MCO sont biaisés et non efficaces, remettant en cause la démarche d'inférence statistique (Le Gallo 2004). La détection de ce phénomène se fait au travers de l'analyse des résidus de l'estimation, ceux-ci apparaissent alors autocorrélés. Les modèles et outils de l'économétrie spatiale visent à pallier ces problèmes méthodologiques en intégrant les différentes formes que peut prendre l'autocorrélation spatiale et en proposant des méthodes d'estimation adaptées. Comme nous l'avons mentionné précédemment, quatre sources d'autocorrélation spatiale ont été identifiées dans le cas des données immobilières :

- 1) L'effet de diffusion spatiale des prix immobiliers : le prix d'un logement dépend de ses attributs et du prix des logements voisins ;
- 2) Le partage de caractéristiques communes : les biens voisins partagent un même environnement et ont été construits à la même période ;
- 3) L'existence d'externalités de voisinage : le prix d'un logement dépend de ses attributs et des attributs des logements voisins ;
- 4) L'existence de caractéristiques inobservables communes à des biens spatialement proches.

Suivant ces sources de dépendance spatiale, le processus autorégressif ne s'applique pas sur les mêmes variables, nous amenant à considérer différents modèles économétriques. Dans le premier cas, l'interdépendance se réalise sur la variable de prix, soit la variable endogène ; dans le second et troisième cas, la dépendance découle des variables explicatives ; dans le dernier cas, l'autocorrélation spatiale se reflète dans les résidus. Nous présentons brièvement les principaux modèles économétriques permettant de prendre en compte et mesurer ces relations spatiales. Ces modèles spatiaux sont généralement estimés par la méthode du maximum de vraisemblance, celle des variables instrumentales ou celle des moments généralisés, permettant d'obtenir des coefficients estimés fiables (Le Gallo 2002; Le Gallo 2000).

- **Variable endogène spatialement décalée : Spatial Autoregressive Model (SAR)**

Dans ce modèle, la dépendance spatiale se réalise sur la variable endogène, dans notre cas, le prix du logement. Ce phénomène apparaît lorsque la fixation du prix d'un bien immobilier se fait sur l'appréciation de la valeur des biens voisins, il existe donc un effet de diffusion des prix immobiliers entre observations voisines.

$$y = \alpha A + \rho Wy + X\beta + \varepsilon \quad (52)$$

$$\varepsilon \sim iid(0, \sigma^2)$$

Avec y le vecteur $(n \times 1)$ des prix des logements, X la matrice $(n \times l)$ des l caractéristiques et ε le vecteur $(n \times 1)$ des résidus. α est la constante et β le vecteur des coefficients estimés. W est la matrice de poids $(n \times n)$ établie préalablement qui caractérise la relation entre chaque paire d'observations. Wy est la variable endogène décalée, soit le prix moyen des logements voisins d'une observation lorsque W est standardisée. Le paramètre ρ mesure le degré de dépendance spatiale entre les observations relatif à la variable expliquée, c'est « l'effet d'interaction endogène » (Elhorst 2010). Dans notre cas, il s'agit de l'influence des prix des logements voisins sur le prix d'un logement donné. La non prise en compte de cette variable endogène spatialement décalée induit des estimateurs biaisés et non convergents (Le Gallo 2000).

- **Variables exogènes spatialement décalées : Spatial Lag Model (SLX)**

Dans ce modèle le processus autorégressif apparaît dans les variables explicatives (Lesage et Pace 2009). C'est le cas lorsque les logements partagent des caractéristiques intrinsèques ou extrinsèques similaires et/ou qu'ils génèrent des externalités (négatives ou positives) entre eux, c'est « l'effet d'interaction exogène entre les variables indépendantes » (Elhorst 2010). Par exemple, dans le cas de variables extrinsèques, on aura :

$$y = \alpha A + X\beta + WZ\gamma + \varepsilon \quad (53)$$

$$\varepsilon \sim iid(0, \sigma^2 I)$$

Avec y le vecteur $(n \times 1)$ des prix des logements, X la matrice $(n \times l)$ des l caractéristiques intrinsèques et Z le vecteur $(n \times m)$ des m caractéristiques extrinsèques, source de dépendance spatiale. ε est le vecteur des résidus de l'estimation. α est la constante, β et γ sont les vecteurs des coefficients estimés. W est la matrice de poids et WZ est la variable endogène décalée, soit les

caractéristiques extrinsèques moyennes des logements voisins d'une observation lorsque W est standardisée. En l'absence d'une autre forme de dépendance spatiale, le modèle estimé par les MCO fournit des estimateurs non biaisés et efficaces.

- **Autocorrélation spatiale dans les résidus : Spatial Error Model (SEM)**

Dans ce modèle, la dépendance spatiale est spécifiée dans le terme d'erreur.

$$\begin{aligned} y &= \alpha + X\beta + \varepsilon \\ \varepsilon &= \lambda W\varepsilon + u \\ u &\sim iid(0, \sigma^2 I) \end{aligned} \tag{54}$$

Avec y le vecteur $(n \times 1)$ des prix des logements, X la matrice $(n \times l)$ des l caractéristiques du logement et ε , le vecteur des résidus de l'estimation. α est la constante, β le vecteur des coefficients estimés et W la matrice de poids. L'intensité de la dépendance spatiale des résidus est retranscrite par λ . Sous l'hypothèse que les résidus sont indépendants des variables explicatives, la non prise en compte de l'autocorrélation spatiale des erreurs génère des estimateurs non biaisés mais inefficients (Le Gallo 2002). Le modèle SEM permet de rendre compte d'une mauvaise spécification économétrique. La détection d'autocorrélation spatiale dans le terme d'erreur s'interprète comme l'omission de variables explicatives, d'erreurs de mesure ou de l'utilisation d'une forme fonctionnelle inadaptée (Le Gallo 2002). Dans le cas du marché immobilier, la dépendance spatiale des résidus peut être liée à l'existence de caractéristiques inobservables d'un quartier ou aux préférences des individus.

Ces trois modèles permettent de contrôler et/ou d'évaluer l'intensité de l'interdépendance entre observations, que celle-ci soit attribuée à la variable endogène (le prix), aux variables exogènes (caractéristiques similaires ou externalités entre biens voisins) ou aux résidus. Il est important de noter que les modèles SAR et SLX permettent de rendre compte d'effets de diffusion entre observations voisines alors que le modèle SEM permet uniquement de contrôler l'existence d'interdépendances spatiales. De même, ces formes de dépendances spatiales ne sont pas mutuellement exclusives, il est possible que la relation de dépendance spatiale agisse sur ces différentes variables simultanément.

- **Variables endogène et exogènes spatialement décalées : Spatial Durbin Model (SDM)**

Le modèle Durbin Spatial est une combinaison du modèle SAR et SLX. Il permet de prendre en compte à la fois la dépendance spatiale liée à la variable expliquée et celle relative aux variables exogènes. Il nous permet de considérer les effets de diffusion du prix immobilier aux biens voisins ainsi que l'impact des caractéristiques environnementales similaires et des effets d'externalités de voisinage.

$$\begin{aligned} y &= \alpha A + \rho W y + X\beta + \theta W Z + \varepsilon \\ \varepsilon &\sim iid(0, \sigma^2 I) \end{aligned} \tag{55}$$

Avec y le vecteur ($n \times 1$) des prix des logements, X le vecteur des l caractéristiques intrinsèques et le vecteur Z celui des m caractéristiques extrinsèques, corrélées spatialement. Wy est la variable endogène spatialement décalée et WZ le vecteur des variables exogènes spatialement décalées. Le paramètre ρ nous renseigne sur l'intensité de dépendance spatiale associée à la variable endogène, α est la constante, β et θ sont les vecteurs des coefficients estimés et ε , celui des résidus. Notons que ce modèle est une généralisation des modèles plus spécifiques SAR et SLX. Nous retrouvons le modèle SAR lorsque $\theta = 0$ (les variables exogènes ne sont pas spatialement décalées) et le modèle SLX lorsque $\rho = 0$ (pas d'effet de diffusion spatiale des prix immobiliers). Notons également que le modèle SDM et le modèle SEM sont liés, sous l'hypothèse que $\theta = -\rho\beta$, nous retrouvons le modèle SEM (Elhorst et Vega 2013; Maslianskaïa-Pautrel et Baumont 2015).

- **Variables exogènes spatialement décalées et autocorrélation des erreurs : Spatial Durbin Error Model (SDEM)**

Ce modèle considère que l'autocorrélation spatiale est présente à la fois dans les variables explicatives et dans les résidus, il est une combinaison du modèle SLX et du modèle SEM.

$$\begin{aligned} y &= \alpha + X\beta + WZ\gamma + \varepsilon \\ \varepsilon &= \lambda W\varepsilon + u \\ u &\sim iid(0, \sigma^2 I) \end{aligned} \quad (56)$$

Avec y le vecteur des prix des logements, X le vecteur des l caractéristiques intrinsèques, Z celui des m caractéristiques extrinsèques spatialement décalées et ε le vecteur des résidus. α est la constante et β et γ les vecteurs des coefficients estimés. W est la matrice de poids et WZ est la matrice des variables exogènes décalées, soit les caractéristiques moyennes des logements voisins d'une observation lorsque W est standardisée. L'intensité de la dépendance spatiale des résidus est estimée par λ .

Avant de continuer nos développements, il est important de se pencher sur la nature des effets spatiaux pris en compte dans ces modèles économétriques. Au travers de l'introduction d'une matrice d'interdépendance, ces modèles (hormis le modèle SEM) permettent de rendre compte des phénomènes de diffusion spatiale des prix et des caractéristiques des logements entre biens voisins. Cependant, ces modèles rendent compte d'un autre effet, celui du **multiplicateur spatial**. Pour expliquer cet effet, reprenons le modèle SAR et présentons sa forme réduite :

$$\begin{aligned} y &= \alpha A + \rho Wy + X\beta + \varepsilon \\ y &= (I - \rho W)^{-1} \alpha A + (I - \rho W)^{-1} X\beta + (I - \rho W)^{-1} \varepsilon \end{aligned} \quad (57)$$

La forme réduite du modèle SAR montre que la variable expliquée y dépend à la fois de la valeur moyenne prise par le vecteur $X\beta$ mais également d'une combinaison linéaire des valeurs prises par les observations voisines et mesurées par le paramètre ρ (LeSage 2008; Elhorst 2010).

$$(I - \rho W)^{-1} = In + \rho W + \rho^2 W^2 + \rho^3 W^3 + \dots \quad (58)$$

Puisque W , W^2 et W^3 représentent des ordres de contiguïté de voisinage toujours plus élevés, alors toutes les observations sont reliées entre elles au travers de la matrice inverse $(I - \rho W)^{-1}$. Ainsi, la valeur d'un logement – la valeur de y – dépend à la fois de ses propres caractéristiques, de la valeur des observations voisines mais également de la valeur prise par toutes les autres observations. $(I - \rho W)^{-1}$ représente **le multiplicateur spatial**, dont l'**effet décline avec la distance** qui sépare deux observations. Ce multiplicateur induit également **un effet de rétroaction** entre les observations : si un choc se produit sur une observation, il affectera toutes les autres mais l'impact de ce choc sera plus important pour les observations voisines que pour celles qui en sont éloignées (LeSage 2008; Maslionskaïa-Pautrel et Baumont 2015). Ainsi, les caractéristiques d'une observation sont influencées par toutes les autres observations, et les caractéristiques d'une observation influencent celles de toutes les autres, mais cette influence diminue avec la distance qui sépare les observations.

II. Choix et construction des variables du modèle hédonique

Dans ce travail, nous mobilisons la base de données Perval qui recense des transactions immobilières au niveau national. Cette base est issue des études notariales et relève du volontariat de celles-ci, qui choisissent de l'alimenter ou pas. Elle concerne des transactions de différents types tels des maisons individuelles ou appartements mais également des locaux d'activité, des immeubles ou des terrains. Plus précisément, nous travaillons sur la base Perval 2013-2014 appliquée à l'aire urbaine de Dijon qui recense plus de 6000 transactions immobilières sur la période. Nous ne retenons que les transactions relatives à des maisons individuelles et appartements. Pour chaque logement, nous disposons d'informations sur ses caractéristiques physiques (surface, nombre de pièces, annexes etc...), sur sa localisation (adresse, coordonnées géographiques x et y) mais également des caractéristiques sur les vendeurs et acheteurs ainsi que des éléments concernant la qualité du logement (étiquette énergétique, état général du bien).

La première étape de ce travail est de géolocaliser les transactions et de ne conserver que celles réalisées sur l'agglomération dijonnaise. Pour cela, deux variables sont disponibles dans la base de données à savoir l'adresse postale et les coordonnées géographiques (longitude, latitude). Nous privilégions le géoréférencement à l'adresse car certaines coordonnées x , y sont mal renseignées : près de 10% des observations³⁷ présentent les mêmes coordonnées et ne se trouvent pourtant pas à la même adresse. La géolocalisation à l'adresse postale est réalisée par l'extension MMQGis du logiciel QGis qui s'appuie sur les données Google Map ou Open Street Map. En combinant les données des deux années (2013 et 2014), notre échantillon localisé dans le Grand Dijon se compose de 4419 observations sur les 6052 de départ. Ce regroupement de données collectées à deux dates différentes n'engendre pas de biais dans notre travail. Sur cette période, l'environnement de

³⁷ 445 observations dont 59 maisons individuelles et 386 appartements

l'agglomération est relativement stable, nous ne recensons pas d'opérations d'aménagement urbain susceptibles de modifier le niveau de prix immobiliers entre ces deux dates³⁸.

En outre, notre travail porte sur un échantillon composé à la fois de maisons individuelles (1005 observations) et d'appartements (3414 observations) ; nous n'effectuons pas de segmentation suivant le type de bien. Deux raisons principales guident ce choix méthodologique. Notre objectif premier est d'étudier la valorisation des densités urbaines sur un territoire urbain dans son ensemble, une segmentation préalable n'est donc pas appropriée. De plus, au vu de la répartition spatiale des maisons individuelles et des appartements (Figure 44), une segmentation sur le critère du type d'habitat ne semble pas pertinente pour appréhender l'hétérogénéité spatiale de la valorisation des densités, la plupart des maisons étant situées dans le centre dijonnais, tout comme les appartements.

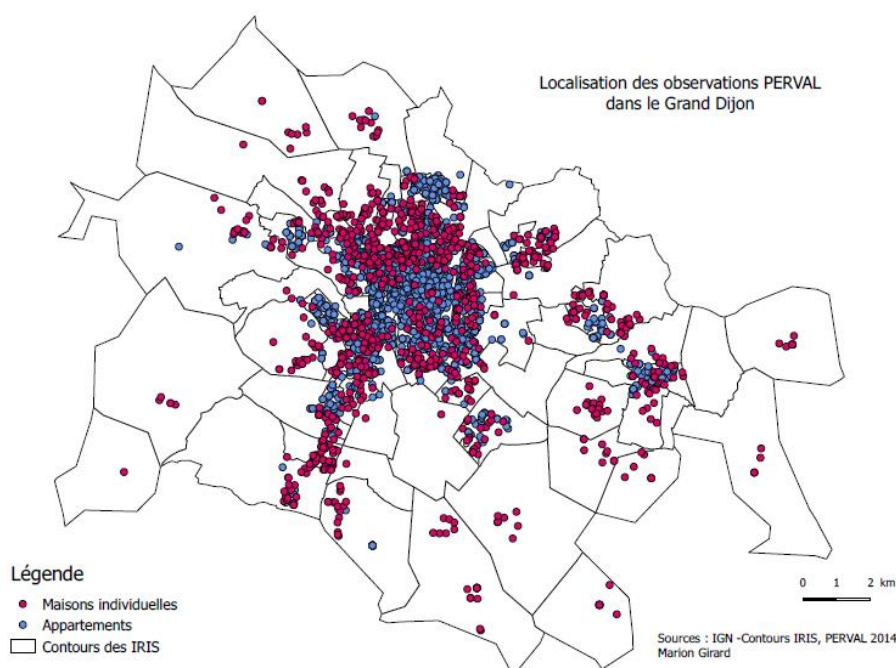


Figure 44 : Localisation des observations Perval dans le Grand Dijon

Au total, notre travail empirique est réalisé sur un échantillon de 4419 observations localisées dans l'agglomération du Grand Dijon, composé de 1005 maisons individuelles et 3414 appartements.

Le choix des variables dépend à la fois de l'objet d'étude mais aussi de la disponibilité de l'information. Notre objectif est d'estimer les prix implicites des attributs du logement, qu'ils relèvent de caractéristiques intrinsèques ou extrinsèques. Les premières sont directement tirées de la base de données Perval et sont relatives aux caractéristiques physiques du logement et à son prix.

³⁸ Les aménagements urbains récents du Grand Dijon sont principalement la mise en circulation des deux lignes de tramway ainsi que les opérations de piétonisation du centre-ville (première phase en 2012 et seconde en 2015). Le tramway est inauguré fin 2012 et les premiers travaux de piétonisation ont débuté en 2012 pour s'achever début 2013. Néanmoins, nous considérons que les transactions réalisées avant l'achèvement des zones piétonnes se placent dans un cadre « post travaux » : ces derniers ont déjà commencé, la circulation est déjà fermée aux automobiles et le projet est déjà bien connu des habitants. Nous supposons donc que ces aménagements sont capitalisés dans toutes les transactions de notre échantillon, de début 2013 à fin 2014.

Les secondes sont des variables créées à partir d'autres sources de données, principalement des données spatialisées, capables de retranscrire l'environnement résidentiel et pour lesquelles la localisation du logement, donnée dans la base Perval, est nécessaire. **Chaque logement est finalement caractérisé par 17 variables, 10 relevant de caractéristiques intrinsèques et 7 de caractéristiques extrinsèques.**

1. Les variables du modèle hédonique

L'objectif de notre modèle est d'estimer le prix implicite des attributs du logement à partir du prix total du bien. Notre variable expliquée est donc le prix du logement, que nous régressons suivant chaque caractéristique intrinsèque et extrinsèque.

Tableau 18 : Statistiques descriptives des variables de prix

Variables	Description	Taux de renseignement	Moyenne	Médiane	Min	Max
Prix HT (PX_HT)		100 %	145 380 €	124 000 €	1 500 €	1 235 000 €
Prix au mètre carré (PX_M2)	Prix / surface habitable	94 %	2 126,6 €	2 090,6 €	187,5 €	29 650 €

1.1 Choix des variables intrinsèques

Ces variables sont directement issues de la base Perval et la sélection se fait sur un critère de pertinence – quelles variables caractérisent un logement ? – et de disponibilité de l'information. En effet, le taux de renseignement varie beaucoup entre les variables, nous amenant à en écarter certaines de nos travaux. C'est surtout le cas des « nouvelles » variables essentiellement liées aux caractéristiques énergétiques du logement. Depuis 2006, le Diagnostic de Performance Énergétique (DPE) est obligatoire pour toutes ventes immobilières, conférant à chaque logement une étiquette énergétique. Cependant, et comme le précise le ministère, la nécessité de développer des outils fiables et des modes de calcul adaptés ont retardé la mise en place de ce diagnostic³⁹. Ce n'est qu'à partir de 2012 que les méthodes et outils de diagnostic ont été arrêtés et mis à disposition des experts. Les données énergétiques de la période 2013-2014 sont donc peu renseignées : moins de 44% des maisons et moins de 34% des appartements présentent cette étiquette énergétique. Nous évacuons également les variables administratives et comptables (taux de TVA, date de mutation) et contractuelles (droit proportionnel, type de négociation, viager), qui ne nous renseignent pas sur les caractéristiques des biens. Enfin, chaque logement est associé à des variables de localisation à savoir la commune d'appartenance et son code INSEE ainsi que l'IRIS dans lequel est localisé le bien et le code IRIS associé⁴⁰. Au total, chaque logement est caractérisé par 10 variables intrinsèques dont le détail est donné dans le Tableau 19. Dans notre échantillon, nous remarquons que certaines

³⁹ <http://www.developpement-durable.gouv.fr/-Diagnostic-de-Performance,855-.html>

⁴⁰ Le référencement des logements à la commune et à l'IRIS a été réalisé via le SIG QGIS

valeurs apparaissent comme aberrantes (maximum de 99 salles de bain, 102 parkings et 99 étages). Ces données proviennent vraisemblablement d'erreurs lors de la déclaration ou de l'enregistrement d'une transaction immobilière dans la base Perval. Nous traitons ces observations aberrantes par la suite.

Tableau 19 : Variables intrinsèques du modèle

Variables	Description	Taux de renseignement	Moyenne (ou répartition pour les variables qualitatives)	Médiane	Min	Max
Surface habitable (HABSURF)	Surface en mètres carrés	94 %	68,97	64	2	1 047
Nombre de pièces principales (NBPPAL)		99 %	3,31	3	0	13
Nombre de salle de bain (NBSDB)		98 %	1,78	1	0	99
Nombre de parking (NBPARK)		78 %	0,89	0	0	102
Nombre de niveaux (NBNIV)	- Pour les appartements : étage du bien - Pour les maisons : nombre de niveaux de l'habitation	94 %	2,20	2	-1	99

Epoque de construction (EPOQUE)	9 modalités : - A : avant 1850 - B : entre 1850 et 1913 - C : entre 1914 et 1947 - D : entre 1948 et 1969 - E : entre 1970 et 1980 - F : entre 1981 et 1991 - G : entre 1992 et 2000 - H : entre 2001 et 2010 - I : entre 2011 et 2020	85 %	A : 50 (1%) B : 189 (4%) C : 485 (12%) D : 990 (22%) E : 828 (19%) F : 329 (7%) G : 341 (8%) H : 274 (6%) I : 255 (6%) NA : 678 (15%)			
Annexe (grenier, cellier, cave, sous-sol, dépendance) (ANNEXE)	Variable dichotomique - « O » : oui - « N » : non	94 %	N : 206 (5%) O : 3 963 (90%) NA : 250 (5%)			
Nombre d'annexes (Nb_ANNEXE)		94 %	2,08	2	0	7
Extérieur (balcon, terrasse, loggia, jardin) (EXTERIEUR)	Variable dichotomique - « O » : oui - « N » : non	78 %	N : 953 (22%) O : 2 475 (56%) NA : 991 (22%)			
Nombre d'extérieurs (Nb_EXTERIEUR)		78 %	0,84	1	0	3

1.2 Choix et construction des variables extrinsèques

Les variables extrinsèques ont pour but de caractériser l'environnement d'un logement. L'environnement résidentiel représente l'environnement quotidien vu et perçu par les individus qui y résident (Rougerie 1975), c'est un espace « organisé dans sa structure et ses fonctions » (Sahraoui, Lunardi, et Antoni 2014). Pour décrire celui-ci, nous mobilisons les déterminants théoriques de localisation mis en avant au Chapitre 2. Suivant les théories de l'Economie Urbaine, les localisations se distinguent selon :

- Leur distance aux centres d'emploi (principal et secondaires) ;
- La présence d'aménités (naturelles, historiques, modernes) ;
- L'âge du logement.

Suivant les théories présentées au chapitre 1 concernant les phénomènes de ségrégation socio-spatiale (Chapitre 1 point II.2.3), nous distinguons également les localisations selon leur statut socio-économique. En effet, la recherche d'externalités de voisinage positives, ou au contraire, les stratégies d'évitement de certaines populations, guident également les choix résidentiels. Par ailleurs, de nombreux travaux empiriques démontrent que ces effets de quartiers sont capitalisés dans les prix des logements (Ioannides et Zabel 2003; Ioannides et Zabel 2008; Baumont 2009; Décamps et Gaschet 2013). Ainsi, la composition sociale d'un quartier est considérée comme un attribut d'une localisation.

Nous intégrons deux variables supplémentaires essentielles de ce travail empirique : la **densité nette** et la **hauteur du bâti**. La première est théoriquement valorisée par les agents, pour les interactions qu'elle facilite et amplifie (Beckmann 1976; Brueckner et Largey 2008) ; la seconde apparaît comme une caractéristique spatiale non recherchée par les individus, ces derniers ayant une préférence pour les espaces ouverts et peu développés (Fujita 1989; Wu *et al.* 2004).

L'environnement d'un logement est caractérisé par sept variables, que nous détaillons par la suite :

- 1) La distance au CBD ;
- 2) La distance minimale à un centre secondaire d'emploi (SBD) ;
- 3) L'accessibilité au réseau de transport en commun ;
- 4) La part de la végétation ;
- 5) La composition sociale du quartier ;
- 6) La hauteur du bâti ;
- 7) La densité nette.

Il est important de noter que ces variables sont réalisées à deux échelles différentes : certaines sont construites à l'échelle de l'IRIS, d'autres, à l'échelle du logement ou de son voisinage immédiat. **L'échelle du voisinage immédiat correspond à un périmètre de 100 mètres autour du logement.** Le choix de ce seuil se base sur différentes observations. Tout d'abord, les travaux de Cavailhès *et al.* (2007; 2009) démontrent que l'environnement auquel est sensible l'individu est celui qu'il voit par sa fenêtre. Au-delà d'une centaine de mètres, ces travaux montrent que les individus sont myopes, les éléments du paysage lointain n'ont que peu d'impact sur le prix d'un bien. Dans leur étude, Larue *et al.* (2013) appréhendent le type d'occupation du sol préféré par les individus, le voisinage d'un logement est établi dans un périmètre de 100 mètres et 500 mètres. Enfin, les travaux de Sahraoui *et al.* (2014) utilisent deux seuils, un représentant le voisinage immédiat dans un rayon de 50 mètres et un second, l'environnement proche dans un rayon 500 mètres. Le premier

correspond à l'environnement visible autour du logement, le second est associé à l'espace de déplacement quotidien. Suivant ces différents travaux, nous décidons de **fixer le périmètre du voisinage immédiat d'une observation à un rayon de 100 mètres** autour de celle-ci.

Nous détaillons par la suite la construction de chaque variable environnementale et justifions l'échelle retenue pour chacune d'elle, soit l'échelle du quartier, soit celle du voisinage immédiat. Soulignons également le fait que nous utilisons les données INSEE les plus proches temporellement de nos transactions immobilières, à savoir celles issues du recensement de 2012⁴¹. Ces variables sont récapitulées dans le Tableau 21.

❖ Distance au CBD

Cette variable est réalisée à l'échelle du logement. Par les outils de géomatique, nous calculons la distance qui sépare chaque observation du centroïde du pôle « CDB ». Pour éviter les problèmes de multicolinéarité entre variables, la distance au CBD représente à la fois l'accessibilité au pôle d'emploi principal, aux aménités historiques et endogènes. Puisque le centre historique concentre la majorité du patrimoine remarquable (cf carte de la Figure 33 Chapitre 3) et des activités culturelles et de « vie urbaine », nous n'ajoutons pas d'autres variables relatives à ces attributs spatiaux.

❖ Distance Minimale à un SBD

Cette variable est réalisée à l'échelle du logement. Nous calculons la distance entre chaque observation et les centroïdes des six pôles d'emploi secondaires identifiés au Chapitre 3⁴². Nous ne retenons que la distance au pôle secondaire le plus proche, ce qui nous permet d'appréhender la recherche de proximité au lieu de travail (Baumont 2009).

❖ Accessibilité au / par le réseau de transport en commun Divia

Cette variable est construite à l'échelle de l'IRIS. Nous utilisons pour cela la base de données Divia⁴³ (réseau de transport urbain dijonnais) qui géolocalise les arrêts et lignes passant dans chaque IRIS. Cette base de données n'étant pas exhaustive concernant le nombre d'arrêts (517 géolocalisés sur 1125 en réalité), nous travaillons sur les lignes de bus et tramway. Cette variable indique donc le nombre de lignes passant dans chaque IRIS. Nous avons choisi de traiter cette variable à l'échelle de l'IRIS pour deux raisons :

- Du fait du manque d'exhaustivité de la base relative aux arrêts de bus et tramway, la distance à l'arrêt le plus proche est biaisée ;
- L'accessibilité au réseau repose certes sur la distance qui sépare le logement du premier arrêt mais elle dépend également fortement du nombre de zones auxquelles l'individu peut accéder suivant les lignes qui circulent dans son quartier. Le nombre de lignes approxime également le nombre d'arrêts possibles. L'accessibilité dépend donc plus de la dotation dans l'environnement proche (le quartier) que de l'environnement immédiat (Sahraoui *et al.* 2014).

⁴¹ Le problème du nombre de modalités pour l'âge du bâti ne se pose pas puisque cet attribut est donné par la base Perval (contrairement à l'étude empirique du Chapitre 3 dans lequel nous utilisons le RP2010)

⁴² Pôle Nord, pôle Sud, pôle de Chevigny, pôle de Quetigny, pôle de Fontaine-les-Dijon, pôle Université-Bocage

⁴³ Base de données fournie par le Grand Dijon

❖ Part de la végétation

Cette variable est construite à l'échelle du logement. Nous calculons la part de surface végétalisée dans un rayon de 100 mètres autour de l'observation. Le choix de cette distance repose sur deux observations :

- Les individus sont sensibles à ce qu'ils voient depuis leur fenêtre, mais le paysage lointain n'a que peu de valeur (Cavailhès *et al.* 2007; Cavailhès *et al.* 2009).
- Les individus valorisent la présence d'aménités vertes de grande superficie mais pas la proximité à celle-ci (Larue, Appéré, et Travers 2013). L'accessibilité à de grands espaces verts (parcs urbains, espaces « ouverts » périphériques) dépend de la dotation à l'échelle de la ville, voire de l'agglomération.

Ainsi, nous considérons que la présence de végétation n'impacte le prix du logement que si elle se trouve dans le voisinage immédiat du logement.

❖ La composition sociale du quartier : Cluster social

Cette variable est construite à l'échelle de l'IRIS sur la base des données du recensement INSEE 2012. Nous réalisons une typologie des quartiers de l'agglomération dijonnaise visant à retranscrire les conditions socio-économiques de chacun d'eux. Cette typologie nous permet d'appréhender les potentiels effets de quartier associés à chaque IRIS. Nous testons ainsi l'impact de la composition socio-économique d'un quartier sur les prix immobiliers. Deux raisons expliquent le choix de l'échelle de l'IRIS. Premièrement, il s'agit de l'échelle spatiale la plus fine à laquelle nous disposons de données « sociales », nous n'avons pas d'informations plus « personnalisées » telles le voisinage fréquenté par les résidents des logements. Deuxièmement, les externalités spatiales liées à la composition sociale des espaces ont une portée spatiale large ; ils n'impactent pas uniquement l'environnement résidentiel immédiat mais se diffusent à l'échelle des quartiers (Baumont 2009; Décamps et Gaschet 2013). Pour construire les clusters sociaux, nous considérons 5 grands indicateurs, avec 17 variables au total.

Tableau 20 : Variables retenues pour la typologie sociale des IRIS du Grand Dijon

Indicateurs	Variables
Population active	- Part des cadres dans la population active - Part des employés dans la population active - Part des ouvriers dans la population active
Chômage	- Part des chômeurs dans la population active - Part des 15-24 dans les chômeurs - Part des 15-24 ans au chômage
Population	- Part des étrangers - Part des familles monoparentales
Education	- Part niveau VI : sans diplôme ou Brevet des collèges - Part niveau V : CAP ou BEP - Part niveau IV : Baccalauréat général, technologique ou professionnel - Part niveau III : diplômes de niveau Bac plus 2

	- Part niveaux II et I : diplômes de second ou troisième cycle universitaire ou diplômes de grande école
Logement	- Part des propriétaires - Part des locataires - Part des logements vacants - Part des HLM

Cette typologie est réalisée par la méthode de partitionnement des K-means. Cette dernière est basée sur une approche itérative en quatre étapes. Dans un premier temps, k observations choisies au hasard forment les centres des k clusters de base. Dans un deuxième temps, les observations sont affectées au centre qui leur est le plus proche. Cette proximité peut être basée sur différents critères tels que la distance ou l'homogénéité. Dans notre cas, nous parlons de proximité au sens d'homogénéité des caractéristiques socio-économiques des quartiers issus d'un même cluster. Dans un troisième temps, les centres des k clusters sont recalculés après l'affectation des nouvelles observations. Enfin, les observations sont réaffectées au nouveau centre le plus proche. Ces étapes sont répétées jusqu'à obtenir une partition convergente et stable qui minimise l'inertie intra-classes et maximise l'inertie inter-classes. Cette méthode de classification présente l'avantage que les observations puissent changer de classes entre les étapes, ce qui n'est pas le cas de la CAH dans laquelle l'affectation est définitive. En revanche, elle nécessite la fixation d'un nombre de clusters a priori. Afin de déterminer le nombre de clusters optimal, nous procédons à différents tests présentés en Annexe 2. Suivant les résultats de ces tests, le nombre de clusters optimal permettant de classer nos quartiers suivant leur statut socio-économique est de trois.

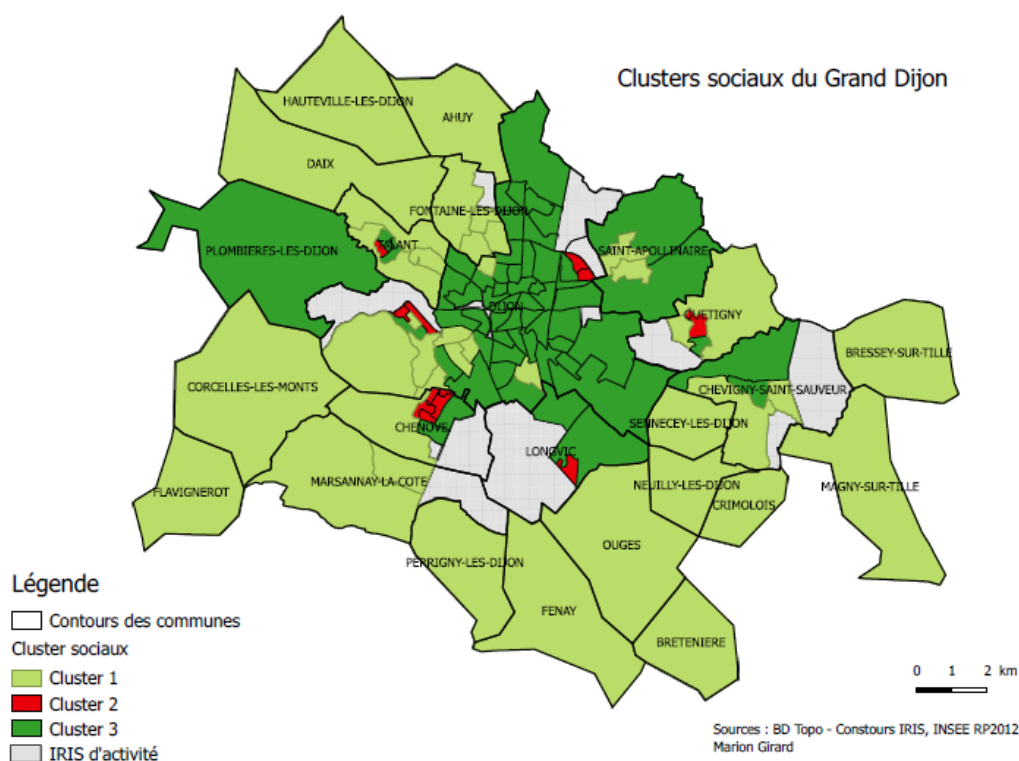


Figure 45 : Cluster sociaux du Grand Dijon

Nous présentons les grands traits de ces trois clusters, le détail des caractéristiques est donné en Annexe 3.

- Le Cluster 1 est composé d'IRIS dont la population active est mixte et le niveau d'éducation moyen. Il comprend une forte part de propriétaires et compte peu de logements HLM. Les IRIS de ce cluster peuvent être qualifiés de « mixtes » et sont principalement localisés dans le périurbain dijonnais ;
- Le Cluster 2 est composé d'IRIS dans lesquels les CSP basses et la population étrangère sont surreprésentées. Le taux de chômage y est élevé et le niveau d'éducation faible. Ces quartiers sont également caractérisés par une très forte part de logement social. Ces IRIS du Cluster 2 sont les IRIS des quartiers d'habitats sociaux du Grand Dijon, déjà identifiés auparavant ; nous les qualifions d'IRIS aux conditions socio-économiques « défavorables » ;
- Le Cluster 3 est composé d'IRIS dans lesquels les classes supérieures et éduquées sont surreprésentées. La part des logements HLM y est faible et les individus sont majoritairement locataires. Il s'agit principalement des IRIS du centre dijonnais et de sa première couronne ; ils peuvent être qualifiés d'IRIS aux conditions socio-économiques « favorables ».

On retrouve sensiblement le même schéma spatial que celui de la typologie des densités urbaines réalisée au Chapitre 3, à la différence que les IRIS centraux de cette dernière étaient distingués en deux classes. Cette distinction provenait des différents types d'habitats qui composent la ville-centre (appartements au centre-ville et habitats mixtes dans les IRIS contigus au centre), des variables structurelles qui ne font pas partie de notre typologie relative à la composition sociale des espaces.

❖ Hauteur du bâti

Cette variable est réalisée à l'échelle du logement. Nous calculons la hauteur moyenne du bâti dans le voisinage immédiat du logement, soit dans un rayon de 100 mètres autour de l'observation. Nous utilisons pour cela la BD Topo qui renseigne la hauteur de chaque bâtiment. Le choix du seuil relève de la même observation que pour la variable « Végétation » : les formes urbaines (architecture, hauteur du bâti) jouent sur le prix immobilier lorsqu'elles sont visibles depuis le logement. Sahraoui *et al.* (2014) classent ces éléments structurels du bâti comme des éléments relevant de l'environnement immédiat et proche d'un logement. **Cette variable est une approximation de la « densité perçue » par les individus, au travers des formes urbaines qui les entourent.**

❖ Densité nette

Cette variable est réalisée à l'échelle du logement et représente la densité nette dans un périmètre de 100 mètres autour du logement. La construction de cette variable se réalise en deux étapes :

- 1) A l'échelle de l'IRIS, nous calculons la surface urbanisée à usage résidentiel via la BD Topo. Nous ramenons la population de l'IRIS (INSEE RP2012) à cette surface urbanisée et obtenons la densité nette moyenne au mètre carré urbanisé dans l'IRIS. Cette variable de densité nette à l'IRIS a déjà été employée pour la typologie des densités urbaines du Chapitre 3.
- 2) Par les outils de géomatique, nous traçons un cercle de 100 mètres autour du logement. Nous calculons ensuite la surface urbanisée (en m²) dans ce voisinage immédiat, puis nous

multiplions la densité nette moyenne (au m²) de l'IRIS par cette surface. Nous obtenons ainsi la densité nette dans le voisinage immédiat (100 mètres) de chaque observation.

Nous avons choisi d'établir cette variable à l'échelle du voisinage immédiat du logement car la densité nette traduit le potentiel d'interactions d'une localisation. Dans ses développements théoriques, Beckmann (1976) suppose que chaque agent interagit avec tous les autres ; pourtant des études prouvent que les interactions se réalisent généralement dans le voisinage proche (Brueckner et Largey 2008; Bramley et Power 2009). Nous considérons ainsi que les interactions se réalisent dans l'environnement immédiat d'un logement et qu'elles sont positivement corrélées au niveau de densité nette, qui traduit le nombre de personnes vivant dans les logements voisins. **Cette variable est une approximation du potentiel d'interactions de chaque logement suivant sa localisation.**

Au final, notre échantillon porte sur 4419 observations (1005 maisons individuelles et 3414 appartements) réparties sur l'agglomération dijonnaise et caractérisées par 17 variables (10 intrinsèques et 7 extrinsèques).

Variables	Description	Taux de renseignement	Moyenne (ou répartition pour les variables qualitatives)	Médiane	Min	Max
Distance au CBD (DIST_CBD)	Distance en mètres au CBD	100 %	2 324,49	1 772,19	22,66	11 470,91
Distance Min au SBD (MIN_SBD)	Distance en mètres au SBD le plus proche	100 %	2 379,2	2 391,1	181,1	8 830,8
Réseau 2014 (RESEAU14)	Nombre de lignes par IRIS	100 %	3,15	3	0	12
Part Végétation (Part_VEGE)	Part de la végétation dans le voisinage immédiat (100m)	100 %	6,3 %	3 %	0	70 %
Cluster Social (CLUST)	Conditions socio-économiques des quartiers	100 %	Cluster 1 : 2659 (60%) Cluster 2 : 1641 (37%) Cluster 3 : 119 (3%)			
Hauteur du bâti (Hauteur_BAT)	Hauteur moyenne du bâti dans le voisinage immédiat (100m)	100 %	8,07	7,69	0	31,17
Densité Nette (DensN)	Densité nette dans le voisinage immédiat (100m)	100 %	140,12	110,34	0,83	657,03

Tableau 21 : Variables environnementales ou extrinsèques

2. Gestion des données PERVAL et choix de la forme fonctionnelle du modèle

Avant d'estimer notre modèle hédonique, nous analysons la distribution de nos variables afin de repérer les valeurs aberrantes pour chacune d'elle. Comme nous l'avons déjà mentionné, la base PERVAL est susceptible de comporter des erreurs lors de la déclaration et de l'enregistrement des données. Cependant, il faut distinguer les valeurs erronées des valeurs extrêmes mais correctes. Du fait que notre échantillon se compose à la fois d'appartements et de maisons, il est probable d'observer une distribution large, notamment pour les variables de prix ou de surface. Il faut donc distinguer les deux cas.

Nous repérons pour les variables « Nombre de salles de bain », « Nombre de parkings » et « Nombre de niveaux » plusieurs observations erronées. Afin de ne pas éliminer ces observations, nous remplaçons les valeurs fausses par la médiane de la distribution :

- Pour la variable « Nombre de salles de bain », trente observations présentent la valeur 99 et deux la valeur 11. Nous remplaçons ces valeurs par la médiane de la distribution à savoir 1 ;
- Pour la variable « Nombre de parkings », une observation présente la valeur 102 et onze la valeur 99. Nous remplaçons ces valeurs par 0 ;
- Pour la variable « Nombre de niveaux », sept observations présentent la valeur 99, nous les remplaçons par la valeur médiane 2.

Nous traitons de la même façon les données manquantes (NA) : nous ne les éliminons pas de notre base de données mais les remplaçons par la médiane de la variable considérée ou la modalité la plus fréquente (cf Annexe 4). Cette méthode est justifiée par le fait qu'une majorité des observations (56%) comporte au moins une variable non renseignée ; éliminer chaque donnée manquante reviendrait à supprimer la moitié de notre échantillon.

Nous étudions ensuite la distribution de la variable de prix au mètre carré : cette dernière comprenant des informations relatives au prix total et à la surface, elle nous permet de repérer les premières observations extrêmes. Nous constatons sur la Figure 46 une distribution très étendue (29462,5 euros entre la valeur minimale et maximale) essentiellement due à la présence d'une observation erronée (prix au mètre carré de plus de 29 000 euros). Nous remarquons sur la représentation BoxPlot que d'autres valeurs s'éloignent également de la tendance centrale (Figure 46). Nous choisissons alors d'écarter les 2% des valeurs les plus extrêmes de la distribution (1% des valeurs les plus basses et 1% des valeurs les plus élevées). Le choix de ce seuil relève du fait qu'écarter plus d'observations n'améliore pas sensiblement la distribution de notre variable de prix au mètre carré, cela participe uniquement à réduire notre échantillon.

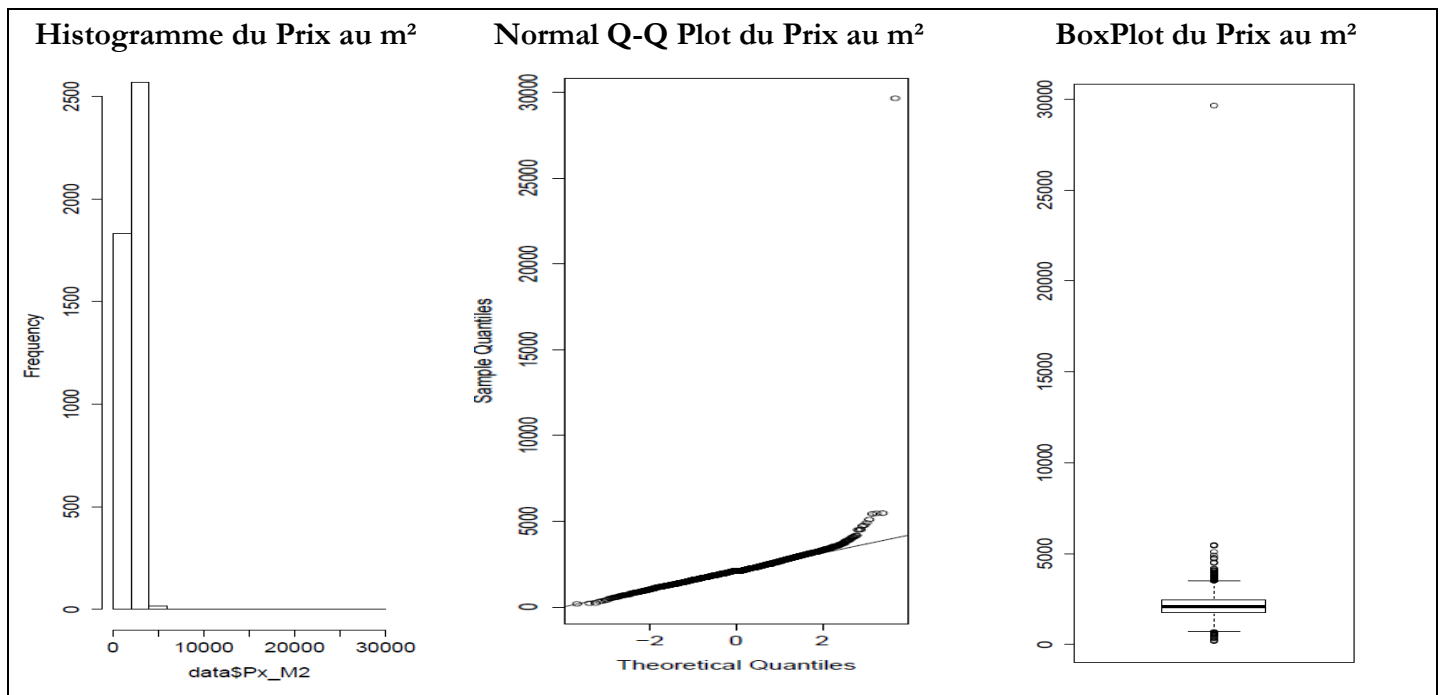


Figure 46 : Distribution des prix au mètre carré

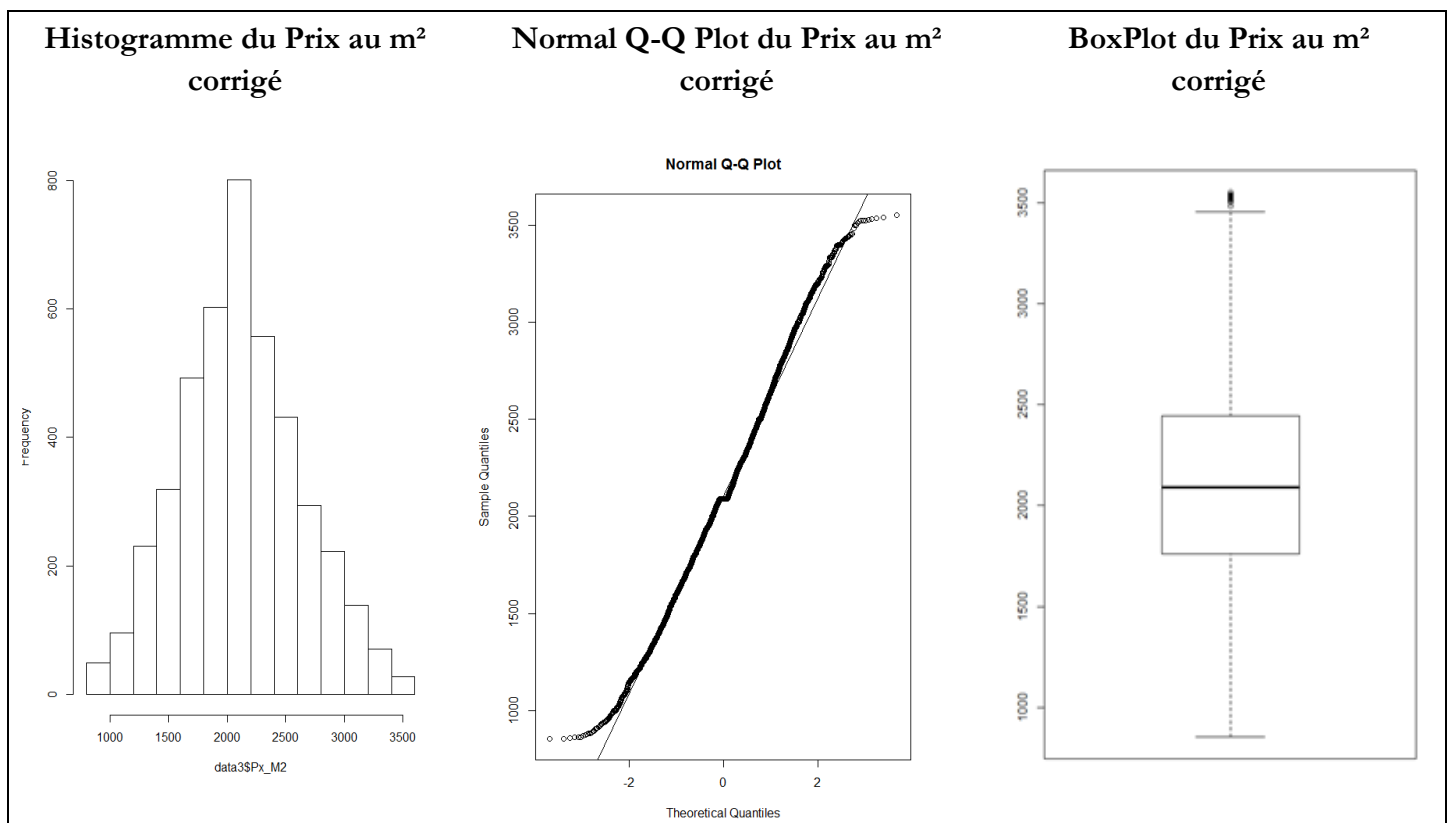


Figure 47 : Distribution des prix au mètre carré corrigée

Nous nous intéressons ensuite à la distribution de la variable expliquée de notre modèle hédonique, à savoir le prix hors taxe des biens immobiliers. Malgré le travail effectué sur la variable de prix au mètre carré, nous constatons qu'une dissymétrie subsiste dans la distribution de la variable de prix hors taxe, avec notamment des valeurs élevées s'éloignant de la tendance centrale (Figure 48).

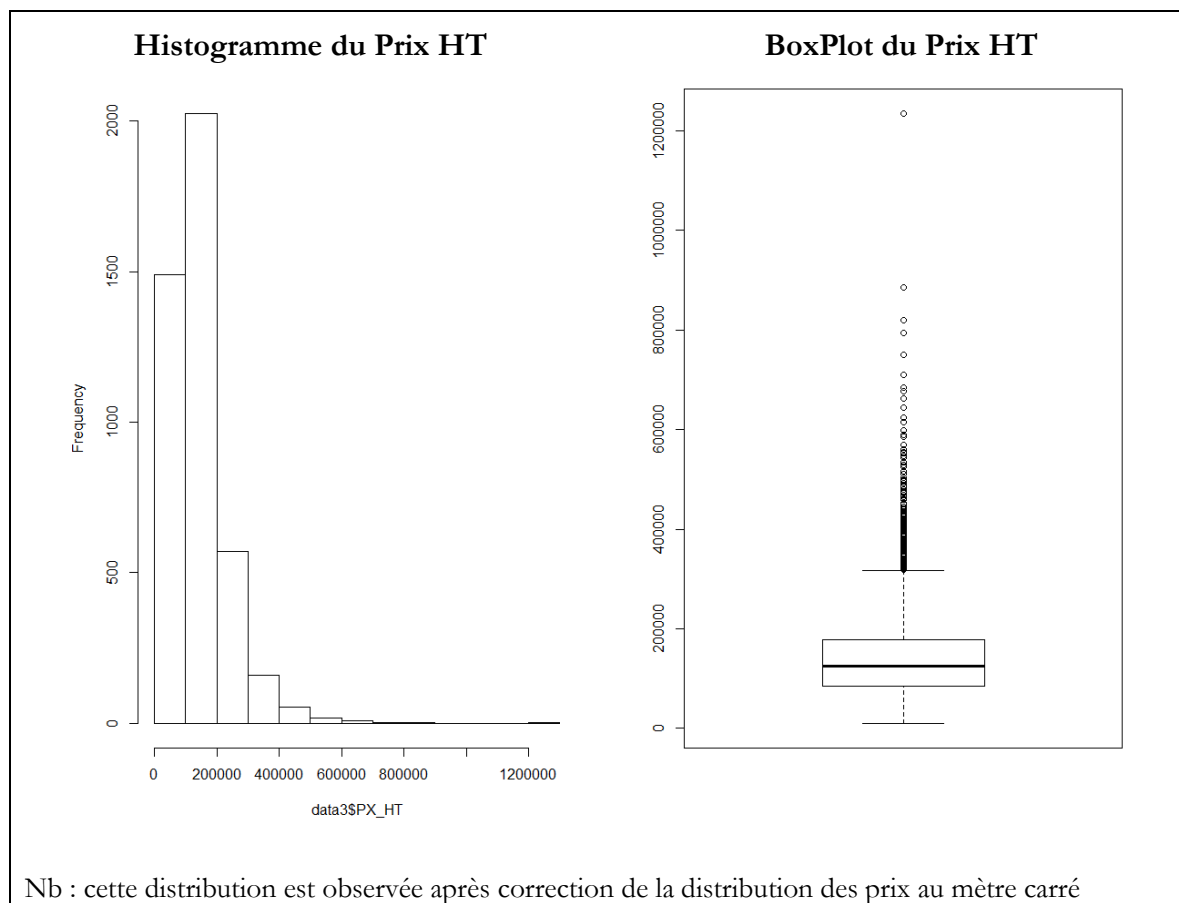


Figure 48 : Distribution de la variable Prix Hors Taxe

De la même façon que pour le prix au mètre carré, nous écartons les 2% des valeurs les plus extrêmes, de part et d'autre de la distribution de la variable « Prix HT » (voir Annexe 5). Bien que la distribution de la variable « Prix HT corrigé » ne suive pas exactement une loi normale (Figure 49), le logarithme de cette variable, que nous utilisons dans notre modèle, s'en rapproche. Il n'est donc pas nécessaire de supprimer plus d'observations. Au final, nous conservons **un échantillon de 4236 observations** (sur les 4419 observations géolocalisées dans le Grand Dijon).

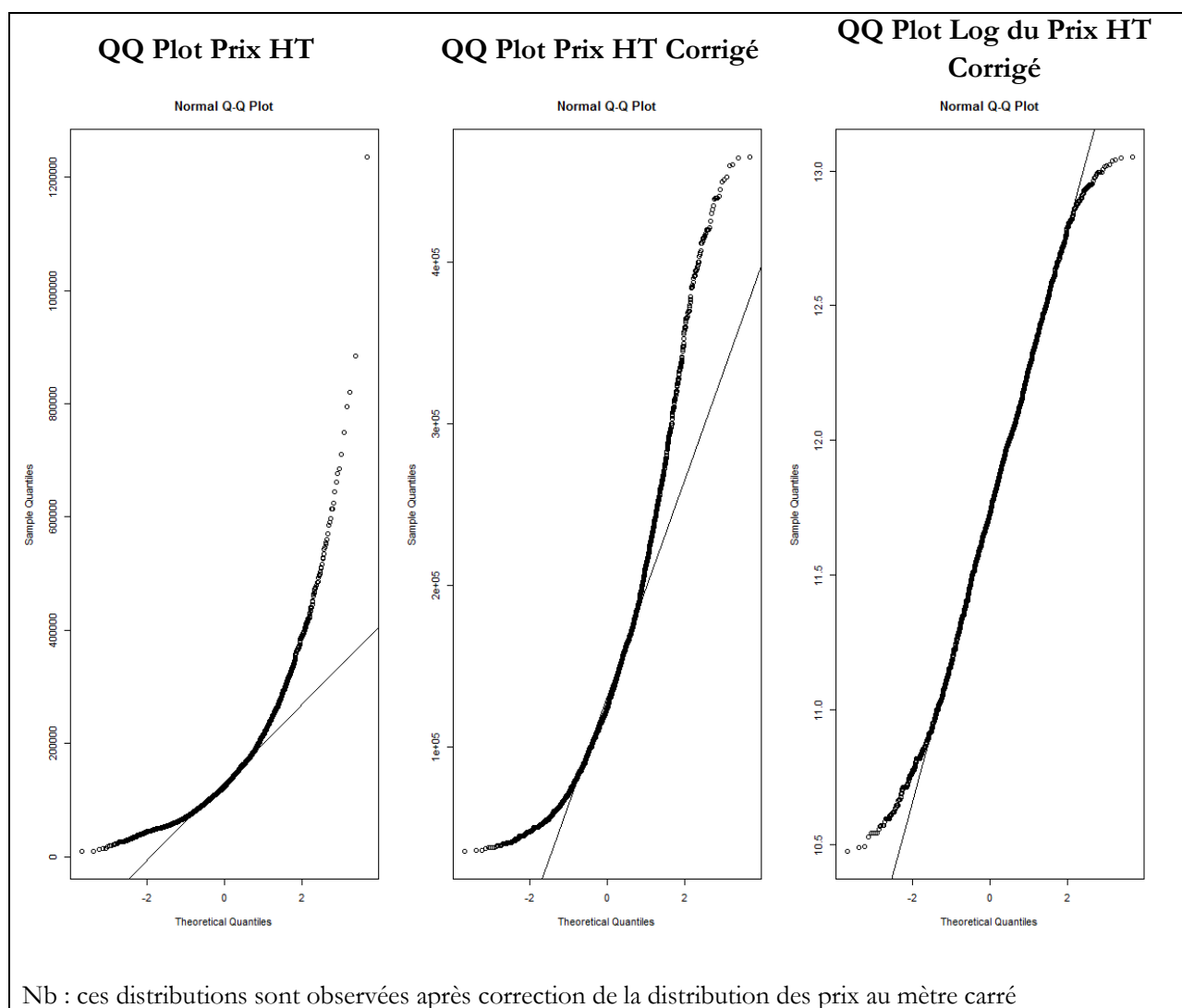


Figure 49 : Distribution théorique et empirique pour les variables « Prix HT », « Prix HT Corrigé » et « Log du Prix HT Corrigé »

Dans un second temps, nous déterminons la forme fonctionnelle de notre modèle hédonique. Comme le soulignent Dubé *et al.* (2011a), il n'existe pas de consensus sur la meilleure forme fonctionnelle à appliquer à ce type de modèle, bien que certaines soient très fréquemment utilisées telles que la transformation Box-Cox, la forme linéaire, log-linéaire ou semi-logarithmique (Maslianskaïa-Pautrel 2009). L'utilisation d'une transformation non linéaire Box-Cox présente l'avantage d'être très flexible puisqu'elle généralise les différentes formes que peuvent prendre l'équation du modèle hédonique et permet des comparaisons entre les différentes spécifications possibles. Cependant, l'utilisation de cette méthode rend difficile l'interprétation des résultats des estimations et ne permet pas l'utilisation de variables dichotomiques (Dubé, Des Rosiers, et Thériault 2011a). En revanche, les équations hédoniques de forme linéaire, log-linéaire ou semi-log permettent des interprétations plus aisées. De plus, une spécification logarithmique permet une analyse en termes d'élasticité (la variation du prix d'une caractéristique en pourcentage suite à une variation marginale de la quantité de celle-ci) (Maslianskaïa-Pautrel 2009; Décamps et Gaschet 2013). Nous privilégions donc **une forme « mixte » pour notre modèle hédonique**. Nous utilisons le logarithme du prix HT pour interpréter nos résultats en termes d'élasticité. Pour les variables « Surface habitable », « Distance au CBD », « Distance minimale au SBD » et « Densité

nette » nous optons pour une relation log-log qui nous permet d'exprimer la variation du prix en pourcentage suite à l'augmentation d'un pourcent de ces variables. Pour les autres variables, nous privilégions une relation log-linéaire (ou log-niveau) nous permettant d'exprimer la variation du prix en pourcentage suite à l'augmentation marginale de la quantité d'une caractéristique. Notre modèle hédonique s'écrit donc :

$$\log(\text{Prix HT}) = \alpha A + X\beta + Z\gamma + \varepsilon \quad (59)$$

Avec A le vecteur unité, X la matrice (4236×10) des 10 caractéristiques intrinsèques et Z la matrice (4236×7) des 7 caractéristiques extrinsèques, présentées dans les Tableaux 19 et 21. α est la constante, β et γ sont les vecteurs des coefficients estimés des variables et ε le vecteur (4236×1) des résidus de l'estimation.

III. Stratégie de modélisation et résultats

L'estimation de notre modèle hédonique vise à appréhender le prix implicite associé à chaque attribut du logement ; à partir du prix du bien total nous estimons le consentement marginal à payer pour chacun d'eux. Notre variable endogène ou expliquée est donc le prix total du bien (PX_HT) et nos variables exogènes ou explicatives sont les 17 variables présentées précédemment. **Nos principales variables d'intérêt sont les variables « hauteur du bâti » et « densité nette ».** La première retranscrit la notion de **densité « perçue »** soit l'impression de densité qui se dégage des formes urbaines avoisinantes. Selon la littérature économique (Fujita 1989; Wu, Adams, et Plantinga 2004; Cavailhès *et al.* 2007), cette densité structurelle n'est pas recherchée par les individus, ces derniers exprimant une préférence pour les espaces ouverts et peu urbanisés. La seconde variable, « densité nette », traduit le nombre d'individus résidant dans les logements voisins et donc, **le potentiel d'interactions d'une localisation**. Suivant la théorie de Beckmann (1976), la densité en tant que vecteur d'interactions sociales est valorisée par les individus. Les hypothèses issues de la littérature sont donc les suivantes :

- **La densité perçue impacte le prix d'un bien immobilier, plus la densité de bâti est importante dans le voisinage d'un bien et plus la valeur de celui-ci est dépréciée ;**
- **La densité comme vecteur d'interactions sociales est une caractéristique spatiale recherchée par les individus, elle contribue à augmenter la valeur d'un bien immobilier.**

Dans un premier temps, nous réalisons une estimation par la méthode des MCO. Compte tenu que les données immobilières présentent un caractère spatial indéniable, nous construisons une matrice de pondération spatiale décrivant l'interdépendance entre les observations. Afin de déterminer le voisinage le plus adéquat, nous nous appuyons sur les sources de dépendance entre biens immobiliers et tentons d'en évaluer la portée spatiale. Nous testons ensuite l'existence de dépendance spatiale sous forme d'autocorrélation spatiale dans notre échantillon par l'indice de Moran et les indices localisés de Moran (LISA). L'interdépendance spatiale se révélant positive, nous mobilisons les modèles d'économétrie spatiale et identifions la meilleure spécification pour notre modèle hédonique à l'aide de différents tests spatiaux. Enfin, nous présentons les résultats

de nos estimations pour notre échantillon global composé de maisons individuelles et d'appartements. Tous nos traitements statistiques et économétriques sont réalisés à l'aide du logiciel R.

1. Estimation des prix implicites du logement par la méthode des MCO

Nous réalisons une première régression linéaire par la méthode des MCO sur les 4236 observations (appelé Modèle 1, voir Annexe 6). Sous les hypothèses de normalité, d'indépendance et d'homoscédasticité des termes d'erreurs, l'analyse des résidus nous conduit à éliminer quatre observations supplémentaires de notre échantillon de travail (voir Annexe 7). Nous réalisons donc notre estimation sur un échantillon de 4232 observations, caractérisées par 17 variables. Notre modèle estimé par la méthode des MCO nous permet d'expliquer 78% de la variance des prix des logements de notre échantillon.

Tableau 22 : Estimation du modèle hédonique par la méthode des MCO (Modèle 2)

PX HT	MCO	Significativité
(Intercept)	10,0573	***
log(HABSURF)	0,6404	***
NBPPAL	0,0762	***
NBSDB	0,0964	***
NBNIV	-0,0082	***
Rèf Epoque A		
EPOQUEB	-0,0962	*
EPOQUEC	-0,0532	
EPOQUED	-0,0994	**
EPOQUEE	-0,0859	*
EPOQUEF	0,0227	
EPOQUEG	0,0498	
EPOQUEH	0,1267	**
EPOQUEI	0,1052	**
NBPARK	0,0402	***
Rèf Annexe « Non »		
ANNEXEO	-0,1428	***
Nb_ANNEXE	0,0324	***
Rèf Extérieur « NON »		
EXTERIEURO	0,0606	***
Nb_EXTERIEUR	0,0265	*
log(Dist_CBD)	-0,0866	***
log(Min_SBD)	-0,0584	***
Reseau14	0,0046	*
Rèf Clust_Kmean1		
Clust_Kmean2	-0,2061	***
Clust_Kmean3	-0,0557	***
Part_Vege	0,0354	
Hauteur_Bat	-0,0144	***
log(DensN)	-0,0054	

Nb Observations	4232
R ²	0,79

Seuils de significativité : *** : p-value < 0,001 ; ** : 0,001 < p-value < 0,01 ; * : 0,01 < p-value < 0,05 ; ° : 0,05 < p-value < 0,1 ; sinon p-value > 0,1

Ces premiers résultats indiquent une relation non linéaire entre le prix et la surface du logement, avec une élasticité prix - surface de 0,64. Cette élasticité apparaît petite comparée à d'autres études mais cela peut s'expliquer par le fait que notre échantillon comprend des maisons individuelles. Dans leurs travaux, Baumont (2009) et Décamps et Gaschet (2013), trouvent respectivement une élasticité prix-surface de 0,93 et 0,96 mais leur échantillon porte principalement sur des appartements. Sachant que le consentement marginal à payer pour un mètre carré supplémentaire décroît avec la taille du logement (Cavallès 2009), la présence de maisons individuelles dans notre échantillon peut impacter négativement cette élasticité. On note également l'impact positif et significatif du nombre de pièces et de salles de bains, ainsi que de la présence de parking : une pièce supplémentaire participe à apprécier le bien de 7,6% et de 9,6% pour une salle de bain. Le consentement marginal à payer pour un parking supplémentaire est de 4%. Conformément aux travaux de Cavallès (2005), les individus expriment une préférence pour les bâtiments de petite taille, comprenant peu de logements (impact négatif du nombre de niveaux sur le consentement à payer). De façon surprenante, la variable « Annexe » présente un coefficient négatif, mais plus le logement en comporte, et plus les individus valorisent cette caractéristique. La présence d'un espace extérieur est également valorisée par les individus, le prix du logement est dans ce cas apprécié de 6% (au seuil de 0,001%).

On remarque une forte valorisation des individus pour les biens récents : la disponibilité à payer pour des logements construits après 2000 (biens des catégories H et I) est supérieure de près de 11% par rapport à la catégorie de référence A (soit les logements construits avant 1850). Cette valorisation peut s'expliquer par le plus haut niveau de service résidentiel rendu par le logement, notamment en termes de confort (sonore, thermique) et d'efficacité énergétique. On peut envisager que l'actualisation des réglementations thermiques de 2000 et 2005 (la dernière datait de 1988) confère aux biens nouvellement construits une valeur verte (meilleures performances énergétiques et environnementales) qui est fortement valorisée par les individus. Ces résultats vont dans le sens des théories proposées par Rosenthal (2008) et Brueckner et Rosenthal (2009) selon lesquelles les individus sont disposés à payer un prix plus élevé pour un niveau de service résidentiel plus grand. Ils vont également dans le sens d'études empiriques démontrant la capitalisation de la valeur verte d'un logement ou d'un label environnemental dans le prix immobilier (Banfi *et al.* 2008 ; Walls *et al.* 2016). Enfin, on remarque la dévalorisation des logements construits entre 1949 et 1980 (périodes D et E) qui correspondent, entre autre, aux périodes de construction des grands ensembles d'habitats sociaux.

En termes d'accessibilité, on constate que l'éloignement au CBD joue négativement sur le prix des biens : lorsque la distance au CBD augmente de 10%, le prix du logement baisse de près de 0,9%. Ce résultat est conforme aux implications théoriques du modèle standard. L'impact de l'accessibilité

aux centres secondaires d'emplois est moins marqué : un éloignement de 10% du centre secondaire le plus proche entraîne une baisse du consentement à payer de 0,58%. Suivant la théorie de Brueckner *et al.* (1999), cet écart de valorisation peut être expliqué par le fait que la proximité au CBD représente à la fois une accessibilité au centre d'emploi principal mais également aux aménités historiques et modernes. La proximité au pôle principal est alors d'autant plus valorisée par les individus. En outre, si l'on considère que la variable « Min_SBD » reflète la recherche de proximité au lieu d'emploi, la distance au SBD joue alors principalement dans les quartiers proches de ces centres (Décamps et Gaschet 2013), l'impact de la distance est plus localisé. Enfin, l'accessibilité par le réseau de transport en commun a un impact positif mais relativement faible (le consentement marginal à payer pour une ligne supplémentaire passant dans l'IRIS de localisation n'est que de 0,46% au seuil de 5%).

En ce qui concerne l'environnement résidentiel du logement, la présence d'aménités naturelles ne semble pas impacter le prix du logement, son coefficient est positif mais non significatif. En revanche, l'environnement social joue un rôle important dans l'appréciation d'un bien. Tout comme dans Baumont (2009) et Décamps et Gaschet (2013), les externalités de voisinage, dépendantes de la composition socio-économique des IRIS, sont capitalisées dans les prix immobiliers à l'échelle des quartiers. Pour un logement localisé dans un IRIS du Cluster 2 (IRIS à la composition socio-économique « défavorisée »), la disponibilité à payer pour un bien baisse de près de 20% comparativement à un logement localisé dans un IRIS du Cluster 1 (IRIS « mixte »). L'impact est moins marqué pour les logements localisés dans les IRIS du Cluster 3 (IRIS « favorables ») : la valeur des biens du Cluster 3 est dépréciée de 5% comparativement aux biens du Cluster 1. La valorisation du cluster « mixte » (Cluster 1) comparativement au cluster « favorable » (Cluster 3) peut s'expliquer par la forte part de propriétaires. Les travaux de Rosenthal (2008) montrent en effet que la présence importante de propriétaires dans un quartier est gage de maintien des conditions socio-économiques locales. Dans ces quartiers, le « turn-over » résidentiel est moins important, réduisant le « risque » de voir la composition sociale locale se dégrader rapidement. Pour les individus ayant investi dans ces quartiers, c'est également un gage du maintien de la valeur de leur logement.

Enfin, on constate que seule une variable relative à la densité a un impact significatif sur le prix des biens. La densité perçue par les individus depuis leur logement impacte significativement le prix du bien (au seuil de 0,001%) : lorsque la hauteur du bâti présent dans le voisinage immédiat augmente d'un mètre, le prix est déprécié de 1,4%. Conformément à Wu *et al.* (2004), les individus expriment une préférence pour les espaces ouverts et faiblement urbanisés. En revanche, la densité nette en tant que vecteur d'interactions n'a pas d'impact significatif.

Cette première estimation par la méthode des MCO apporte des résultats conformes aux implications des modèles théoriques présentés dans le chapitre 2, hormis pour la variable relative aux aménités naturelles qui s'est révélée non significative. Concernant nos variables d'intérêt, seule la variable « hauteur du bâti » présente un coefficient significatif : **la densité perçue au travers de l'urbanisation déprécie la valeur des biens immobiliers**. Dans le but de capter et mesurer l'existence d'effets spatiaux dans notre modèle, nous effectuons ensuite les tests d'autocorrélation spatiale globaux et locaux.

2. Présence d'autocorrélation spatiale et choix de la matrice de pondération spatiale

Comme nous l'avons vu, le logement revêt un caractère spatial car des biens proches spatialement partagent un environnement commun, présentent des caractéristiques similaires et car on observe fréquemment un phénomène de diffusion spatiale des prix immobiliers entre des biens voisins. Nous construisons une matrice de pondération spatiale pour décrire ces phénomènes d'interdépendance.

Le voisinage peut être défini suivant trois critères : celui de la contiguïté, celui de la distance seuil et celui des voisins les plus proches. Nous éliminons le premier puisque nos observations sont ponctuelles et que le critère de contiguïté s'applique à des données spatiales agrégées. Pour ce qui est des deux autres critères, ils présentent chacun leurs avantages et limites pour notre cas d'étude :

- Le choix d'une distance seuil permet une homogénéité du « périmètre de voisinage » entre les observations mais implique une hétérogénéité du nombre de voisins. De plus, l'existence d'observations isolées nous amène à considérer un périmètre très large afin que tous les biens aient au moins un voisin (plus de 2,5 kilomètres pour l'observation la plus isolée). Le « périmètre de voisinage » de tout notre échantillon est donc dépendant de ces observations isolées et un périmètre large est peu compatible avec la portée spatiale - généralement faible - des processus autorégressifs mentionnés précédemment.
- Le choix d'un ensemble de plus proches voisins présente l'avantage que toutes les observations ont un voisinage et toutes ont le même nombre de voisins. Cependant, dans le cas des observations isolées, cela nous amène une nouvelle fois à considérer des observations voisines lointaines. Hormis pour ces observations isolées, le critère des plus proches voisins semble respecter la portée spatiale des processus mentionnés précédemment : en moyenne le plus proche voisin est à 30 mètres.

Nous privilégions donc le critère des plus proches voisins, plus adapté à la portée géographique des interdépendances spatiales qui existent entre bien immobiliers, hormis pour les observations isolées. Ainsi, une observation prendra la valeur 1 lorsqu'elle est considérée comme faisant partie des plus proches voisins, 0 sinon. Pour fixer le nombre de voisins adéquat, nous analysons le niveau d'autocorrélation spatiale de la variable du prix au mètre carré et des résidus de la régression du Modèle 2 (Tableau 22) en faisant varier l'ordre de voisinage de 1 à 20 voisins par pas de 1 (voir le détail en Annexe 8). Les corrélogrammes suivants (Figure 49) représentent le niveau d'autocorrélation spatiale suivant le nombre de voisins. Notons déjà que l'interdépendance spatiale des résidus est moins importante que pour la variable de prix révélant que la spécification de notre modèle capte une partie de l'autocorrélation spatiale. Nous remarquons que la statistique de Moran appliquée à la distribution spatiale des prix des logements au mètre carré est décroissante et positive jusqu'à un seuil de 16 voisins : plus le nombre de voisins augmente et plus on intègre au voisinage, des logements aux caractéristiques et prix unitaire dissemblables (Maslianskaïa-Pautrel et Baumont 2015). Pour les schémas d'autocorrélation spatiale positive, une première rupture se produit au passage de 4 à 5 voisins : la valeur du I de Moran chute fortement. Une seconde rupture apparaît pour le passage de 10 à 11 voisins. Ce schéma est également valable pour la statistique du

I de Moran appliquée aux résidus de la régression pour lequel on note que l'autocorrélation spatiale est quasi nulle à partir des 6 plus proches voisins.

Nous fixons donc le voisinage d'une observation à ses 6 plus proches voisins.

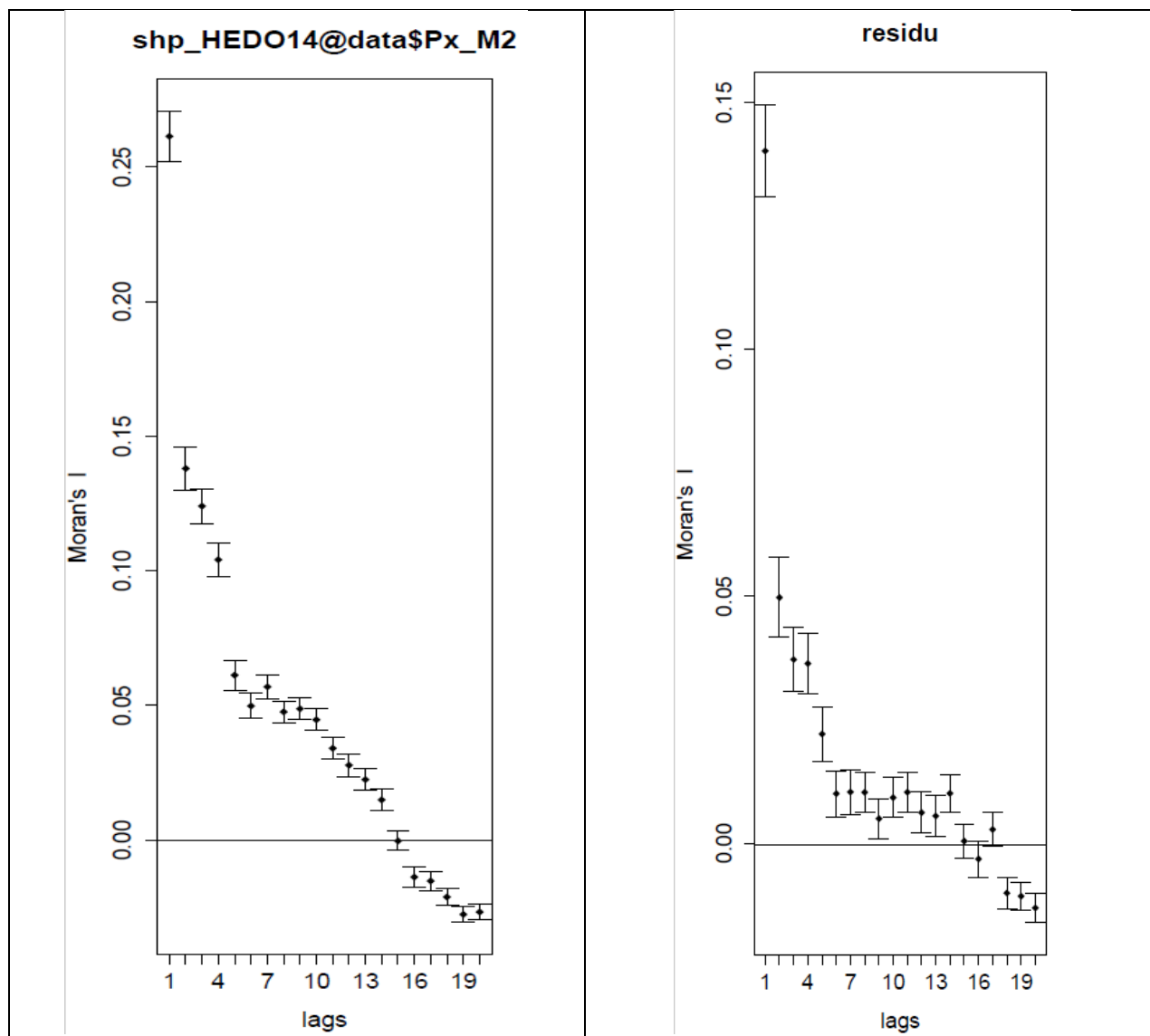


Figure 50 : Autocorrélation spatiale estimée des prix au m² (à gauche) et des résidus de la régression du Modèle 2 (à droite)

La présence d'autocorrélation spatiale sur la distribution des prix au mètre carré des logements est détectée par la statistique du I de Moran : on constate la présence d'autocorrélation spatiale positive et significative (0,34 au seuil de 0,001%).

Le calcul des Indices de Moran Locaux permet de localiser les clusters d'autocorrélation spatiale. Nous constatons la concentration de valeurs similaires (HH ou LL) dans plusieurs quartiers dijonnais (carte de la Figure 50). Les concentrations de valeurs immobilières élevées (HH) se trouvent principalement dans les IRIS du centre et du nord dijonnais (à proximité du pôle Toison d'Or), tandis que les concentrations de valeurs basses (LL) se situent essentiellement dans les IRIS

d'habitats sociaux (Chenôve, quartier de la Fontaine d'Ouche et des Grésilles à Dijon, Quetigny). Nous retrouvons sensiblement le même schéma spatial que celui associé aux clusters « sociaux » (carte de la Figure 45) et nous relevons une potentielle corrélation entre niveau de prix immobiliers et conditions socio-économiques.

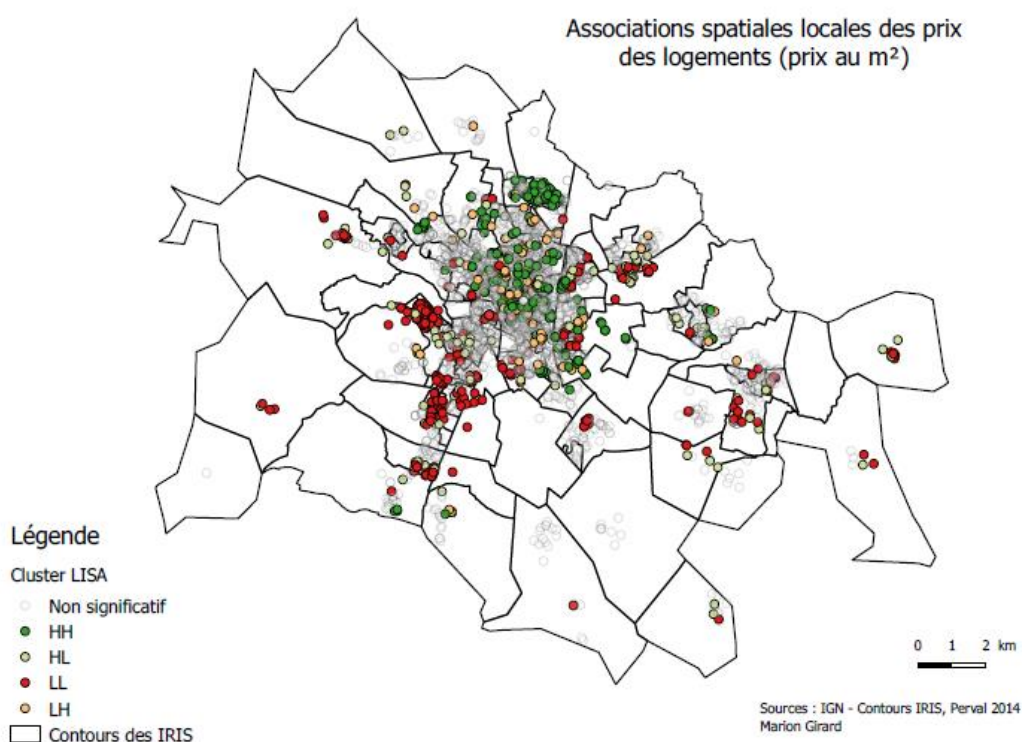


Figure 51 : Associations spatiales locales des prix des logements

Tableau 23 : Distribution des logements selon les types d'autocorrélation spatiale locale

	HH	LL	HL	LH	Non Sign.	Total
Nb Obs.	514	419	127	131	3 041	4 232

(significativité au seuil de 0,001%)

Les tests de diagnostics spatiaux sont ensuite réalisés sur les résidus du Modèle 2 estimés par les MCO en utilisant toujours la même matrice de pondération spatiale des six plus proches voisins. L'autocorrélation spatiale est également positive et significative (0,18 au seuil de 0,001%) : la spécification de notre modèle ainsi que la méthode d'estimation par les MCO ne sont pas donc pas adaptés. Il est nécessaire de spécifier un nouveau modèle capable de prendre en compte les effets spatiaux.

3. Spécification du modèle spatial et résultats

Pour choisir la modélisation la plus adaptée, il est important d'identifier d'où provient l'autocorrélation spatiale pour le phénomène étudié ; cette première démarche rend compte de la « story » que l'on étudie (Maslianskaïa-Pautrel et Baumont 2015). En effet, selon l'origine de la dépendance spatiale, la spécification du modèle ne sera pas la même. Si on retient un phénomène

de diffusion spatiale des prix, alors le processus autorégressif agit sur notre variable expliquée. Le modèle SAR est alors le plus approprié : la fixation des prix pour un logement est effectivement faite en utilisant les prix observés pour les biens voisins. En revanche, en présence d'externalités de voisinage ou de « régimes spatiaux » (au sens qu'un environnement commun engendre des caractéristiques communes), l'autocorrélation provient des variables explicatives ; il faut dans ce cas privilégier un modèle SLX. Enfin, si l'autocorrélation spatiale provient de l'existence de variables inobservables ou de toutes formes de mauvaise spécification, le modèle SEM est le plus adapté. La démarche est donc basée sur la cohérence du phénomène et de son explication.

Par ailleurs, différentes méthodes exploratoires de recherche de spécification peuvent être mises en œuvre afin de déterminer le modèle spatial le plus adapté. On distingue dans la littérature deux méthodes généralement employées : la méthode « *specific to general* » et la méthode « *general to specific* » (Anselin et Florax 1995; Anselin *et al.* 1996; Le Gallo 2002; Elhorst 2010; Vega et Elhorst 2015; Maslianskaïa-Pautrel et Baumont 2015). Comme le montre la Figure 52, la première méthode consiste à partir d'une forme spécifique de modèle (de type MCO ou SLX) puis d'appliquer les tests du Multiplicateur de Lagrange et leurs versions robustes. Ces tests de score permettent de choisir entre une spécification de type SAR ou de type SEM. La seconde méthode part d'une spécification générale (modèle libre ou non contraint) de type SDM (ou SDEM) intégrant les différentes formes de dépendance spatiale (Figure 52). Le test du facteur commun, basé sur le ratio de vraisemblance, est ensuite appliqué. Il permet de savoir si une forme plus spécifique, de type SAR ou SEM, est plus adaptée que la spécification générale. Puisque l'interdépendance spatiale entre les prix des logements a des origines multiples, nous privilégions la seconde méthode, nous permettant ainsi d'analyser les différents processus autorégressifs spatiaux et de ne pas en retenir un *a priori*.

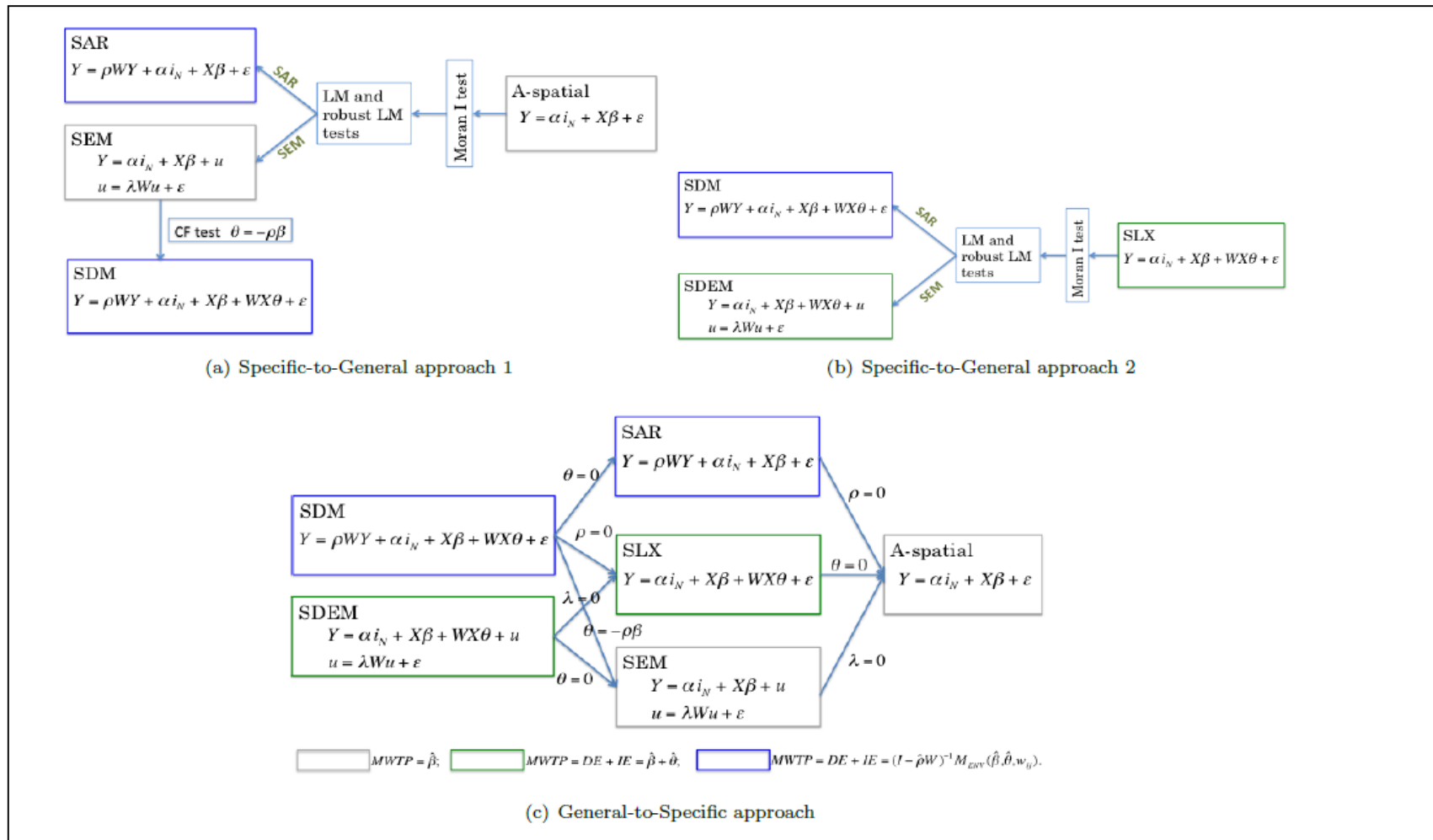


Figure 52 : Deux approches pour la spécification du modèle spatial

Source : (Maslianskaia-Pautrel et Baumont 2015)

Le modèle Durbin Spatial s'écrit comme suit :

$$y = \alpha A + \rho W y + X\beta + \theta W Z + \varepsilon \quad (60)$$

Le SDM est une généralisation de modèles plus spécifiques :

- Avec $\theta = 0$, nous retrouvons le modèle SAR (variable endogène spatialement décalée) ;
- Avec $\rho\beta + \theta = 0$, l'autocorrélation spatiale n'apparaît ni dans la variable endogène ni dans les variables explicatives ; elle se retrouve dans les résidus de l'estimation, nous retrouvons le modèle SEM.

Le test du facteur commun est basé sur des tests d'hypothèses permettant de déterminer la meilleure spécification du modèle (Mur et Angulo 2005; Mur et Angulo 2006; Osland 2010).

$$\begin{cases} H_0: \rho\beta + \theta = 0 \\ H_1: \rho\beta + \theta \neq 0 \end{cases} \quad (61)$$

Si H_0 n'est pas rejetée alors la meilleure spécification est un SEM, sinon un SDM.

$$\begin{cases} H_0: \theta = 0 \\ H_1: \theta \neq 0 \end{cases} \quad (62)$$

Si H_0 n'est pas rejetée alors la meilleure spécification est un SAR, sinon un SDM.

Nous estimons donc notre modèle suivant trois spécifications (SDM, SEM et SAR) par la méthode du maximum de vraisemblance, puis nous appliquons le test du facteur commun pour déterminer quelle spécification est la meilleure. Suivant les résultats de ce test, le modèle non contraint (SDM) est le plus adapté : le test du ratio de vraisemblance donne un score supérieur au SDM contre le SAR et le SEM.

Tableau 24 : Résultats du Test du Facteur Commun

	SDM	SEM	SAR
Scores du Test du facteur commun	443,82	385,57	306,75

L'interdépendance spatiale provient donc à la fois de la variable endogène et des variables exogènes, révélant un phénomène de diffusion spatiale des prix immobiliers dans notre échantillon ainsi que l'existence d'externalités de voisinage dans les caractéristiques des biens proches spatialement. Puisque les coefficients du modèle SDM ne peuvent pas être interprétés directement (LeSage 2008; LeSage 2014; Autant-Bernard et LeSage 2011; Elhorst 2010; Maslianskaïa-Pautrel et Baumont 2015), nous calculons les impacts directs, indirects et totaux de chaque variable :

- L'impact direct correspond à l'effet moyen de la variation d'une variable explicative sur la variable expliquée plus l'effet du multiplicateur spatial (cf Point 1.3.3 de ce chapitre) ;

- L'impact indirect correspond à l'effet de diffusion spatiale des caractéristiques des observations voisines (impact de la variation des caractéristiques des voisins sur la variable expliquée) ;
- L'impact total est la somme des effets directs et indirects, en prenant en compte l'effet du multiplicateur spatial il considère également les effets de rétroaction entre observations.

Tableau 25 : Résultats des estimations des modèles spatiaux SEM, SAR et Durbin Spatial

	MCO	SEM	SAR	Durbin		
				Impacts Directs	Impacts Indirects	Impacts Totaux
(Intercept)	10,0573***	9,9499 ***	7,9396 ***			
log(HABSURF)	0,6403***	0,6295 ***	0,6110 ***	0,6354 ***	0,0542	0,6895 ***
NBPPAL	0,0762***	0,0776 ***	0,0735 ***	0,0738 ***	-0,0180	0,0558 ***
NBSDB	0,0964***	0,0863 ***	0,0958 ***	0,0894 ***	0,0385	0,1279 **
NBNIV	-0,0082***	-0,0033	-0,0063 **	-0,0031	-0,0274 ***	-0,0305 ***
Rèf EPOQUEA						
EPOQUE B	-0,0962*	-0,0747 *	-0,0918 *	-0,0809 *	-0,1797	-0,2606 °
EPOQUE C	-0,0532	-0,0443	-0,0566	-0,0411	-0,0796	-0,1207
EPOQUE D	-0,0994**	-0,0793 *	-0,1076 **	-0,0776 *	-0,1251	-0,2027
EPOQUE E	-0,0859*	-0,0719 *	-0,0952 **	-0,0654 °	-0,0748	-0,1402
EPOQUE F	0,0227	0,0243	0,0062	0,0252	-0,0495	-0,0244
EPOQUE G	0,0497	0,0375	0,0311	0,0314	-0,0187	0,0127
EPOQUE H	0,1267**	0,1084 **	0,0955 *	0,1011 **	0,0043	0,1054
EPOQUE I	0,1051**	0,1064 **	0,0711°	0,1347 **	-0,1096	0,0251
NBPARK	0,0402***	0,0386 ***	0,0412 ***	0,0355 ***	-0,0086	0,0269
ANNEXE O	-0,1428***	-0,1005 ***	-0,1313 ***	-0,1276 ***	-0,3683 ***	-0,4959 ***
Nb_ANNEXE	0,0324***	0,0217 ***	0,0283 ***	0,0267 ***	0,0725 ***	0,0993 ***
EXTERIEUR O	0,0606***	0,0411 **	0,0535 ***	0,0516 **	0,1625 **	0,2141 ***
Nb_EXTERIEUR	0,0264*	0,0260 *	0,0254 *	0,0253 *	-0,0157	0,0096
log(Dist_CBD)	-0,0866***	-0,0737 ***	-0,0767 ***	0,0723	-0,1565	-0,0842 ***
log(Min_SBD)	-0,0583***	-0,0528 ***	-0,0512 ***	0,0543	-0,1090	-0,0548 **
Reseau14	0,004647*	0,0058 *	0,0055 **	0,0038	0,0040	0,0077 **
Rèf Clust_Kmean1						
Clust_Kmean2	-0,2061***	-0,1706 ***	-0,1612 ***	-0,0761 °	-0,1281 *	-0,2042 ***
Clust_Kmean3	-0,0557***	-0,0502 ***	-0,0261 *	-0,0277	-0,0166	-0,0443 *
Part_Vege	0,0354	0,0264	0,0464	0,0426	0,0650	0,1076
Hauteur_Bat	-0,0144***	-0,0153 ***	-0,0116 ***	-0,0104 **	-0,0002	-0,0106 ***
log(DensN)	-0,0054	-0,0067	0,0032	-0,0062	0,0029	-0,0033
Nb Observations	4232	4232	4232	4232		
R²	0,79					
λ		0,42				
ρ			0,17	0,38		

Seuils de significativité : *** : $p\text{-value} < 0,001$; ** : $0,001 < p\text{-value} < 0,01$; * : $0,01 < p\text{-value} < 0,05$; ° : $0,05 < p\text{-value} < 0,1$; sinon $p\text{-value} > 0,1$

L'estimation du modèle Durbin Spatial confirme un effet de diffusion spatiale des prix immobiliers important ($\rho = 0,38$) : le prix d'un logement dépend à la fois de ses caractéristiques mais également du prix des logements voisins. Pour interpréter les résultats de ce modèle, nous nous concentrons sur les effets totaux puisqu'ils prennent en compte à la fois les effets directs et l'effet de dépendance spatiale entre toutes les observations au travers du multiplicateur spatial.

Concernant les caractéristiques intrinsèques des logements, nous constatons que la surface, le nombre de pièces et le nombre de salles de bain ont un effet positif et significatif sur le prix du bien : lorsque la surface du logement augmente de 10%, le prix est apprécié de près de 7%. Le consentement marginal à payer pour une salle de bain supplémentaire est de 12,7% et de 5,5% pour une pièce en plus. On constate à nouveau que le nombre de niveaux a un effet négatif sur le prix du bien (moins 3% au seuil de 0,001%) et que la présence d'un extérieur est valorisée.

Concernant l'environnement résidentiel, on retrouve sensiblement les mêmes résultats que précédemment : le prix des biens baisse avec la distance aux centres d'emploi (moins 0,84 % pour un éloignement supplémentaire du CBD de 10% et moins 0,55% pour les centres secondaires). L'effet de l'accessibilité est significatif mais reste faible (0,77% pour une ligne supplémentaire passant dans l'IRIS). La localisation du bien dans le Cluster 2 (conditions socio-économiques « défavorables ») a pour effet de déprécier sa valeur de près de 20%, confirmant à nouveau la capitalisation des effets de voisinage dans le prix du bien immobilier. Enfin, on constate que la variable associée à la densité perçue est toujours significative au seuil de 0,001% : lorsque la hauteur du bâti augmente d'un mètre, le prix du bien est déprécié de 1%. En revanche, le coefficient estimé pour la densité nette n'apparaît pas significatif.

Notons également que les caractéristiques liées à l'âge du bâti présentent des coefficients significatifs au travers des effets directs. On constate que les logements les plus récents construits après 2000 (époques H et I) sont appréciés de plus de 10%, confirmant la forte valorisation du niveau de service résidentiel par les individus (Rosenthal 2008).

L'existence d'un phénomène d'autocorrélation spatiale entre les observations de notre échantillon nous a conduit à rejeter la méthode d'estimation par les MCO et à considérer différents modèles spatiaux afin de contrôler l'interdépendance entre observations (SAR, SEM, SDM). Afin de déterminer la meilleure spécification de notre modèle spatial, nous avons adopté la méthode « *general to specific* » permettant d'intégrer les différentes sources de dépendances spatiales, puis de s'orienter, ou non, sur des formes plus spécifiques. Suivant les résultats du test du facteur commun, le modèle Durbin Spatial s'est avéré être la spécification la plus adaptée à notre cas d'étude. Il permet de contrôler à la fois l'effet de diffusion spatiale des prix entre observations mais également de rendre compte des externalités qui existent entre des logements localisés dans un même environnement. Les résultats de nos estimations présentent deux faits saillants :

- Conformément aux travaux théoriques de Bruckner (1980; 1981) et de Brueckner et Rosenthal (2009), les individus valorisent fortement les logements récents proposant un haut niveau de service résidentiel ;
- La densité perçue a un impact significatif sur le prix des logements : la présence de hauts bâtiments dans l'environnement immédiat d'un logement en déprécie sa valeur. Ces résultats sont conformes à ceux des travaux de Cavailhès *et al.* (2007; 2009) sur la valorisation des paysages « ouverts », et avec les implications des modèles théoriques portant sur la préférence pour les aménités naturelles (JunJie Wu, Adams, et Plantinga 2004) ;
- La densité nette en tant qu'indicateur du potentiel d'interactions sociales n'est pas une caractéristique valorisée par les individus (le coefficient n'est pas significatif); ce résultat va à l'encontre de l'intuition de Beckmann (1976) selon laquelle les individus valorisent la densité pour les interactions qu'elle permet.

Ces résultats empiriques suggèrent donc que la densité n'est pas un attribut spatial recherché par les individus, qu'elle soit relative aux formes urbaines ou au potentiel d'interactions : au mieux, elle n'est pas capitalisée dans le prix des biens immobiliers, au pire elle en déprécie la valeur. L'acceptabilité des opérations visant la compacité urbaine (rénovation, densification, reconversion urbaine) ne peut *a priori* pas passer par l'argument de la sociabilité. En revanche, ces résultats indiquent la forte disponibilité à payer des individus pour un logement neuf. Sous la condition que ces projets d'aménagement génèrent des formes urbaines « acceptables », les instances publiques ont intérêt à produire des logements à haut niveau de service résidentiel, très attractifs pour les individus. Un haut niveau de service résidentiel pourrait alors compenser le caractère dense, non désiré par les individus, de ces opérations d'aménagement urbain.

4. Hétérogénéité spatiale de la valorisation de la densité

A première vue, la densité en tant que vecteur d'interactions sociales n'est pas un attribut spatial valorisé par les individus. Cependant, la littérature portant sur les externalités de voisinage laisse supposer que cette recherche d'interactions dépend grandement des caractéristiques socio-économiques des parties prenant part à l'échange. En effet, la composition sociale du voisinage peut impacter positivement ou négativement l'environnement de vie d'un individu (Brueckner et Helsley 2011; Flambard 2008; Tivadar et Jayet 2006) mais également ses chances de réussite scolaires ou professionnelles (Moizeau, Tropeano, et Vergnaud 2010; Fitoussi, Laurent, et Maurice 2004). Ces externalités sont une des principales sources des phénomènes de ségrégation socio-spatiale. **Suivant le statut socio-économique de leur voisinage, les individus ont intérêt à interagir entre eux, ou au contraire, à limiter toutes interactions.** Les travaux de Brueckner et Largey (2008) montrent alors que ce sont les individus issus des classes aisées ou éduquées qui interagissent le plus afin de bénéficier des externalités positives qu'ils produisent. Suivant ce constat, nous nous demandons si l'acceptabilité de la densité est corrélée à la composition socio-économique du voisinage d'une observation et des externalités qui en découlent. Il est en effet probable que la densité, en tant que vecteur d'interactions sociales, soit valorisée différemment selon les quartiers et leur statut socio-économique. **Nous supposons donc que la valorisation de la densité nette varie sur l'espace urbain suivant la composition socio-économique du**

voisinage d'un logement, et testons cette hypothèse en segmentant notre marché immobilier.

4.1 Identification des « sous-marchés » et modélisation

Dans cette section, nous voulons **tester l'impact de la composition sociale du voisinage immédiat d'une observation sur la valorisation de la densité nette**. Il nous faut donc segmenter notre marché suivant une variable reflétant les conditions socio-économiques des espaces mais à une échelle très fine, celle du voisinage immédiat des logements. Il s'agit en fait de segmenter le marché sur la base de notre variable « Densité Nette », qui retranscrit le potentiel d'interactions d'une localisation, en lui conférant un caractère social, afin de voir si la qualité du voisinage immédiat impacte la valorisation de ce potentiel d'interactions. De ce fait, nous ne pouvons utiliser la variable « Cluster Social » de notre modèle hédonique puisque cette dernière est établie à l'échelle des quartiers. Nous ne disposons pas de données sociales à une échelle plus fine. Ainsi, la seule donnée capable de retranscrire les conditions socio-économiques à l'échelle d'un voisinage est celle des prix immobiliers de la base Perval. On constate en effet une relation entre niveau de prix immobiliers et conditions socio-économiques des quartiers (cf Tableau 26). Le Cluster 3, dans lequel les classes supérieures et éduquées sont surreprésentées présente le plus haut niveau de prix au mètre carré. A l'inverse, le Cluster 2, associé aux quartiers d'habitats sociaux aux conditions socio-économiques fragiles (CSP basses, chômage) présente le prix au mètre carré le plus faible. Enfin, le Cluster 1, composé de classes moyennes et de propriétaires, présente des prix immobiliers moyens (le haut niveau du prix hors taxe provient du fait que ce cluster comporte de nombreuses maisons individuelles comparativement aux autres espaces).

Tableau 26 : Conditions socio-économiques et niveau de prix immobiliers

	Prix HT		Prix au mètre carré	
	Moyenne	Médiane	Moyenne	Médiane
Cluster 1	184 850,34	165 000	2 076,39	2 062,61
Cluster 2	111 985,14	98 900	1 553,35	1 467
Cluster 3	133 377,84	115 000	2 159,42	2 118,18

De plus, comme nous l'avons déjà mentionné dans le point III.2 de ce chapitre, le schéma spatial des associations locales de valeurs immobilières (carte de la Figure 51) et celui des clusters sociaux (carte de la Figure 45) sont sensiblement les mêmes : nous constatons que les concentrations des valeurs immobilières faibles sont principalement localisées dans les IRIS du Cluster 2 et que les concentrations de valeurs élevées sont généralement situées dans les IRIS du Cluster 3. **Ainsi, les conditions socio-économiques à l'échelle du voisinage immédiat d'un logement sont appréhendées au travers du niveau de prix immobilier des biens voisins.**

Notre échantillon se compose des 4236 observations issues de la base « nettoyée » (cf point II.2 de ce chapitre) ; pour le segmenter **nous nous inspirons de la méthode des Indices de Moran Locaux**. Comme nous l'avons vu (point I.3.2), cette méthode permet de classer les observations suivant quatre clusters de prix immobiliers :

- HH : l'observation considérée présente un prix au mètre carré élevé et est entourée d'observations aux valeurs immobilières également élevées ;
- HL : l'observation considérée présente un prix au mètre carré élevé et est entourée d'observations aux valeurs immobilières faibles ;
- LL : l'observation considérée présente un prix au mètre carré faible et est entourée d'observations aux valeurs immobilières également faibles ;
- LH : l'observation considérée présente un prix au mètre carré faible et est entourée d'observations aux valeurs immobilières élevées.

En considérant que les prix immobiliers reflètent les conditions socio-économiques locales, le cluster HH représente des ménages aux conditions socio-économiques favorables, entourés d'individus eux aussi « favorisés ». De même, les observations du cluster HL représentent des ménages aux conditions socio-économiques favorables, entourés d'individus aux conditions socio-économiques fragiles. Le cluster LL reflète une concentration d'individus au statut « fragile » tandis que le cluster LH représente des ménages aux conditions socio-économiques « fragiles » entourés de ménages « favorisés ».

Pour segmenter notre échantillon, nous identifions les 10 plus proches voisins de chaque observation *via* le SIG QGIS. Nous choisissons le seuil de 10 voisins car les externalités de voisinage agissent au niveau d'un quartier, nous souhaitons donc augmenter la portée spatiale du voisinage et ne pas se limiter à celui qui maximise l'autocorrélation spatiale (6 voisins). Sur le corrélogramme des prix au mètre carré (Figure 50), une seconde rupture est visible entre le 10^{ème} et 11^{ème} voisin. Nous considérons cette rupture comme l'effet de régimes spatiaux locaux de l'environnement résidentiel et retenons ce seuil de 10 voisins. Nous comparons ensuite le prix au mètre carré de chaque observation au prix au mètre carré moyen de ses 10 plus proches voisins. Pour segmenter notre échantillon, nous procédons de la manière suivante :

- nous calculons l'écart entre le prix au mètre carré de l'observation et la moyenne du prix au mètre carré des 10 observations voisines. Nous retenons les 60% des observations présentant les plus grands écarts, qu'ils soient positifs ou négatifs (cf Annexe 9). Les écarts négatifs (le bien présente un prix au mètre carré plus faible que ses voisins) sont assignés au cluster LH, les écarts positifs (le bien présente un prix au mètre carré plus élevé que ses voisins) sont assignés au cluster HL ;
- pour les 40% d'observations restantes (les observations présentant un faible écart de prix avec leurs voisins), nous assignons les 30% des valeurs les plus élevées au cluster HH et les 30% des valeurs les plus faibles au cluster LL (cf Annexe 9).

Nous obtenons ainsi nos quatre clusters de prix immobiliers reflétant les conditions socio-économiques du voisinage d'une observation.

Tableau 27 : Moyenne des variables dans chaque cluster

	HH	HL	LH	LL	Echantillon Total
Nb. Observations	286	1119	1134	339	2878
Prix HT	158 158,98	158 304,72	119 829,24	113 194,99	137 371,98
Prix au m ²	2 553,98	2 619,11	1 666,82	1 563,30	2 100,80
Surface Habitable	62,28	61,39	72,18	72,19	67,01
NB Pièces ppal	2,93	3,01	3,44	3,57	3,24
NB SDB	2,15	1,71	1,88	1,35	1,77
NB Parking	0,73	0,86	0,71	1,10	0,85
NB Niveaux	2,15	2,05	2,39	2,75	2,34
Epoque	G	D	D	E	D
Distance au CBD	2 059,28	2 266,92	2 150,35	3 163,05	2 409,90
Distance Min SBD	1 955,25	2 365,81	2 369,97	2 655,49	2 336,63
Reseau14	3,25	3,30	3,28	2,92	3,19
Part de la végétation	0,049	0,063	0,064	0,080	0,06
Hauteur du bâti	8,14	7,77	7,93	10,04	8,47
Densité nette	141,48	148,47	152,05	94,73	134,18

Nous estimons ensuite notre modèle hédonique pour chaque sous-marché. Puisque l'appartenance à un de ces sous-marchés renseigne déjà sur les conditions socio-économiques locales, **nous enlevons la variable « Cluster Social » de notre modèle**. Pour la matrice de poids, nous choisissons celle des 10 plus proches voisins puisque c'est le seuil de voisinage que nous avons fixé *a priori* pour réaliser notre segmentation. Afin de déterminer la meilleure spécification, nous procédons également par la méthode « *general to specific* » et appliquons le test du facteur commun sur les modèles Durbin Spatial, SEM et SAR. Suivant les résultats de ce test (cf Annexes 10 à 13), nous choisissons une modélisation Durbin Spatial pour chaque sous-marché, révélant une fois encore que les prix immobiliers sont affectés par différents processus spatiaux (effet de diffusion spatiale des prix, externalités de voisinage). Nous calculons pour chaque sous-marché et pour chaque variable, les impacts directs, indirects et totaux. Nous présentons dans un premier temps les résultats relatifs aux impacts totaux, puis nous nous penchons sur les traits saillants du cluster HH. Les détails par sous-marché sont donnés en Annexes 10, 11, 12 et 13.

4.2 Résultats des estimations par sous-marchés

Les résultats de nos estimations sur les quatre sous-marchés identifiés nous permettent d'appréhender deux éléments sur la valorisation de la densité nette :

- Celle-ci est-elle valorisée dans un environnement socialement homogène ou hétérogène ?
- La valorisation diffère-t-elle suivant le profil socio-économique des populations en présence ?

Tableau 28 : Impacts Totaux estimés pour chaque cluster

	HH		HL		LH		LL	
	Impact Total	Signif.	Impact Total	Signif.	Impact Total	Signif.	Impact Total	Signif.
Log(HABSURF)	0,9440		0,9319	***	1,2344	***	0,5670	
NBPPAL	0,0064		-0,0096		-0,0574		0,2258	*
NBSDB	-0,0468		0,0288		-0,0171		0,1774	
NBNIV	0,0063		-0,0333	*	0,0204		-0,0489	*
EPOQUEB	0,0052		0,1978		0,2470		-0,8934	
EPOQUEC	0,0651		0,2315		0,5855		-1,0184	
EPOQUED	0,0502		0,1179		0,2418		-1,0408	
EPOQUEE	0,1353		0,1136		0,3329		-0,8427	
EPOQUEF	0,0534		0,0478		0,6170		-1,1590	
EPOQUEG	0,0657		0,1762		0,7314		-1,5312	*
EPOQUEH	0,1343		0,1425		0,5322		-4,0284	*
EPOQUEI	0,2118		0,0718		0,5217		-1,0292	
NBPARK	-0,0088		0,0213		-1,9491E-05		0,0180	
ANNEXO	-0,1208		-0,0860		-0,4501	*	0,5789	
Nb_ANNEXE	0,0438		0,0273		0,1010	*	0,1473	*
EXTERIEURO	-0,0920		0,0989		-0,2180		-0,0990	
Nb_EXTERIEUR	0,0074		0,0617		0,2400	°	0,1220	
log(Dist_CBD)	0,0251		-0,1241	***	-0,1068	***	-0,2549	***
log(Min_SBD)	-0,0102		-0,1060	***	-0,0954	**	-0,0899	
Reseau14	-0,0001		0,0076		0,0071		-0,0010	
Part_Vege	0,0133		0,2372		0,4511	°	0,3048	
Hauteur_Bat	0,0001		-0,0145	**	-0,0236	***	-0,0044	
log(DensN)	0,0221		-0,0330	*	0,0393		-0,1493	**
ρ	-0,87		0,51		0,44		0,57	
Nb Obs.	286		1119		1134		339	

Seuils de significativité : *** : $p\text{-value} < 0,001$; ** : $0,001 < p\text{-value} < 0,01$; * : $0,01 < p\text{-value} < 0,05$; ° : $0,05 < p\text{-value} < 0,1$; sinon $p\text{-value} > 0,1$

Nous constatons dans un premier temps que peu de variables apparaissent significatives. Ce résultat peut provenir de la segmentation effectuée qui capte les différents régimes spatiaux présents sur l'agglomération (Griffith 1992; Baudry et Maslianskaïa-Pautrel 2011; Dubé, Des Rosiers, et Thériault 2011b). De plus, puisque cette segmentation conduit à considérer des environnements hétérogènes, il est probable que certains attributs spatiaux ne soient pas présents sur certains espaces, ils ne sont donc pas explicatifs.

En ce qui concerne les variables intrinsèques, on constate que seuls les coefficients associés à la surface et au nombre de niveaux sont significatifs pour les clusters HL, LH et LL. Conformément aux résultats précédents, la surface impacte positivement le prix du bien (HL et LH) et le nombre de niveaux le déprécie (HL et LL). De façon surprenante, on note également une dévalorisation des logements construits entre 1981 et 2000 pour les observations du cluster LL, soit des logements plutôt récents proposant un bon niveau de service résidentiel.

Concernant les variables liées à l'environnement résidentiel, l'effet le plus significatif est celui relatif aux « forces traditionnelles », soit la distance aux pôles d'emploi, principal et secondaires. Hormis pour le cluster HH, un éloignement du CBD contribue à baisser la disponibilité à payer des individus (moins 1,2% pour le cluster HL, moins 1% pour le cluster LH et moins 2,5% pour le cluster LL pour un éloignement de 10% supplémentaire du CBD). Cet effet est moins marqué pour la distance au SBD le plus proche. L'accessibilité au centre-ville semble donc plus valorisée par les classes les plus fragiles. Ce résultat peut être expliqué par une mobilité plus contrainte pour ces individus, du fait notamment de leurs moyens financiers (Glaeser, Kahn, et Rappaport 2008). Ils préfèrent donc une localisation centrale leur permettant d'accéder facilement au pôle principal. Bien que la variable relative au réseau de transport ne soit pas significative pour ce cluster, une localisation proche du centre permet également de bénéficier d'une bonne accessibilité par les transports collectifs.

Concernant nos variables d'intérêt, on constate que la densité perçue au travers de la hauteur du bâti joue significativement et négativement pour les clusters HL et LH. Lorsque le bâti augmente d'un mètre dans le cluster HL, le prix du bien est déprécié de 1,4% et de 2,3% dans le cluster LH. Ce dernier résultat est cohérent en considérant la valorisation de la part du végétal pour les observations du cluster LH. Conformément à Wu *et al.* (2004), les individus de ce cluster valorisent les espaces résidentiels peu urbanisés et verts. Enfin, on constate que le coefficient associé à la densité nette est négatif et significatif pour les clusters HL et LL. Dans le cluster HL, une augmentation de 10% de la densité nette contribue à déprécier le prix du bien de 0,33% et de près de 1,5% dans le cluster LL. Cette variable n'apparaît pas significative pour les clusters HH et LH. Ainsi, il semblerait que la densité en tant que vecteur d'interactions sociales soit une caractéristique spatiale dévalorisée lorsque le voisinage est composé d'individus aux conditions socio-économiques fragiles. Ce résultat peut s'interpréter au travers des externalités de voisinage. Puisque les externalités de voisinage négatives sont généralement associées aux classes « défavorisées » (Selod 2004; Fitoussi, Laurent, et Maurice 2004), une augmentation de la densité nette dans ces clusters traduit une baisse des conditions socio-économiques du quartier et donc une augmentation des externalités de voisinage négatives. Ce résultat est encore plus marqué dans le cluster LL, indiquant qu'une augmentation de la densité nette contribue à amplifier les externalités négatives déjà présentes dans le quartier et à renforcer le phénomène de « trappe spatiale de pauvreté » (Selod 2004). Ainsi, **la valorisation de la densité en tant que vecteur d'interactions sociales est dépendante du statut socio-économique des individus prenant part à l'échange** : cette caractéristique spatiale est dévalorisée lorsque le voisinage présente des conditions socio-économiques défavorables source d'externalités négatives et **cette dévalorisation est amplifiée dans les quartiers concentrant une population homogène et « défavorisée »**.

En outre, nous remarquons que le cluster HH ne présente aucun coefficient significatif avec l'estimation du modèle Durbin Spatial. Cependant, nous souhaitons souligner que l'estimation par la méthode des MCO produit des résidus faiblement autocorrélés spatialement (0,022 au seuil de 5%) (cf Annexe 10). Nous souhaitons donc nous pencher sur certains résultats de cette estimation pour prolonger nos réflexions sur les conditions de valorisation de la densité, avec toutes les précautions nécessaires du fait de la présence d'une faible autocorrélation spatiale. Pour le cluster concentrant les observations aux prix élevés, on constate la forte valorisation du niveau de service résidentiel : les logements construits après 2000 voient leur prix apprécié de 15% (cf Annexe 10). Conformément aux travaux de Brueckner et Rosenthal (2009), les classes favorisées valorisent fortement les logements à haut niveau de service résidentiel. On remarque également que le coefficient associé à la densité nette est positif et significatif au seuil de 5%. Dans ce cluster constitué de ménages aux conditions socio-économiques favorables, une augmentation de 10% de la densité nette contribue à augmenter le prix des biens de 0,1%. Bien que ce coefficient soit faible, il est possible que la densité nette en tant que vecteur d'interactions sociales soit valorisée lorsque le voisinage présente un statut socio-économique favorable, source d'externalités de voisinage positives.

Ces travaux économétriques nous amènent à considérer deux résultats importants concernant la valorisation de la densité urbaine :

- 1) **La densité perçue au travers de la hauteur du bâti est une caractéristique spatiale qui n'est pas valorisée par les individus ;** elle participe à déprécier le prix des biens immobiliers ;
- 2) **La densité apparaît comme un déterminant des choix résidentiels lorsqu'elle génère des externalités de voisinage négatives, sa valorisation en tant que vecteur d'interactions sociales dépend donc des caractéristiques socio-économiques du voisinage.** Lorsque celui-ci est composé d'individus au statut socio-économique « défavorisé », source d'externalités négatives, la densité est dévalorisée. En revanche, il est possible que celle-ci soit valorisée lorsque le voisinage présente une composition socio-économique « favorable », source d'externalités positives.

Enfin, on note la forte valorisation des logements neufs à haut niveau de service résidentiel (Modèle Durbin Spatial du Tableau 25) et que cette valorisation est certainement plus marquée pour les individus issus des classes « favorisées » (estimation par la méthode des MCO pour le cluster HH, Annexe 10).

Ces résultats posent nécessairement question au vu de l'objectif affiché de mixité sociale du nouveau modèle urbain durable. Pour que la ville dense soit acceptée par au moins une partie des individus, il semble nécessaire que son organisation socio-spatiale soit ségrégée. Au regard de la valorisation du service résidentiel, nous nous demandons alors si les opérations d'aménagement urbain durable (construction de logements neufs, opérations de rénovation urbaine) pourraient potentiellement compenser un environnement dense non désiré et parfois source d'externalités négatives, sous condition évidemment que ces aménagements se réalisent au travers de formes urbaines acceptables.

5. Analyse exploratoire de la relation cycles urbains / cycles sociaux

Dans ses travaux, Rosenthal (2008) s'intéresse à l'effet de l'âge du bâti sur la composition socio-économique des espaces urbains en supposant que les individus « aisés » ont tendance à résider dans les logements les plus récents dotés d'un haut niveau de service résidentiel. En se basant sur un indicateur de revenu moyen, Rosenthal (2008) analyse l'évolution du statut socio-économique des quartiers de 35 villes américaines entre 1950 et 2000. Il démontre tout d'abord que l'évolution des conditions socio-économiques des espaces urbains est un processus long et que les quartiers à la composition sociale homogène - riches et pauvres - ont tendance à moins évoluer dans le temps que les quartiers au profil « moyen », signe d'une inertie des schémas socio-spatiaux. Dans un second temps, il explique le changement de statut des quartiers entre 1990 et 2000 par différentes variables caractérisant les espaces telles l'accès aux transports publics, la qualité du voisinage et l'âge du bâti. Il montre ainsi que le revenu moyen d'un quartier dépend de toutes ces caractéristiques mais que celles-ci agissent à un horizon temporel différent. Les externalités de voisinage contribuent à une évolution rapide du statut socio-économique des quartiers alors que l'âge du bâti génère des schémas socio-spatiaux inscrits durablement dans le temps. Il démontre également que la probabilité des quartiers de voir leur statut socio-économique changer dépend de l'âge du bâti en place. En effet, il montre que les espaces composés du bâti le plus ancien et le plus récent ont plus de probabilité de voir leurs caractéristiques sociales évoluer comparativement aux quartiers dont l'âge du bâti est moyen. Les quartiers rénovés récemment assistent à l'arrivée d'individus aisés et les quartiers anciens dégradés ont plus de chance d'être rénovés dans un horizon temporel proche. En revanche, les quartiers présentant un âge du bâti moyen vont lentement se dégrader mais ne bénéficieront pas de rénovations dans l'immédiat. Ces travaux montrent bien l'effet de l'âge du bâti sur l'évolution du statut social des espaces urbains. En supposant que les plus riches se localisent dans les quartiers les plus récents, et en observant l'âge du bâti actuel dans plusieurs villes américaines, Brueckner et Rosenthal (2009) prévoient un phénomène de gentrification dans les centres qui seront potentiellement rénovés, et une baisse du niveau de revenu moyen dans les espaces périurbains. Suivant ce phénomène, Brueckner et Rosenthal (2009) prévoient que les disparités de revenu entre centre et périphérie devraient baisser de près de 10% d'ici à 2020.

En nous inspirant de ces travaux, et en considérant les résultats de nos estimations concernant la valorisation des logements neufs, nous menons une étude exploratoire reliant cycles urbains et cycles sociaux des IRIS de l'agglomération dijonnaise. **L'idée est d'étudier conjointement l'évolution de l'âge du bâti dans les IRIS⁴⁴ et l'évolution de leur composition socio-économique.** Nous souhaitons voir par exemple si les IRIS ayant connu une vague de construction récente de logements, ont vu leur composition sociale changer ou non et si oui, dans quel sens (amélioration, détérioration).

Pour cela nous mobilisons des données sur trois périodes : 1990, 1999 et 2010. Ces données sont tirées des recensements de l'INSEE effectués à ces trois dates. Le principal problème auquel nous nous sommes confrontée pour réaliser cette étude est que les variables disponibles à ces différentes périodes ne sont pas les mêmes. Par exemple, concernant l'âge du bâti, le nombre de périodes

⁴⁴ Nous n'utilisons toujours que les IRIS d'habitat

distinguées n'est pas le même entre les différents recensements et les périodes considérées non plus (Tableau 29).

Tableau 29 : Variables relatives à l'âge du bâti dans les recensements INSEE de 1990, 1999 et 2010

	Nombre de périodes	Périodes de construction distinguées
Données de 1990	6	avant 1915 ; de 1915 à 1948 ; de 1949 à 1967 ; de 1968 à 1974 ; de 1975 à 1981 et après 1982
Données de 1999	7	avant 1915 ; de 1915 à 1948 ; de 1949 à 1967 ; de 1968 à 1974 ; de 1975 à 1981 ; de 1982 à 1989 et après 1990
Données de 2010	6	avant 1949 ; de 1949 à 1974 ; de 1975 à 1981 ; de 1982 à 1989 ; de 1990 à 1999 et après 2000

Il en est de même pour les caractéristiques des populations. Nous caractérisons donc nos quartiers par des variables disponibles à ces trois recensements. Nous mobilisons au total 13 variables :

- la part de chacune des CSP (agriculteurs, artisans, professions intermédiaires, cadres, employés, ouvriers) ;
- la part des chômeurs ;
- la part des propriétaires ;
- la part des locataires ;
- la part des locataires HLM ;
- la part des logements vacants ;
- la part de la population étrangère.

Dans un premier temps, nous classifions les IRIS selon leur composition socio-économique. Pour cela, nous mobilisons à nouveau la méthode des K-mean. Nous effectuons différents tests pour déterminer le nombre de clusters optimal pour les trois années différentes (Annexe 14). Nous sommes cependant contraints de choisir le même nombre de clusters pour ces trois périodes afin de pouvoir comparer l'évolution des conditions socio-économiques des quartiers. L'idée est de voir si certains IRIS « passent » d'un cluster à l'autre entre ces périodes afin de capter un changement de leur composition sociale. Suivant les différents tests effectués, une classification en trois clusters semble la plus pertinente. Nous en donnons les principales caractéristiques et le détail est donné en Annexe 15.

- Cluster 1 : IRIS aux conditions socio-économiques favorables, comptant plus de cadres et professions intermédiaires, avec un fort taux de propriétaires et moins touchés par le chômage ;
- Cluster 2 : IRIS aux conditions socio-économiques « défavorables », constitués de CSP « basses », touchés par le chômage et marqués par une forte part d'étrangers et de locataires HLM ;
- Cluster 3 : IRIS mixtes, proches des caractéristiques moyennes de la population du Grand Dijon.

Ensuite, nous identifions les IRIS qui changent de cluster entre les deux périodes (entre 1990 et 1999 et entre 1999 et 2010). Nous remarquons que les IRIS ayant changé de cluster ne sont pas

nombreux sur les deux périodes (6 à chaque fois) (Tableaux 30 et 31), ce qui peut être dû au fait que nos variables ne sont pas suffisantes pour caractériser l'évolution de la composition sociale d'un quartier (l'ajout de variables relatives au revenu ou au niveau d'éducation aurait peut-être permis d'obtenir des changements de statut plus nombreux). Notons également que les IRIS du Cluster 2 semblent n'avoir connu aucun changement dans leur composition sociale de 1990 à 2010, signe d'une inertie des schémas socio-spatiaux.

Tableau 30 : IRIS ayant changé de cluster entre 1990 et 1999

DCOMIRIS	CODECOM	COMMUNE	LIBIRIS	Cluster en 1990	Cluster en 1999	Sens de variation ⁴⁵
212311001	21231	Dijon	Bel Air	3	1	+
212311002	21231	Dijon	Larrey	3	1	+
212311004	21231	Dijon	Bourroches Est	3	1	+
212311603	21231	Dijon	Jouvence Ouest	3	1	+
212319801	21231	Dijon	La Toison d'Or	1	3	-
215400198	21540	Saint-Apol.	Nord Est	3	1	+

Tableau 31 : IRIS ayant changé de cluster entre 1999 et 2010

DCOMIRIS	CODECOM	COMMUNE	LIBIRIS	Cluster en 1999	Cluster en 2010	Sens de variation
212310901	21231	Dijon	Arsenal	1	3	-
212311005	21231	Dijon	Trois Forgerons	3	1	+
212311503	21231	Dijon	Eugene Spuller	3	1	+
212311601	21231	Dijon	La Charmette	1	3	-
212311602	21231	Dijon	Fauconnet	1	3	-
212311603	21231	Dijon	Jouvence Ouest	1	3	-

Dans un second temps, nous identifions les IRIS ayant vu l'âge moyen de leur bâti diminuer entre deux périodes. Pour cela, nous nous focalisons sur les périodes de construction les plus récentes. Pour la période 1990-1999, nous nous intéressons donc à l'évolution de la part du bâti construit après 1982 et pour la période 1999-2010, nous nous focalisons sur l'évolution de la part du bâti construit après 1990. Cette augmentation du bâti récent peut traduire à la fois la construction de nouveaux logements mais également la réalisation d'opérations de rénovation urbaine (démolitions puis reconstructions ou rénovations).

Pour cela, nous retenons les 20% des IRIS ayant connu la plus grande augmentation de la part de leur bâti récent. Pour la période 1990-1999, il s'agit des IRIS ayant vu leur part de bâti construit après 1981 augmenter de plus de 15 points (cf Annexe 16). Pour la période 1999 – 2010, il s'agit des IRIS ayant vu leur part de bâti construit après 1990 augmenter de plus de 12 points (cf Annexe 16).

⁴⁵ Le sens de variation signifie l'amélioration (+) ou la détérioration (-) de la composition socio-économique du quartier suivant leur cluster d'appartenance de départ et d'arrivée

Pour la période de 1990-1999, 25 IRIS ont vu la part de leur bâti récent augmenter de plus de 15 points (ces IRIS sont présentés en Annexe 16). Sur ces 25 IRIS, seulement 14 font partie de la commune de Dijon. Au regard de la période et des lieux de construction (bâti construit entre 1981 et 1990 et dans des IRIS en dehors de la commune-centre), ces vagues de construction massives peuvent être attribuées au mouvement de périurbanisation ou à la création de nouvelles zones d'activités en périphérie. Nous retrouvons par exemple certaines communes non « irisées » de l'agglomération (Bretenière, Sennecey-les-Dijon, Bressey-sur-Tille) et éloignées du pôle urbain principal. De même que les IRIS « Concorde », « Clos de Pouilly », « Charles-de-Gaule » associés au pôle secondaire de la Toison-d'Or, en plein essor à cette période. Si nous rapprochons ces IRIS avec ceux ayant vu leur composition sociale changer (Tableau 30), nous ne trouvons qu'une « correspondance », l'IRIS « LARREY ». Pour cette période, la relation entre construction de logements récents et arrivée de classes aisées n'est pas probante, que ce soit pour des IRIS « mixtes » comme pour des IRIS de quartiers d'habitats sociaux (IRIS Lochères).

Pour la période 1999-2010, 26 IRIS ont connu une augmentation de la part de leur bâti construit après 1990 supérieure à 12 points (Annexe 16), dont 14 sont situés dans la commune de Dijon. On note encore la présence de communes éloignées du centre urbain (Fenay et Magny-sur-Tille) ainsi que des IRIS associés à des pôles d'emploi secondaires (Toison d'Or, Saint-Apollinaire Nord Est et Atrias à Quetigny). Ces résultats confirment bien que ces pôles secondaires impactent la répartition des nouvelles constructions résidentielles. La valeur « 1 » associée à l'IRIS de la Toison d'Or signifie que ce quartier s'est construit dans les années 2000, soit après la création du pôle d'emploi secondaire, qui date lui des années 1990 (pour indication, le centre commercial de la Toison d'Or été inauguré en 1990). Sur ces 26 IRIS, 2 seulement trouvent une « correspondance » avec les IRIS ayant changé de cluster « social » à la même période, à savoir les IRIS « Charmette » et « Arsenal » (Tableau 31). Cependant, on note que si le quartier « Arsenal » a vu ses conditions socio-économiques s'élever (passage du cluster 3 à 1), celui de la « Charmette » les a vu se détériorer (passage du cluster 1 à 3). Ce phénomène peut s'expliquer en partie par le fait que la part des locataires en HLM est passée de 7% à 12% entre 1999 et 2010 dans cet IRIS. Il semblerait ainsi que la forte proportion de logements neufs ne suffise pas à améliorer voire maintenir la composition sociale en place lorsque le nombre d'habitats sociaux augmente. Notons également qu'un de ces IRIS « rénové » est associé à un quartier d'habitat social (IRIS Petigny-Chaufferie de Chenôve) et que sa composition socio-économique est restée inchangée.

Cette étude exploratoire n'a pas permis de montrer une relation saillante entre logements neufs et évolution de la composition sociale des quartiers. Ceci dit, notre étude souffre de la disponibilité des données dans le temps. Pour améliorer ce travail, il serait nécessaire de mieux caractériser la composition socio-économique des quartiers (variables concernant le niveau de revenu ou d'éducation). De même, on ne peut distinguer si les logements récents sont le produit de constructions « pures » ou d'opérations de démolition-reconstruction issues de politiques de rénovation urbaine. De tels renseignements pourraient être intéressants à mobiliser pour distinguer l'évolution des espaces « neutres » (constructions pures) de celle des espaces déjà marqués socialement (opérations de rénovation urbaine) suite à la construction de logements neufs, particulièrement pour les quartiers d'habitats sociaux. Cependant, un résultat retient notre attention, celui associé à l'IRIS de la Charmette. Entre 1999 et 2010, ce quartier a vu sa part de bâti récent (datant d'après 1990) augmenter de 12 points. En revanche sa composition sociale s'est

plutôt dégradée, l'IRIS est passé du cluster « favorisé » au cluster « mixte ». Parallèlement, nous avons observé sur la même période une augmentation de 5 points de la part des locataires HLM. Cette observation laisse à penser que l'effet « externalités de voisinage » est plus fort que l'effet « valorisation du logement neuf ». Bien que les conditions d'habitat se soient améliorées avec une augmentation du niveau de service résidentiel moyen dans le quartier, cela n'a pas suffi à maintenir la composition sociale en place suite à l'implantation de nouveaux logements HLM. Enfin, nous notons qu'aucun IRIS du Cluster 2 (conditions socio-économiques « défavorables ») n'a connu d'évolution dans sa composition sociale entre 1990 et 2010 et ce, bien que certains de ces quartiers aient connu une vague récente de construction de logements. Ce résultat est conforme avec les travaux menés par Rosenthal (2008) suivant lesquels les quartiers à la composition sociale homogène - riche ou pauvre - sont ceux connaissant le moins d'évolution de leur statut socio-économique dans le temps, signe d'une inertie des schémas socio-spatiaux.

Conclusion du Chapitre 4

Ce chapitre empirique avait pour objectif principal de tester deux hypothèses tirées de la littérature théorique et relatives aux densités urbaines :

- La densité perçue au travers de l'urbanisation est une caractéristique spatiale dévalorisée par les individus (Wu, Adams, et Plantinga 2004);
- La densité en tant que vecteur d'interactions sociales est recherchée et valorisée par les individus (Beckmann 1976).

Pour tester ces hypothèses, nous avons mobilisé **la méthode d'évaluation hédonique** visant à évaluer le prix implicite pour chaque attribut du logement. Pour cela, nous avons utilisé la base des transactions immobilières Perval et avons caractérisé chaque observation par ses caractéristiques intrinsèques et extrinsèques. Les dernières relevant de l'environnement résidentiel des biens immobiliers, nous avons mobilisé des données géoréférencées afin de caractériser la localisation de chaque logement (distance aux centres d'emploi, présence d'aménités...). Pour tester nos deux hypothèses, nous avons construit deux variables pour approximer la densité perçue et le potentiel d'interactions des localisations : une variable relative à la hauteur du bâti et une variable mesurant la densité nette dans le voisinage immédiat des biens. Nous avons ensuite procédé à différents tests qui nous ont permis de détecter un phénomène d'autocorrélation spatiale entre les observations et de spécifier la meilleure forme de modélisation. Pour chacune de nos estimations, nous avons utilisé le modèle Durbin Spatial, permettant de rendre compte de la multiplicité des sources de dépendance spatiale (diffusion spatiale des prix et des caractéristiques entre les biens). L'estimation de notre échantillon total (maisons et appartements) nous a permis de mettre en avant la dévalorisation de la hauteur du bâti par les individus. **Conformément aux travaux de Wu *et al.* (2004), la densité perçue contribue à déprécier la valeur d'un bien.** En revanche, nous n'avons pas pu déterminer l'effet de la densité en tant que vecteur d'interactions sociales, le coefficient s'est révélé non significatif. Enfin, nous avons montré que les individus valorisent fortement le niveau de service résidentiel fourni par un logement neuf : les biens les plus récents sont appréciés de près de 10% par rapport aux biens les plus anciens.

Au regard de la prégnance de la notion d'externalités de voisinage pour comprendre le choix des individus d'échanger ou pas avec leurs semblables, nous nous sommes demandée si la valorisation de la densité n'était pas dépendante des conditions socio-économiques des parties prenant part à l'interaction sociale. Nous avons donc testé dans un deuxième temps, **l'hétérogénéité spatiale de la valorisation de la densité nette**. Pour cela, nous avons segmenté notre échantillon selon quatre clusters de prix immobiliers, en nous inspirant de la méthode des Indices de Moran Localisés et nous avons supposé que le niveau de prix dans chacun des clusters était révélateur des conditions socio-économiques locales. L'estimation de notre modèle hédonique pour chacun de ces clusters a révélé **un résultat intéressant sur les conditions de valorisation de la densité : cette dernière est dépendante de la « qualité » du voisinage**. En effet, nous avons montré que la densité en tant que vecteur d'interactions sociales est une caractéristique spatiale dévalorisée en présence d'un voisinage aux conditions socio-économiques « défavorisées », car synonyme d'externalités négatives (clusters HL et LL). Nous avons également montré que cette dévalorisation est encore plus grande dans le cluster concentrant des individus au statut social « fragile » (cluster LL) car une augmentation de la densité nette se traduit comme une amplification des externalités négatives de voisinage déjà présentes. En outre, et bien que l'on ait détecté une faible autocorrélation spatiale dans les résidus, l'estimation par la méthode des MCO pour le cluster concentrant des individus « favorisés » (HH) a révélé un coefficient positif et significatif pour la densité nette. Ainsi, on pressent que la densité peut être une caractéristique spatiale valorisée lorsqu'elle est source d'externalités de voisinage positives. Au final, notre travail empirique montre que **la densité en tant que vecteur d'interactions sociales n'est déterminant du choix de localisation que lorsqu'elle induit des externalités négatives de voisinage**.

Enfin, nous avons mené une étude exploratoire mettant en lien cycles urbains et cycles sociaux des IRIS de l'agglomération dijonnaise. Puisque le logement neuf est une caractéristique fortement valorisée par les individus, nous avons tenté de voir si des vagues de constructions résidentielles récentes avaient contribué à changer le profil social des quartiers, et plus particulièrement, avait induit l'arrivée de classes aisées, fortement demandeuses de service résidentiel. Nous avons alors comparé l'évolution de la composition sociale des quartiers et celle de l'âge moyen du bâti sur les périodes de 1990, 1999 et 2010. Cette étude n'a pas révélé de relation marquée entre cycles urbains et cycles sociaux. Cependant, nous avons souligné le fait que les IRIS associés à des quartiers d'habitats sociaux n'ont connu aucune évolution de leur profil socio-économique entre 1990 et 2010 et ce, bien que certains aient vu l'âge moyen de leur bâti diminuer durant cette période. De même, nous avons remarqué que l'IRIS de la Charmette, qui a connu une vague de construction massive entre 1999 et 2010, a vu sa composition sociale se « dégrader » suite à l'augmentation du nombre de HLM sur la même période. Il semble alors que la construction de logements neufs ne suffise à maintenir la composition socio-économique d'un quartier quand le nombre de logements sociaux augmente, l'effet « externalités de voisinage négatives » serait plus fort que l'effet du niveau de service résidentiel. Enfin, il est important de souligner que ce type d'étude est soumis à la disponibilité de données identiques sur différentes périodes. Ces résultats peuvent sans aucun doute être améliorés et enrichis par l'ajout de variables caractérisant mieux les populations et le bâti dans le temps.

Conclusion Générale

La densité, très présente dans les documents de planification et d'aménagement actuels, apparaît à la fois comme un objectif, un outil ou une solution pour aménager et organiser les espaces urbains et atteindre le modèle de Ville Durable. Face à ces enjeux, il nous a semblé important de nous intéresser aux **conditions d'acceptabilité de la densité par les individus**, d'autant que l'idéal résidentiel demeure encore la maison individuelle (TNS Sofres 2007) et que le syndrome NIMBY (« *Not In My BackYard* ») se fait ressentir dans les espaces périurbains (Torre *et al.* 2010; Fijalkow 2014). Ainsi, les raisons de l'existence d'espaces urbains denses doivent être questionnées et explicitées. Dans cette optique, nous avons appréhendé les déterminants des choix résidentiels et les formes urbaines qui en découlent par **les théories de l'Economie Urbaine**. Bien que ce champ disciplinaire traite des choix de localisation des individus, il reste assez peu employé pour comprendre et analyser l'intensité de l'occupation des espaces urbains. Nous nous sommes donc employée à expliquer et analyser la densité au travers de ces théories.

Dans un premier temps, nous avons introduit le concept de densité par l'analyse de deux modèles urbains opposés, celui de **la Ville Etalée et de la Ville Compacte**. Au regard des enjeux de développement durable, notamment énergétiques et environnementaux, la Ville Etalée ne correspond plus à une organisation spatiale optimale tant pour l'environnement que pour ses résidents. Source de pollution, de consommations énergétiques importantes et de ségrégation socio-spatiale, le modèle de la Ville Etalée est aujourd'hui supplanté par celui de la Ville Compacte (Kahn 2000; 2006; Burton 2000; Pouyanne 2007). Caractérisée par une densité accrue, cette organisation spatiale permet de répondre à certaines limites de l'étalement urbain. Nous avons cependant souligné le fait que la mise en œuvre de ce nouveau modèle urbain relève plus d'**une injonction des autorités publiques** que d'aspirations individuelles, appuyant encore notre volonté d'en évaluer son acceptabilité.

Dans un second temps, nous avons mobilisé les théories de l'Economie Urbaine pour comprendre quels arbitrages résidentiels produisent des espaces intensément ou faiblement occupés. La lecture des travaux théoriques et leurs enseignements nous ont ainsi permis de synthétiser et d'identifier **les déterminants spatiaux créateurs de densité**. Suivant des résultats déjà bien connus, nous retenons que la recherche d'aménités naturelles et la volonté de résider dans de grands logements sont autant de facteurs conduisant à la dispersion spatiale des individus (Fujita 1989; Wu, Adams, et Plantinga 2004; Cavailhès 2009a). A l'inverse, la recherche de proximité à l'emploi et l'existence d'attributs spatiaux localisés amènent les individus à vivre dans de petits habitats pour résider à proximité de ces caractéristiques spatiales valorisées (Brueckner, Thisse, et Zenou 1999). Nous avons cependant pointé des déterminants de localisation moins mobilisés dans les théories économiques urbaines, à savoir **la qualité du logement et la recherche d'interactions sociales**. Le premier apparaît comme une compensation de la densité : les individus sont prêts à sacrifier de leur espace de vie pour bénéficier d'un service résidentiel élevé (Brueckner 1980; 1981; Brueckner et Rosenthal 2009). En revanche, le second s'apparente à une véritable valorisation de la densité : plus les individus résident dans un espace peuplé et plus ils bénéficient d'interactions sociales à

moindre coût, la « ville conviviale » étant même plus dense à l'optimum qu'à l'équilibre (Beckmann 1976).

De ces analyses, nous faisons alors ressortir que **la densité ne peut être saisie de manière simple mais qu'il s'agit au contraire d'un attribut urbain complexe** (Fouchier 1997; Goux 1981). La densité urbaine masque en réalité des formes de densités différenciées, parmi lesquelles nous distinguons principalement la densité de population, la densité de bâti et la densité sociale. L'analyse de la forme des espaces urbains, notamment à l'échelle intra-urbaine, est alors mieux appréhendée lorsque l'on tient compte de ces différentes densités.

Pour étudier les densités urbaines, deux études empiriques portant sur la communauté urbaine du Gand Dijon ont été menées. La première a permis de construire une typologie des quartiers de cette agglomération afin de **rapprocher les déterminants de localisation des niveaux de densités urbaines** en considérant les différents types de densités présents sur un espace. De plus, nous avons précisé les enjeux méthodologiques relatifs aux mesures de la densité. Si le ratio de densité de population brute est le plus souvent utilisé, nous avons montré qu'une mesure de densité nette retranscrit plus fidèlement l'occupation du sol à l'échelle intra-urbaine. Si on ne considère effectivement que l'espace urbanisé à usage résidentiel, certains quartiers sont apparus autant, voire plus intensément occupés que le centre-ville historique dijonnais. Ce constat nuance le modèle urbain standard en mettant en lumière **un autre de déterminant des localisations résidentielles : les politiques publiques d'aménagement urbain**. Les espaces densément occupés identifiés dans notre typologie se sont avérés être des quartiers d'habitats sociaux ou des quartiers résidentiels proches de pôles d'emploi secondaires. Ainsi, la création de zones d'activités en dehors du pôle principal d'emploi participe à la concentration d'individus dans leur espace de proximité. Quant à la densité d'occupation dans les quartiers d'habitats sociaux, nous avons suggéré que ces choix résidentiels relèvent plus d'une contrainte financière que de préférences individuelles.

Dans une seconde étude, nous nous sommes employée à répondre à notre questionnement principal : la densité est-elle une caractéristique spatiale valorisée par les individus ? Pour cela, nous avons réalisé **une évaluation hédonique du prix des biens immobiliers** en intégrant différentes formes de densité et en tenant compte des effets de dépendance spatiale. Pour cette étude, la base des transactions immobilières Perval ainsi que des données géoréférencées ont été mobilisées. Un ensemble de caractéristiques intrinsèques – propres aux logements – et extrinsèques – propres à leur localisation – sont considérées, certaines étant construites pour notre étude. Afin d'appréhender l'appréciation de la densité par les individus, nous avons testé deux hypothèses tirées de notre analyse des théories de l'Economie Urbaine :

- La densité perçue au travers de l'urbanisation est une caractéristique dévalorisée par les individus (Wu, Adams, et Plantinga 2004) ;
- La densité en tant que vecteur d'interactions sociales est recherchée par les agents (Beckmann 1976).

Pour approximer ces deux éléments, nous avons construit deux variables à l'échelle du voisinage immédiat du logement. La première est relative à la hauteur du bâti et la seconde est basée sur la densité nette, qui permet de mieux approximer le potentiel local d'interactions que la densité usuelle (i.e. brute). Suivant différents tests économétriques spatiaux, le choix de modélisation s'est porté

sur un modèle Durbin Spatial intégrant à la fois l'impact des caractéristiques des logements voisins et un effet de multiplicateur spatial sur l'ensemble de l'agglomération. Les résultats de nos estimations nous apportent des informations importantes sur la valorisation des différentes densités urbaines par les individus. L'estimation sur notre échantillon global, composé d'appartements et de maisons individuelles, met en évidence **la dévalorisation de la densité perçue par les individus**. Nous avons montré que lorsque, la hauteur du bâti augmente d'un mètre dans le voisinage immédiat d'un logement, son prix est déprécié de 1%. En revanche, l'appréciation de la densité nette en tant que vecteur d'interactions sociales n'a pas été décelée par cette estimation : le coefficient associé est non significatif lorsque l'ensemble de l'échantillon (i.e. des transactions) est considéré. Pour tenir compte de la diversité du marché immobilier, nous avons donc procédé à une segmentation de notre échantillon afin de voir si la valorisation de la densité est soumise à des contextes spatiaux plus spécifiques et plus précisément, au statut socio-économique du voisinage. Pour cela, nous nous sommes inspirée de la méthode des Indices Localisés de Moran et avons réparti les transactions dans quatre clusters de prix immobiliers selon que l'observation considérée présente un prix élevé et est entourée de biens au prix élevé également (HH), ou que l'observation présente un prix élevé mais est entourée de valeurs immobilières faibles (HL), ou que l'observation présente un prix faible et est entourée de valeurs faibles (LL) ou enfin, que l'observation présente un prix faible mais est entourée de valeurs immobilières élevées (LH). Nous avons considéré que le niveau de prix immobilier dans le voisinage immédiat de chaque transaction reflétait les conditions socio-économiques locales. Par une modélisation Durbin Spatial, cette segmentation nous a permis d'avancer des résultats intéressants sur les conditions de valorisation de la densité en tant que vecteur d'interactions. En effet, la variable « densité nette » n'est apparue significative que dans les clusters où les observations voisines présentent un prix immobilier bas, à savoir les clusters HL et LL. Dans le cluster HL, lorsque la densité nette augmente de 10% dans le voisinage d'une observation, le prix du bien est déprécié de plus de 0,3%. Pour une observation localisée dans le cluster LL, l'effet est encore plus marqué : lorsque la densité nette augmente de 10%, le prix est déprécié de près de 1,5%. En considérant que le niveau de prix immobilier des biens voisins reflète les conditions socio-économiques locales, nous avons montré que **la densité est dévalorisée en présence d'un voisinage composé d'une population défavorisée**. Concernant les clusters relatifs aux biens immobiliers à fortes valeurs, l'interrogation porte sur la confirmation attendue d'une valorisation de la densité nette sur des espaces présentant des conditions socio-économiques favorables. L'estimation par les MCO du coefficient de densité nette pour le cluster HH s'est effectivement révélée positive et significative (0,011 au seuil de 10%). Cependant, une faible autocorrélation spatiale est détectée (0,022 au seuil de 5%) et l'estimation du modèle Durbin Spatial ne confirme pas cet effet positif.

Pour prendre un peu de recul et se détacher de la seule valeur des coefficients estimés, ces résultats tendent à soutenir que **la valorisation de la densité en tant que vecteur d'interactions sociales dépend du statut socio-économique du voisinage**. Pour expliquer ce résultat, nous avons évoqué **le rôle des externalités de voisinage**. Puisque les caractéristiques d'un individu sont influencées par celles de ses voisins (Manski 1993), il semble logique que les individus préfèrent interagir avec des personnes aisées ou éduquées qu'avec des personnes issues d'un milieu défavorisé. Ainsi, **la densité n'est perçue comme un déterminant des arbitrages résidentiels que lorsqu'elle induit des externalités de voisinage négatives**. En l'absence d'effets

significatifs d'un voisinage « avantageux », c'est une dévalorisation de la densité qui est confirmée par ces travaux.

Ces résultats ouvrent une première perspective d'amélioration et d'enrichissement de nos travaux. En effet, il serait intéressant de **mobiliser d'autres outils et méthodes afin d'appréhender la valorisation de la densité dans d'autres contextes socio-économiques** (« favorables » et « mixtes » par exemple). Pour cela, nous pourrions recourir à des indicateurs socio-économiques locaux plus précis, tels le niveau de revenu, les catégories socio-professionnelles ou encore le niveau d'éducation. Dans le but de conserver l'inscription très locale du potentiel d'interactions sociales (à l'échelle du voisinage immédiat), nous pourrions mobiliser les données « carroyées » établies par l'INSEE qui caractérisent une population dans un « carreau » de 200 mètres ou un kilomètre. Cette base de données infra-communale renseigne directement le nombre d'individus à une échelle spatiale fine ainsi que leur statut socio-économique (âge, nombre de propriétaires, nombre de résidents de logements collectifs, nombre de ménages « à bas revenus »). L'exploitation de ces données permettrait d'éviter d'une part, les approximations concernant le nombre de voisins (que nous avons approximé par la densité nette) et d'autre part, celles concernant leurs conditions sociales (que nous avons approximées par le niveau de prix immobilier). De plus, nous pourrions mobiliser d'autres méthodes économétriques afin de prendre en compte le potentiel biais d'endogénéité associé au choix résidentiel. Ce biais, généralement traité par la méthode des variables instrumentales, provient du fait que les individus choisissent simultanément le prix du bien qu'ils achètent et ses caractéristiques. Dans le cadre d'un modèle hédonique, il s'agit alors d'identifier des variables exogènes non corrélées à la variable expliquée (le prix de vente) telles les caractéristiques de l'acheteur (CSP, composition familiale) ou des caractéristiques de la localisation (taille de la commune, nombre d'emplois) (Cavailhès 2005).

En outre, les résultats obtenus posent évidemment question au regard des objectifs affichés de la Ville Durable en termes de mixité sociale. Pour être acceptée par au moins une partie des individus, la Ville Durable devrait donc être une organisation socio-spatiale ségréguée. Les résultats de ce travail de thèse mettent en avant l'antagonisme entre volonté politique et aspirations individuelles : **la Ville Compacte imaginée par les décideurs publics ne correspond pas à un environnement résidentiel désiré par les individus.**

Se pose alors la question d'une **organisation spatiale capable de concilier enjeux environnementaux et acceptabilité sociale**, au niveau individuel (satisfaction résidentielle) mais également collectif (mixité sociale). Pour cela, nous avons évoqué la piste **du logement neuf à haut niveau de service résidentiel en compensation d'un environnement résidentiel peu désirable pour les individus**. Cette proposition s'appuie sur différents constats. Tout d'abord, les travaux de Brueckner (1980; 1981) relatifs aux *Vintage Models* suggèrent que les individus sont prêts à sacrifier de leur surface habitable pour bénéficier d'un haut niveau de service résidentiel. De plus, nos travaux ainsi que ceux de Rosenthal (2008), confirment cette valorisation des logements récents et particulièrement par les individus les plus aisés, nous amenant à considérer **le phénomène de gentrification**. Enfin, Rosenthal (2008) et Brueckner et Rosenthal (2009), montrent que l'âge du bâti influence la composition socio-économique des espaces urbains. Ainsi, l'aménagement durable des villes, par la construction de nouveaux logements ou des opérations de rénovation urbaine, peut potentiellement produire une organisation spatiale compacte et socialement mixte. Si nous ne

pouvons pas encore juger de l'effet de ces politiques sur la compacité future des villes, nous sommes en revanche en mesure d'observer l'impact des cycles urbains passés sur l'évolution des conditions socio-économiques des espaces. En mobilisant des données caractérisant précisément le bâti et les populations à différentes périodes, nous pourrions mener une analyse dynamique et conjointe des cycles urbains et cycles sociaux et ainsi enrichir notre étude exploratoire.

De tels travaux permettraient tout d'abord de **rendre compte de la réalité du phénomène de gentrification et de le caractériser**. Il serait en effet intéressant de voir si la relocalisation des classes aisées s'effectue dans tous les quartiers rénovés sans distinction ou seulement dans ceux présentant les conditions socio-économiques les plus avantageuses. Dans ses travaux, D.Giband (2013) analyse le phénomène de « retour en ville » d'une partie de la population américaine observé depuis 2011. Il note que les quartiers proches du centre urbain présentant une croissance de leur population sont les quartiers les mieux connectés au centre par les réseaux de transports collectifs et à la composition sociale et ethnique la plus mixte. De même, certaines études soulignent le poids de la dotation en services publics (Zabel 2015) et de l'attractivité économique (Krupka et Noonan 2009) pour comprendre la valorisation de certains quartiers. Bien que la construction de logements neufs puisse attirer des ménages aisés, il est probable que des déterminants socio-économiques produisent des relocalisations « sélectives », induisant une inertie des schémas socio-spatiaux actuels.

D'autre part, l'identification des quartiers « gentrifiés » permettrait d'**appréhender les impacts de ce phénomène sur les résidents de ces espaces**. Actuellement, deux visions s'opposent. Les travaux menés par O'Sullivan (2005) et Guerrieri *et al.* (2013) montrent que l'arrivée de ménages aisés participe à reléguer les individus les plus pauvres dans d'autres quartiers « défavorisés », par le biais de l'augmentation des prix immobiliers locaux. En revanche, certaines études penchent en faveur d'effets bénéfiques de la gentrification. Les travaux de Freeman (2005) et Ellen *et al.* (2011) montrent en effet que les quartiers « gentrifiés » ne présentent pas plus de mobilité résidentielle sortante que les autres espaces urbains. Ellen *et al.* (2011) notent également une amélioration de la qualité de vie dans les quartiers « gentrifiés » du fait d'une plus grande mixité sociale, source d'externalités positives. Enfin, Vidgor (2010) souligne que la disponibilité à payer des habitants pour vivre dans leur quartier rénové est plus élevée que l'augmentation effective des prix immobiliers suite aux opérations de rénovation urbaine, révélant une fois encore l'augmentation du bien-être des résidents. Ainsi, une analyse conjointe des cycles urbains et cycles sociaux des villes pourrait éclairer le débat scientifique et politique actuel portant sur le phénomène de gentrification, et de mieux évaluer les retombées socio-spatiales du modèle urbain durable tant recherché.

Bibliographie

Agreste. 2014. « Utilisation du territoire en France métropolitaine ».

Aguilera, Anne. 2006. « La proximité à l'emploi dans la ville polycentrique ». *Les Cahiers Scientifiques du Transport*, 29- 49.

Aguilera, Anne, et Dominique Mignot. 2011. « Multipolarisation des emplois et déplacements domicile-travail : une comparaison de trois aires urbaines françaises. » *Canadian Journal of Regional Science* 33 (1) : 83- 100.

Aissaoui, Hind, Louafi Bouzouina, et Patrick Bonnel. 2015. « Choix de localisation résidentielle, entre contraintes du marché et préférences individuelles : application à l'aire urbaine de Lyon (1999) ». *Revue d'Économie Régionale & Urbaine* Octobre (4) : 629- 56.

Allaire, Julien, et Patrick Criqui. 2007. « Trois modèles de ville Facteur 4 : comparaison internationale ». *Les Annales de la Recherche Urbaine, Plan Urbanisme - Construction - Architecture*.

Alonso, William. 1964. « Location and Land Use. Toward a General Theory of Land Rent. », 204p.

Alperovich, Gershon. 1980. « Neighborhood Amenities and Their Impact on Density Gradients ». *Annals of Regional Science* 14 (2) : 51.

———. 1983. « An Empirical Study of Population Density Gradients and Their Determinants ». *Journal of Regional Science* 23 (4) : 529.

Alperovich, Gershon, et Joseph Deutsch. 1994. « Joint Estimation of Population Density Functions and the Location of the Central Business District ». *Journal of Urban Economics*

Anas, Alex. 1978. « Dynamics of urban residential growth ». *Journal of Urban Economics* 5 : 66- 87.

Anas, Alex, Richard Arnott, et Kenneth A. Small. 1997. « Urban Spatial Structure ». University of California Transportation Center, Working Paper qt835049q3. University of California Transportation Center.

Anderson, John E. 1982. « Cubic-spline urban-density functions ». *Journal of Urban Economics* 12 (2) : 155- 67.

———. 1985. « Estimating generalized urban density functions ». *Journal of Urban Economics* 18 (1) : 1- 10.

Anselin, Luc. 1988. *Spatial Econometrics : Methods and Models*. Vol. 4. Studies in Operational Regional Science. Dordrecht : Springer Netherlands.

———. 1995. « Local indicators of spatial association ». *Geographical Analysis* 27 : 91-115.

- Anselin, Luc, et A Bera. 1998. « Spatial dependence in linear regression models with an application to spatial econometrics ». In *Handbook of Applied Economics Statistics*, Springer-Verlag, 21- 74. in A. Ullah et D.E.A. Giles. Berlin.
- Anselin, Luc, A Bera, R Florax, et M Yoon. 1996. « Simple diagnostic tests for spatial dependence ». *Regional Science and Urban Economics*, n° 26 : 77- 104.
- Anselin, Luc, et R Florax. 1995. *Introduction. In L. Anselin and R. Florax (eds.) , New Directions in Spatial Econometrics*. Berlin : Springer-Verlag.
- Arbia, G. 1989. *Spatial Data Configuration in Statistical Analysis of Regional Economic and Related Problems*. Kluwer Academic Publishers.
- AUCAME. 2008. « La notion de densité ».
- Autant-Bernard, Corinne, et James P. LeSage. 2011. « Quantifying knowledge spillovers using spatial econometric models ». *Journal of Regional Science* 51 (3) : 471-96.
- Banfi, Silvia, Mehdi Farsi, Massimo Filippini, et Martin Jakob. 2008. « Willingness to pay for energy-saving measures in residential buildings ». *Energy Economics* 30 : 503-16.
- Baudry, Marc, et Masha Maslianskaïa-Pautrel. 2011. « Une remise en cause de la méthode des prix hédoniques en présence d'une segmentation de marché ». *Revue économique* 62 (3) : 567.
- Bauer, Gérard, et Jean Michel Roux. 1976. *La rurbanisation ou la ville éparpillée*. Le Seuil. Paris.
- Baumont, Catherine. 1990. « La localisation résidentielle dans les espaces urbains multicentriques ». Dijon, Université de Bourgogne.
- . 2009. « Spatial effects of urban public policies on housing values ». *Papers in Regional Science* 88 (2) : 301-26.
- Baumont, Catherine, Hubert Béguin, et Jean-Marie Huriot. 1996. « Définir la Ville ». LATEC, Document de Travail.
- Baumont, Catherine, Françoise Bourdon, et Rachel Guillaïn. 2004a. « Mutations urbaines et logiques de localisation des emplois : le cas de la communauté de l'agglomération Dijonnaise (1990, 1999) ». *Revue d'Économie Régionale & Urbaine* octobre (4) : 579-608.
- Baumont, Catherine, Cem Ertur, et Julie Le Gallo. 2004b. « Spatial Analysis of Employment and Population Density : The Case of the Agglomeration of Dijon 1999 ». *Geographical Analysis* 36 (2) : 146-76.
- Baumont, Catherine, et Diego Legros. 2009. « Neighborhood Effects In Spatial Housing Value Models. The Case Of The Metropolitan Area Of Paris (1999) ». Working Paper
- Baum-Snow, Nathaniel. 2007a. « Did Highways Cause Suburbanization ? » *Quarterly Journal of Economics* 122 (2) : 775-805.

- . 2007b. « Suburbanization and transportation in the monocentric model ». *Journal of Urban Economics* 62 (3) : 405-23.
- Beaucire, Francis. 1994. « Transports urbains ». *La Documentation Française*, Ville et environnement, de l'écologie urbaine à la ville durable, n° 84.
- Beckmann, Martin J. 1976. « Spatial Equilibrium in the Dispersed City ». In *Environment, Regional Science and Interregional Modeling*, édité par Manas Chatterji et Paul Van Rompuy, 132-41. Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems 127. Springer Berlin Heidelberg.
- Bénabou, Roland. 1993. « Workings of a City : Location, Education, and Production ». *Quarterly Journal of Economics* 108 (3) : 619-52.
- Bento, Antonio M., Maureen L. Cropper, Ahmed Mushfiq Mobarak, et Katja Vinha. 2005. « The Effects of Urban Spatial Structure on Travel Demand in the United States ». *Review of Economics and Statistics* 87 (3) : 466-78.
- Boiteux-Orain, Céline, et Jean-Marie Huriot. 2002. « Modéliser la suburbanisation ». *Revue d'Économie Régionale & Urbaine* février (1) : 73-104.
- Bonnaïfous, Alain, et Eric Tabourin. 1998. « Modélisation de l'évolution des densités urbaines ». In *Données Urbaines II coordonné par D. Pumain et M-F. Mattei*, Anthropos. Villes. Paris.
- Bonnieux, François, Gildas Appéré, Abdelhak Nassiri, et Muriel Travers. 2008. « Évaluation des bénéfices environnementaux par la méthode des prix hédonistes : une application au cas du littoral ». *Économie & prévision* 185 (4) : 47-62.
- Bonvalet, Catherine. 2010. « Les logiques des choix résidentiels des franciliens ». In *Élire domicile*. Presses Universitaires de Lyon.
- Bonvalet, Catherine, et Arnaud Bringé. 2013. « Les effets de la politique du logement sur l'évolution du taux de propriétaires en France ». *Revue européenne des sciences sociales. European Journal of Social Sciences*, n° 51-1(juin) : 153-77.
- Boquet, Yves. 2009. « Le taux d'urbanisation de la chine ». *Espace populations sociétés. Space populations societies*, n° 2009/3 (décembre) : 355-57.
- Borukov, E, et O Hochman. 1977. « Optimum and Market in a Model of a City without a Predetermined Center ». *Environment and Planning A*, n° 9 : 849-56.
- Bourgogne Dimensions. 2010. « Aire urbaine de Dijon : l'artificialisation progresse vers l'est ». INSEE.
- Bourgogne Tourisme. 2014. « Bilan de l'année 2014 en Bourgogne ».
- Bouroche, Jean-Michel, et Gilbert Saporta. 2006. *L'analyse des données*. Que sais-je ? Presses Universitaires de France.

- Bramley, Glen, Nicola Dempsey, Sinead Power, Caroline Brown, et David Watkins. 2009. « Social Sustainability and Urban Form: Evidence from Five British Cities ». *Environment and Planning A* 41 (9) : 2125-42.
- Bramley, Glen, et Sinéad Power. 2009. « Urban Form and Social Sustainability : The Role of Density and Housing Type ». *Environment and Planning B : Planning and Design* 36 (1) : 30-48.
- Brownstone, David, et Thomas F. Golob. 2009. « The impact of residential density on vehicle usage and energy consumption ». *Journal of Urban Economics* 65 (1) : 91-98.
- Brueckner, Jan K. 1980. « A vintage model of urban growth ». *Journal of Urban Economics* 8 (3) : 389-402.
- . 1981. « Testing a Vintage Model of Urban Growth ». *Journal of Regional Science* 21 (1) : 23.
- . 1982. « A Note on Sufficient Conditions for Negative Exponential Population Densities ». *Journal of Regional Science* 22 (3) : 353.
- . 1986. « A switching regression analysis of urban population densities ». *Journal of Urban Economics* 19 (2) : 174-89.
- . 1987. « The structure of urban equilibria : A unified treatment of the muth-mills model ». In *Handbook of Regional and Urban Economics*, 2 :821-45. Elsevier.
- . 1990. « Growth Controls and Land Values in an Open City ». *Land Economics* 66 (3) : 237.
- . 1995. « Strategic control of growth in a system of cities ». *Journal of Public Economics* 57 (3) : 393-416.
- . 2000. « Urban Sprawl: Diagnosis and Remedies ». *International Regional Science Review* 23 (2) : 160.
- Brueckner, Jan K., et Robert W. Helsley. 2011. « Sprawl and blight ». *Journal of Urban Economics* 69 (2) : 205-13.
- Brueckner, Jan K., et Ann G. Largey. 2008. « Social interaction and urban sprawl ». *Journal of Urban Economics* 64 (1) : 18-34.
- Brueckner, Jan K., et Stuart S. Rosenthal. 2009. « Gentrification and Neighborhood Housing Cycles : Will America's Future Downtowns Be Rich ? » *Review of Economics & Statistics* 91 (4) : 725-43.
- Brueckner, Jan K., Jacques-François Thisse, et Yves Zenou. 1999. « Why is central Paris rich and downtown Detroit poor ? : An amenity-based theory ». *European Economic Review* 43 (1) : 91-107.

- Buisson, Marie-Andrée, Dominique Mignot, et Anne Aguilera-Belanger. 2012. « Métropolisation et polarités intra-urbaines. Le cas de Lyon ». *Revue d'Économie Régionale & Urbaine* avril (2) : 271-96.
- Burton, Elizabeth. 2000. « The Compact City : Just or Just Compact ? A Preliminary Analysis ». *Urban Studies (Routledge)* 37 (11) : 1969-2006.
- Bussière, R. 1972. « Modèle de localisation résidentielle ». *Annales du centre de Recherche et d'Urbanisme*.
- Camagni, Roberto, Maria Cristina Gibelli, et Paolo Rigamonti. 2002. « Forme urbaine et mobilité : les coûts collectifs des différents types d'extension urbaine dans l'agglomération milanaise ». *Revue d' conomie Régionale & Urbaine* février (1) : 105-39.
- Castel, Jean-Charles. 2007. « De l'étalement urbain à l'émiettement urbain ». *Les Annales de la recherche urbaine*, n  102.
- Cavailhès, Jean. 2005. « Le prix des attributs du logement ». *Economie et statistique* 381 (1) : 91-123.
- . 2009a. « Analyse économique de la périurbanisation des villes ». *Innovations Agronomiques* 5 : 1-12.
- . 2009b. « Le coût du logement selon sa localisation ». *Informations sociales* 155 (5) : 38-46.
- Cavailhès, Jean, Thierry Brossard, Jean-Christophe Folt te, Mohamed Hilal, Daniel Joly, François-Pierre Tourneux, Céline Tritz, et Pierre Wavresky. 2009. « Chapitre 3 - Valeur des paysages ruraux et localisation résidentielle ». *Update Sciences & Technologies*, avril, 69-92.
- Cavailhès, Jean, Thierry Brossard, Mohamed Hilal, Daniel Joly, Pierre-François Tourneux, Céline Tritz, et Pierre Wavresky. 2007. « Le prix des paysages périurbains ». * conomie rurale. Agricultures, alimentations, territoires*, n  297-298(mai) : 71-84.
- Cavailhès, Jean, Dominique Peeters, Evangelos S keris, et Jacques-François Thisse. 2003. « La ville périurbaine ». *Revue  conomique* Vol. 54 (1) : 5-23.
- Cavailhès, Jean, et Harris Selod. 2003. « Ségrégation sociale et périurbanisation ». *INRA Sciences Sociales* 1-2 (3).
- Certu. 2012. « La maison individuelle, une réponse au logement des français ? » présenté à Séminaire de l'observation urbaine.
- CGDD. 2010. « La mobilité des français. Panorama issu de l'enquête nationale transports et déplacements 2008 », La Revue du CGDD.
- . 2012. « Urbanisation et consommation d'espace, une question de mesure », La Revue du CGDD.
- Charmes, Eric. 2011. *La ville émiettée. Essai sur la clubbisation de la vie urbaine*. Puf. Ville en débat.

- Chéry, Philippe, Alexandre Lee, Loïc Commagnac, Anne-Laure Thomas-Chery, Stéphanie Jalabert, et Marie-Françoise Slak. 2014. « Impact de l'artificialisation sur les ressources en sol et les milieux en France métropolitaine ». *Cybergeo : European Journal of Geography*, février.
- Clark, C. 1951. « Urban Population Densities ». *Journal of the Royal Statistical Society* 114 : 490-94.
- Cliff, A.D, et J.K Ord. 1970. « Spatial autocorrelation : a review of existing and new measures with applications ». *Economic Geography* 46 : 269-92.
- . 1981. *Spatial Processes : Models and Applications*. Pion.
- Dantas, Monique. 2010. « Analyse économique des effets de la planification urbaine sur les prix immobiliers et fonciers en zone littorale : le cas du Bassin d'Arcachon ». Université Montesquieu - Bordeaux IV.
- Décamps, Aurélien, et Frédéric Gaschet. 2013. « La contribution des effets de voisinage à la formation des prix du logement ». *Revue économique* 64 (5) : 883-910.
- Derycke, Pierre-Henri. 1999. « Les densités urbaines, une revue de littérature ».
- Détang-Dessendre, Cécile, Florence Goffette-Nagot, et Virginie Piguet. 2004. « Life-cycle position and migration to urban and rural areas : estimations of a mixed logit model on French data ». Working Paper du GATE.
- Dubé, Jean, François Des Rosiers, et Marius Thériault. 2011a. « Le choix de la forme fonctionnelle dans la théorie hédonique : retour sur un vieux débat ». *Canadian Journal of Regional Science* 2-3 (34) : 81-91.
- . 2011b. « Segmentation spatiale et choix de la forme fonctionnelle en modélisation hédonique ». *Revue d'Économie Régionale & Urbaine* février (1) : 9-37.
- Dupuy, Gabriel. 2002. « « Cities and automobile dependence » revisité : les contrariétés de la densité ». *Revue d'Économie Régionale & Urbaine* février (1) : 141-56.
- Edmonston, B., M.A. Goldberg, et J. Mercer. 1985. « Urban form in Canada and United States : an examination of urban density gradient ». *Urban Studies* 22 : 209-17.
- Edmonston, Barry, et Omar Davies. 1976. « Population Suburbanization in the Western Region of the United States, 1900-1970 ». *Land Economics* 52 (3) : 393.
- . 1978. « Interpreting the Negative Exponential Density Gradient ». *Journal of the Royal Statistical Society. Series A (General)* 141 (2) : 235-41.
- Elhorst, J.P. 2010. « Applied spatial econometrics : Raising the bar ». *Spatial Economic Analysis* 5 (1) : 9-28.

- Elhorst, Paul, et Solmaria Halleck Vega. 2013. « On spatial econometric models, spillover effects, and W ». European Regional Science Association.
- Ellen, Ingrid Gould, et Katherine M. O'Regan. 2011. « How low income neighborhoods change : Entry, exit, and enhancement ». *Regional Science and Urban Economics* 41 (2) : 89-97.
- Emelianoff, Cyria. 2007. « La ville durable : l'hypothèse d'un tournant urbanistique en Europe ». *L'Information géographique* 71 (3) : 48-65.
- . 2008. « Enjeux et figures d'un tournant urbanistique en Europe ». *Annales des Mines - Responsabilité et environnement* 4 (52) : 15-20.
- Enault, Cyril. 2003. « Vitesse, accessibilité et étalement urbain ; analyse et application à l'aire urbaine dijonnaise ». Dijon : Université de Bourgogne.
- Enault, Cyril. 2014. « Densité, population cumulée et temps d'accès ». Document de travail
- Engle, Robert. 1992. « On the Theory of Growth Controls ». *Journal of Urban Economics* 32 (3) : 269.
- Ewing, Reid. 2002. « Measuring Sprawl and Its Impact ». In. Smart Growth America.
- Ewing, Reid, et Fang Rong. 2008. « The impact of urban form on U.S. residential energy use ». *Housing Policy Debate* 19 (1): 1-30.
- Fijalkow, Yankel. 2014. « IV. La ville, une organisation politique ». *Repères* 4e éd. (janvier) : 71-91.
- Fischel, William A. 1990. « Do growth controls matter ? A review of empirical evidence on the effectiveness and efficiency of local government land use regulation ». Lincoln Institute of Land Policy.
- Fitoussi, Jean-Paul, Eloi Laurent, et Joe Maurice. 2004. « Ségrégation urbaine et intégration sociale ». Conseil d'analyse économique, La Documentation Française.
- Flambard, Véronique. 2008. « Analyse économique de la rénovation urbaine ». *Économie publique/Public economics*, n° 20(février).
- Fouchier, Vincent. 1997. *Les densités urbaines et le développement durable. Le cas de l'Ile-de-France et des villes nouvelles*. Edition du SGVN.
- Frankena, Mark W. 1978. « A bias in estimating urban population density functions ». *Journal of Urban Economics* 5 (1) : 35-45.
- Freeman, Lance. 2005. « Displacement or Succession ? Residential Mobility in Gentrifying Neighborhoods ». *Urban Affairs Review* 40 (4) : 463-91.
- Fujita, Masahisa. 1989. *Urban Economic Theory, Land Use and City Size*. Cambridge University Press.

- Fujita, Masahisa, et Hideaki Ogawa. 1982. « Multiple equilibria and structural transition of non-monocentric urban configurations ». *Regional Science and Urban Economics* 12 (2) : 161-96.
- Fujita, Masahisa, et Jacques-François Thisse. 2003. *Economie des villes et de la localisation*. Bruxelles : De Boeck.
- Gaigné, Carl, Stéphane Riou, et Jacques-François Thisse. 2012. « Are compact cities environmentally friendly ? » *Journal of Urban Economics* 72 (2-3) : 123-36.
- Galster, George, Royce Hanson, Michael R. Ratcliffe, Harold Wolman, Stephen Coleman, et Jason Freihage. 2001. « Wrestling Sprawl to the Ground : Defining and measuring an elusive concept ». *Housing Policy Debate* 12 (4) : 681-717.
- García-Palomares, Juan Carlos. 2010. « Urban sprawl and travel to work : the case of the metropolitan area of Madrid ». *Journal of Transport Geography* 18 (2) : 197-213.
- Garreau, J. 1991. *Edge City. Life on the new frontier*. Doubleday. New York.
- Gaschet, Frédéric. 2001. « La polycentralité urbaine ». Université Montesquieu-Bordeaux IV.
- Giband, David. 2013. « Vers un rééquilibrage villes/banlieues aux États-Unis ? » *L'Information géographique* 77 (2) : 57-71.
- Gilli, Frédéric. 2004. « Choix de localisation des entreprises et périurbanisation des emplois ». Lille : Université des Sciences et Technologies de Lille.
- Giuliano, Genevieve, et Kenneth A. Small. 1991. « Subcenters in the Los Angeles region ». *Regional Science and Urban Economics* 21 (2) : 163-82.
- Glaeser, Edward L., Matthew E. Kahn, et Jordan Rappaport. 2008. « Why do the poor live in cities ? The role of public transportation ». *Journal of Urban Economics* 63 (1) : 1-24.
- Glaeser, Edward L., Bruce Sacerdote, et José A. Scheinkman. 1996. « Crime and Social Interactions ». *The Quarterly Journal of Economics* 111 (2) : 507-48.
- Goffette-Nagot, F., et B. Schmitt. 1999. « Agglomeration Economies and Spatial Configurations in Rural Areas ». *Environment and Planning A* 31 (7) : 1239-57.
- Goux, Jean-François. 1981. « Les fondements de la loi de densité urbaine de C. Clark ». *Canadian Journal of Regional Science*, n° 1 : 113-32.
- Gravel, Nicolas. 2000. « La méthode hédonique d'évaluation des biens immobiliers ». Université de Cergy-Pontoise.
- Griffith, Daniel A. 1981. « Modelling urban population density in a multi-centered city ». *Journal of Urban Economics* 9 (3) : 298-310.

- . 1992. « What is spatial autocorrelation ? Reflections on the past 25 years of spatial statistics ». *Espace géographique* 21 (3) : 265-80.
- Guerrieri, Veronica, Daniel Hartley, et Erik Hurst. 2013. « Endogenous gentrification and housing price dynamics ». *Journal of Public Economics* 100 (avril) : 45-60.
- Halleck Vega, Solmaria, et J. Paul Elhorst. 2015. « The Slx Model ». *Journal of Regional Science* 55 (3) : 339-63.
- Halleux, Jean-Marie. 2009. « Modélisation hédonique des prix immobiliers : quelles opportunités pour la collectivité ? » *Georama* 62.
- Hammer, S. 2011. « Cities and Green Growth: A Conceptual Framework ». *OECD Regional Development Working Papers*, OECD Publishing, 8.
- Helsley, Robert W., et William C. Strange. 1995. « Strategic growth controls ». *Regional Science and Urban Economics*, Recent Advances in Urban Economics and Land Use : A Special Issue in Honour of Hiroyuki Yamada, 25 (4) : 435-60.
- Héran, Frédéric. 2015. « La ville durable, nouveau modèle urbain ou changement de paradigme ? » *Métropolitiques*.
- Holden, Erling, et Ingrid Norland. 2005. « Three challenges for the compact city as a sustainable urban form: Household consumption of energy and transport in eight residential areas in the greater Oslo Region ». *Urban Studies (Routledge)* 42 (12) : 2145-66.
- Ifen. 2005. « Les changements d'occupation des sols de 1990 à 2000 ». Institut Français de l'Environnement.
- INSEE Première. 1996. « La population de la France ».
- . 2006. « La répartition spatiale de l'emploi et des salaires en 2004 - N°1100 ».
- . 2007. « Les déplacements domicile-travail amplifiés par la périurbanisation ».
- . 2009a. « La consommation des ménages depuis 50 ans ».
- . 2009b. « La croissance périurbaine depuis 45 ans ».
- . 2009c. « Recensement de la population 2006 ».
- . 2011. « Le nouveau zonage en aires urbaines de 2010. 95% de la population vit sous influence des villes ».
- Institut D'Aménagement et d'Urbanisme de la Région d'Ile-de-France. 2005. « Appréhender la densité 2 : les indicateurs de densité ».

- Ioannides, Yannis M. 2004. « Neighborhood income distributions ». *Journal of Urban Economics* 56 (3) : 435-57.
- Ioannides, Yannis M., et Jeffrey E. Zabel. 2003. « Neighbourhood Effects and Housing Demand ». *Journal of Applied Econometrics* 18 (5) : 563-84.
- . 2008. « Interactions, neighborhood selection and housing demand ». *Journal of Urban Economics* 63 (1) : 229-52.
- Jayet, Hubert. 2001. « Économétrie et données spatiales - Une introduction à la pratique ». *Cahiers d'Economie et de Sociologie Rurales (CESR)* 58-59.
- Kahn, Matthew E. 2000. « The Environmental Impact of Suburbanization ». *Journal of Policy Analysis and Management* 19 (4) : 569-86.
- . 2006. *Green Cities. Urban growth and the Environment*. Brookings Institution Press.
- Kau, James B., et Cheng F. Lee. 1976. « Functional Form, Density Gradient and Price Elasticity of Demand for Housing ». *Urban Studies* 13 (2) : 193-200.
- Krupka Douglas, et Douglas Noonan. 2009. « Neighborhood Dynamics and the Housing Price Effects of Spatially Targeted Economic Development Policy ». Discussion Paper n°4308, IZA.
- Lancaster, Kelvin J. 1966. « A New Approach to Consumer Theory ». *The Journal of Political Economy* 74 (2) : 132-57.
- Larue, Solène, Gildas Appéré, et Muriel Travers. 2013. « Évaluation des aménités urbaines par la méthode des prix hédoniques : une application au cas de la ville d'Angers ». *Economie et statistique* 460 (1) : 145-63.
- Le Gallo, Julie. 2000. « Économétrie spatiale 1 ». Document de travail, LATEC, Université de Bourgogne.
- . 2002. « Économétrie spatiale : l'autocorrélation spatiale dans les modèles de régression linéaire ». *Economie & prévision* 155 (4) : 139-57.
- . 2004. « Hétérogénéité spatiale ». *Economie & prévision* 162 (1) : 151-72.
- Le Jeannic, Thomas. 1997. « Trente ans de périurbanisation : extension et dilution des villes ». *Economie et statistique* 307 (1) : 21-41.
- Légifrance. 2000. *LOI 2000-1208 du 13 décembre 2000 relative à la solidarité et au renouvellement urbains*.
- . 2009. *LOI n° 2009-967 du 3 août 2009 de programmation relative à la mise en œuvre du Grenelle de l'environnement. 2009-967*.

- . 2014. *LOI n° 2014-366 du 24 mars 2014 pour l'accès au logement et un urbanisme rénové*. 2014-366.
- Légras, Sophie, et Jean Cavailhès. 2012. « Polycentrisme urbain : performance économique et soutenabilité environnementale ». présenté au Séminaire PUCA « Politiques publiques, interactions et enjeux environnementaux », Paris - La Défense, novembre 22.
- . 2016. « Environmental performance of the urban form ». *Regional Science and Urban Economics* 59 (juillet) : 1-11.
- Lejoux, Patricia. 2015. « Les entreprises, actrices de la périurbanisation en France ». In *Menjot D, Collin-Bouffier S. et Brelot C-I., Aux marges de la ville. Paysages, sociétés, représentations*, L'Harmattan, 195-204. Paris.
- LeRoy, Stephen, et Jon Sonstelie. 1983. « Paradise lost and regained: Transportation innovation, income, and residential location ». *Journal of Urban Economics* 13 (1) : 67-89.
- LeSage, James P. 2008. « An introduction to spatial econometrics ». *Revue d'économie industrielle* 3 (123).
- . 2014. « What regional scientists need to know about spatial econometrics ».
- Lesage, James, et Robert Kelley Pace. 2009. *Introduction to spatial econometrics*. CRC Press.
- Macauley, Molly K. 1985. « Estimation and recent behavior of urban population and employment density gradients ». *Journal of Urban Economics* 18 (2) : 251-60.
- Manski, Charles F. 1993. « Identification of Endogenous Social Effects: The Reflection Problem ». *Review of Economic Studies* 60 (3) : 531.
- Marcon, Eric, et Florence Puech. 2002. « Measures of the Geographic Concentration of Industries : Improving Distance-Based Methods ». Working paper sur HAL.
- . 2009. « Generalizing Ripley's K function to inhomogeneous populations ». Working paper sur HAL.
- Maslianskaïa-Pautrel, Masha. 2009. « La valorisation de la qualité de l'air par l'approche hédonique : une revue de la littérature ». *Revue française d'économie* 23 (3) : 109-60.
- Maslianskaïa-Pautrel, Masha, et Catherine Baumont. 2015. « The nature and impacts of environmental spillovers on housing prices : A spatial hedonic analysis ». Document de travail du GRANEM n°2015-01-044.
- McDonald, John F. 1987. « The identification of urban employment subcenters ». *Journal of Urban Economics* 21 (2) : 242-58.
- . 1989. « Econometric studies of urban population density : A survey ». *Journal of Urban Economics* 26 (3) : 361-85.

- McMillen, Daniel P. 1994. « Vintage Growth and Population Density: An Empirical Investigation ». *Journal of Urban Economics* 36 (3) : 333-52.
- . 2004. « Employment Densities, Spatial Autocorrelation, and Subcenters in Large Metropolitan Areas ». *Journal of Regional Science* 44 (2) : 225-44.
- McMillen, Daniel P., et John F. McDonald. 1998. « Population Density in Suburban Chicago : A Bid-rent Approach ». *Urban Studies (Routledge)* 35 (7) : 1119-30.
- MEDDE. 2013. « Mise en oeuvre de la stratégie nationale de développement durable 2010-2013. Vers une économie verte et équitable. » Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie.
- Mieszkowski, Peter, et Edwin S. Mills. 1993. « The Causes of Metropolitan Suburbanization ». *Journal of Economic Perspectives* 7 (3) : 135-47.
- Mills, Edwin S. 1967. « An Aggregative Model of Resource Allocation in a Metropolitan Area ». *The American Economic Review* 57 (2) : 197-210.
- Mills, E.S. 1972. *Studies in the structure of the urban economy*. John Hopkins University Press.
- Moizeau, Fabien, Jean-Philippe Tropeano, et Jean-Christophe Vergnaud. 2010. « Effets de voisinage et localisation. La ségrégation urbaine est-elle inéluctable ? » *Revue économique* 61 (4) : 723-50.
- Moran, P. 1948. « The Interpretation of Statistical Maps ». *Journal of the Royal Statistical Society* 10 : 243-51.
- . 1950. « Notes on continuous stochastic phenomena ». *Biometrika* 37 (1-2) : 17-23.
- Muñiz, Ivan, et Anna Galindo. 2005. « Urban form and the ecological footprint of commuting. The case of Barcelona ». *Ecological Economics* 55 (4) : 499-514.
- Mur, Jesus, et Ana Angulo. 2005. « A closer look at the Spatial Durbin Model ». ESRA Conference Paper.
- Mur, Jesús, et Ana Angulo. 2006. « The Spatial Durbin Model and the Common Factor Tests ». *Spatial Economic Analysis* 1 (2) : 207-26.
- Muth, Richard F. 1969. *Cities and housing : the spatial pattern of urban residential land use*. University of Chicago Press.
- Newman, P. G., et J. R. Kenworthy. 1989. *Cities and automobile dependence : an international sourcebook*.
- . 1998. *Sustainability and cities. Overcoming automobile dependence*. Island Press.

- Observatoire Economique de la CCI Côte-d'Or. 2013. « InfoEco. L'agglomération dijonnaise en chiffres. Edition 2013 ».
- OCDE. 2012. « Compact cities ». *OECD Observer*, n° 292(3rd Quarter) : 30-30.
- Osland, Liv. 2010. « An application of spatial econometrics in relation to hedonic house price modeling ». *JRER* 32 (3) : 289-318.
- O'Sullivan, Arthur. 2005. « Gentrification and crime ». *Journal of Urban Economics* 57 (1) : 73-85.
- Papageorgiou, George J., et Emilio Casetti. 1971. « Spatial Equilibrium Residential Land Values in a Multicenter Setting ». *Journal of Regional Science* 11 (3) : 385.
- Papageorgiou, Yorgos Y., et David Pines. 1989. « The exponential density function: First principles, comparative statics, and empirical evidence ». *Journal of Urban Economics* 26 (2)
- Péguy, Pierre-Yves. 2000a. « Analyse économique des configurations urbaines et de leur étalement ». Lyon : Université Lumière Lyon 2.
- . 2000b. « Méthodes d'estimations économétriques du gradient de densité ». Page Web Université Lyon 2.
- Péguy, Pierre-Yves, Florence Goffette-Nagot, et Bertrand Schmitt. 2000. « L'étalement urbain ». In *Economie géographique. Les théories à l'épreuve des faits*, Economica. Baumont, P.-P., Combes, P.-P., Derycke, P.-H., Jayet, H. Paris.
- Polèse, Mario, et Richard Shearmur. 2009. *Économie urbaine et régionale. Introduction à la géographie économique*. Economica. Paris.
- . 2010. « La stabilité des modèles de localisation industrielle » *Revue d'Économie Régionale & Urbaine* novembre (4) : 677-706.
- Pouyanne, Guillaume. 2006. « Etalement urbain et ségrégation socio-spatiale, une revue de la littérature ». *Cahier du GRES*.
- . 2007. « Note de recherche. Une estimation du lien entre forme urbaine et choix modal. Le cas de six aires urbaines françaises ». *Revue d'Économie Régionale & Urbaine* octobre (3)
- Puech, Florence. 2012. « Contribution à l'analyse de la localisation et de la concentration spatiale des activités industrielles ». *Vie & sciences de l'entreprise*, n° 173(janvier) : 46-58.
- Rosen, S. 1974. « Hedonic prices and implicit markets: product differentiation in pure competition ». *Journal of Political Economy* 82 (1) : 34-55.
- Rosenthal, Stuart S. 2008. « Old homes, externalities, and poor neighborhoods. A model of urban decline and renewal ». *Journal of Urban Economics* 63 (3) : 816-40.
- Rougerie, G. 1975. « Les cadres de vie ». *Presses Universitaires de France*.

- Sahraoui, Yohan, Nicolas Lunardi, et Jean-Philippe Antoni. 2014. « Essai de typologie des espaces résidentiels à partir d'indicateurs désagrégés à l'échelle du bâtiment. Application à Besançon et à Metz ». *Cybergeo : European Journal of Geography*, n° 687(juillet).
- Schone, Katharina. 2010. « Stratégies d'influences et politiques de maîtrise de la croissance locale ». Université de Bourgogne.
- Selod, Harris. 2004. « La mixité sociale et économique ». In *Institut des villes*, La Documentation française. Paris.
- Small, Kenneth A., et Shunfeng Song. 1994. « Population and Employment Densities: Structure and Change ». *Journal of Urban Economics* 36 (3) : 292-313.
- Srikhum, Piyawan. 2012. « Statistiques spatiales et étude immobilière ». Université Paris Dauphine.
- Tabourin, Eric, Odile Andan, et Jean-Louis Routhier. 1995. « Les formes de la croissance urbaine. Le modèle de René Bussière appliqué à l'agglomération lyonnaise ». Université Lumières Lyon II : Laboratoire d'Economie des Transports.
- Theys, Jacques, et Cyria Emelianoff. 2011. « Les contradictions de la ville durable ». *Le Débat*, n° 113(janvier) : 122-35.
- Tiebout, Charles M. 1956. « A Pure Theory of Local Expenditures ». *Journal of Political Economy* 64.
- Tivadar, Mihai. 2006. « Structures sociales urbaines et ville écologique ». Lille, Université des Sciences et Technologies de Lille.
- Tivadar, Mihai, et Hubert Jayet. 2006. « Endogenous Amenities and the Spatial Structure of Cities », Document de travail.
- TNS Sofres. 2007. « Les Français et leur habitat. Perception de la densité et des formes urbaines ». Sondage réalisé pour l'Observatoire de la Ville.
- Tobler, W. 1970. « A computer movie simulating urban growth in the Detroit region ». *Economic Geography* 2 (46) : 234-40.
- Torre, André, Olivier Aznar, M. Bonin, Armelle Caron, Eduardo Chia, M. Galman, Christine Lefranc, et al. 2010. « Conflits et tensions autour des usages de l'espace dans les territoires ruraux et périurbains. Le cas de six zones géographiques françaises ». *Revue d'Économie Régionale & Urbaine* août (3) : 415-53.
- Touati, Anastasia. 2010. « La densité en débat ». *Etudes Foncières*, n° 145.
- Travers, Muriel. 2007. « Méthode des prix hédoniques et évaluation des actifs environnementaux : application au cas du littoral ». Université de Bretagne Occidentale.
- Vigdor, Jacob L. 2010. « Is urban decay bad ? Is urban revitalization bad too ? » *Journal of Urban Economics* 68 (3), 277-289.

- Walls, Margaret, Karen Palmer, Todd Gerarden, et Xian Bak. 2016. « Is Energy Efficiency Capitalized Into Home Prices ? » Discussion Paper, Resources For the Future, RFF DP 13-18.
- Wheaton, William C. 1974. « A comparative static analysis of urban spatial structure ». *Journal of Economic Theory* 9 (2) : 223-37.
- Wheaton, William C. 1977. « Income and Urban Residence : An Analysis of Consumer Demand for Location ». *American Economic Review* 67 (4) : 620-31.
- Wu, JunJie. 2001. « Environmental Amenities and the Spatial Pattern of Urban Sprawl ». *American Journal of Agricultural Economics* 83 (3).
- Wu, JunJie, Richard M. Adams, et Andrew J. Plantinga. 2004. « Amenities in an Urban Equilibrium Model : Residential Development in Portland, Oregon ». *Land Economics* 80 (1) : 19-32.
- Wu, JunJie, et Andrew J. Plantinga. 2003. « The influence of public open space on urban spatial structure ». *Journal of Environmental Economics and Management* 46 (2) : 288-309.
- Yinger, John. 2005. *Housing and Commuting : The Theory of Urban Residential Structure*. E-book 1.
- Zabel, Jeffrey. 2015. « The hedonic model and the housing cycle ». *Regional Science and Urban Economics* 54 (septembre) : 74-86.
- Zahavi Y., et Ryan J. M. 1980. « Stability of Travel Components over Time ». *Transportation Research Record*, n° 750 : 19-26.

Table des Matières

Remerciements.....	9
Sommaire.....	11
Introduction Générale.....	15
Chapitre 1 : Émergence et débats autour de la Ville Dense et Compacte	21
Introduction du Chapitre 1	23
I. Éléments de définition et de contexte de la Ville Étendue et de la Ville Compacte	24
1. La Ville Étendue, processus spatial et état de l'espace.....	24
1.1 L'étalement urbain comme processus démographique et spatial	25
1.2 Le périurbain, un espace rural sous influence urbaine.....	29
2. Densité et compacité, attributs de la Ville Durable	34
2.1 Densité, de quoi parle-t-on ?	34
2.2 La notion de densité et de Ville Compacte dans les documents d'orientation et de planification	36
2.3 Les outils de la Ville Compacte	38
II. L'étalement urbain expliqué par l'Économie Urbaine.....	41
1. Les théories de l'évolution naturelle de la ville vers la Ville Étendue	41
1.1 L'évolution des conditions socio-économiques des populations comme facteur de périurbanisation.....	42
1.2 Innovations technologiques de transport et choix de localisation.....	43
1.3 Suburbanisation des activités et multipolarisation urbaine	46
2. Les préférences et stratégies des ménages comme déterminants de la localisation résidentielle périurbaine.....	48
2.1 Le positionnement dans le cycle de vie comme déterminant du choix résidentiel..	49
2.2 Le poids des attributs spatiaux dans les arbitrages individuels	49
2.3 Phénomène de <i>flight from blight</i> et recherche d'entre soi	52
III. La Ville Compacte, réponse partielle à la Ville Étendue.....	55
1. Ville Compacte et enjeux environnementaux.....	56
2. Qualité de vie et interactions sociales dans la Ville Compacte.....	63
Conclusion du Chapitre 1	68

Chapitre 2 : Analyse et traitement de la densité dans les théories d'Economie Urbaine	69
Introduction du Chapitre 2	71
I. La densité dans les modèles théoriques d'Economie Urbaine	73
1. La rente urbaine révélatrice des densités dans le modèle standard urbain	74
1.1 Modèle standard de choix de localisation résidentielle	74
1.2 Le rôle des promoteurs dans la création d'espaces intensément urbanisés	85
1.3 Quelques éléments de statique comparative.....	86
2. Les attributs spatiaux comme déterminants des choix de localisation	89
2.1 Choix de localisation et existence d'aménités localisées	89
2.2 <i>Vintage models</i> et préférence pour les logements neufs	95
2.3 Centres secondaires d'emploi et structure spatiale	98
3. La densité comme attribut déterminant des choix de localisation	102
II. Estimation de la fonction de densité et validations empiriques.....	106
1. La forme exponentielle négative et ses développements : la densité comme fonction de la distance au(x) centre(s).....	107
1.1 La forme exponentielle négative, première loi de densité	107
1.2 Les principaux développements de la forme exponentielle négative.....	113
2. Etude de la décroissance et de la discontinuité de la fonction de densité au travers de l'espace urbain.....	119
2.1 Analyse de la décroissance de la densité par la méthode Box-Cox.....	120
2.2 Discontinuités de la fonction de densité et inversions du gradient	120
Conclusion du Chapitre 2	124
Chapitre 3 : Analyse et traitement des densités urbaines, le cas de l'agglomération dijonnaise....	127
Introduction du Chapitre 3	129
I. L'agglomération du Grand Dijon comme terrain d'étude	130
1. Choix de l'échelle intercommunale et description du territoire d'étude.....	130
2. Identification des pôles d'emploi de l'agglomération.....	133
3. Localisation des aménités au sein du Grand Dijon	137
II. Données mobilisées et questionnements méthodologi-ques	140
1. Données mobilisées pour l'étude	141
2. Echelle d'étude et prise en compte de l'hétérogénéité du découpage spatial	141
3. Densité brute versus densité nette : quel indicateur de concentration urbaine choisir ?	

III. Densités urbaines et choix de localisation au sein de l'agglomération dijonnaise.....	156
Conclusion du Chapitre 3	167
Chapitre 4 : La valorisation de la densité par les individus, une approche par la méthode d'évaluation hédonique.....	169
Introduction du Chapitre 4.....	171
I. Caractéristiques et traitement des données immobilières.....	172
1. Le logement, un bien spécifique.....	172
2. Implications méthodologiques des données immobilières : phénomènes d'autocorrélation et d'hétérogénéité spatiale et processus endogène du choix résidentiel...173	173
3. Outils et traitement des données spatiales	176
3.1 La matrice de pondération spatiale pour spécifier les interactions entre observations	176
3.2 Les indices d'autocorrélation spatiale	178
3.3 Méthode d'estimation du modèle hédonique et prise en compte de l'autocorrélation spatiale	180
II. Choix et construction des variables du modèle hédonique	184
1. Les variables du modèle hédonique	186
1.1 Choix des variables intrinsèques	186
1.2 Choix et construction des variables extrinsèques	190
2. Gestion des données PERVAL et choix de la forme fonctionnelle du modèle.....	197
III. Stratégie de modélisation et résultats	201
1. Estimation des prix implicites du logement par la méthode des MCO.....	202
2. Présence d'autocorrélation spatiale et choix de la matrice de pondération spatiale	205
3. Spécification du modèle spatial et résultats.....	207
4. Hétérogénéité spatiale de la valorisation de la densité	213
4.1 Identification des « sous-marchés » et modélisation	214
4.2 Résultats des estimations par sous-marchés	216
5. Analyse exploratoire de la relation cycles urbains / cycles sociaux.....	220
Conclusion du Chapitre 4	224
Conclusion Générale.....	227
Bibliographie	233
Table des Matières.....	249

Table des Figures.....	253
Table des Tableaux.....	255
Annexes de la thèse.....	257
Abstract.....	293
Résumé.....	295

Table des Figures

Figure 1 : Évolution des sous-espaces des aires urbaines entre 1962 et 2006.....	26
Figure 2 : Evolution des superficies selon le type d'occupation du sol.....	27
Figure 3 : L'artificialisation entre 1990 et 2000	28
Figure 4 : Les aires d'influence des villes	30
Figure 5 : Occupation du sol en 1990 en France.....	33
Figure 6 : Des solutions urbaines multiples pour une même densité bâtie.....	34
Figure 7 : Types d'habitat et densité	36
Figure 8 : Evolution des surfaces artificialisées et de la population entre 1993 et 2011	40
Figure 9 : Les trois âges de la ville.....	46
Figure 10 : Effet du type d'open space sur l'organisation spatiale	51
Figure 11 : Consommation de carburant et densité urbaine.....	57
Figure 12 : Rente d'enchère et consommation optimale de sol.....	76
Figure 13 : Consommation foncière suivant la localisation	77
Figure 14 : Rente d'enchère et « bid-max lot size » en fonction du niveau d'utilité u	78
Figure 15 : L'équilibre de localisation.....	79
Figure 16 : Equilibre urbain et usage de la terre	82
Figure 17 : Pente relative de la rente d'enchère et localisation	83
Figure 18 : Combinaison productive selon le niveau de rente foncière	86
Figure 19 : Répartition des densités urbaines en présence de cycles urbains	97
Figure 20 : Différents schémas de ville monocentrique	100
Figure 21 : Organisation spatiale tricentrique	101
Figure 22 : Densité de population à l'équilibre urbain.....	105
Figure 23 : Gradients de densité et aménités.....	111
Figure 24 : Répartition de la population selon le modèle de Bussière.....	114
Figure 25 : Répartition des populations dans le temps selon le modèle de Bussière	115
Figure 26 : Evolution des paramètres A et b pour Lyon de 1962 à 1990	116
Figure 27 : Accessibilité et axe de transport.....	116
Figure 28 : Fonction de densité de type spline cubique.....	121
Figure 29 : Densité des communes de l'aire urbaine de Dijon en 2012.....	131
Figure 30 : Les communes de la Communauté Urbaine du Grand Dijon en 2016.....	132
Figure 31 : Zones d'Activités du Grand Dijon en 2013	135
Figure 32 : Les centres d'emploi du Grand Dijon	137
Figure 33 : Les aménités au sein du Grand Dijon	139
Figure 34 : Taille moyenne des IRIS suivant la distance au centre	146
Figure 35 : Urbanisation des IRIS du Grand Dijon	150
Figure 36 : Hauteur moyenne du bâti des IRIS du Grand Dijon.....	151
Figure 37 : Densité brute de population des communes du Grand Dijon en 2012	152
Figure 38 : Densité nette de population des communes du Grand Dijon en 2012.....	153
Figure 39 : Densités brutes de population par IRIS.....	153
Figure 40 : Densité nette de population par IRIS.....	154

Figure 41 : Densité nette et identification des quartiers denses de Dijon.....	155
Figure 42 : Cercle des corrélations de l'ACP (à gauche) et dendrogramme de la CAH (à droite).....	161
Figure 43 : Typologie des quartiers dijonnais en 4 clusters.....	162
Figure 44 : Localisation des observations Perval dans le Grand Dijon.....	185
Figure 45 : Cluster sociaux du Grand Dijon	193
Figure 46 : Distribution des prix au mètre carré.....	198
Figure 47 : Distribution des prix au mètre carré corrigée.....	198
Figure 48 : Distribution de la variable Prix Hors Taxe.....	199
Figure 49 : Distribution théorique et empirique pour les variables « Prix HT », « Prix HT Corrigé » et « Log du Prix HT Corrigé »	200
Figure 50 : Autocorrélation spatiale estimée des prix au m ² (à gauche) et des résidus de la régression du Modèle 2 (à droite)	206
Figure 51 : Associations spatiales locales des prix des logements.....	207
Figure 52 : Deux approches pour la spécification du modèle spatial	209

Table des Tableaux

Tableau 1 : Évolution de la population et de l'emploi entre 1982 et 1990 en Ile-de-France	27
Tableau 2 : Proportion d'actifs travaillant hors de leur commune de résidence	31
Tableau 3 : Emplois selon le type d'espace en 2004	32
Tableau 4 : Densité dans les différentes catégories du zonage en aires urbaines 2010 en 2008.....	32
Tableau 5 : Les indicateurs de la Ville Compacte	37
Tableau 6 : Les indicateurs environnementaux de l'OCDE développés pour les régions.....	38
Tableau 7 : Evolution des déplacements locaux en France de 1982 à 2008.....	44
Tableau 8 : Estimation des coefficients pour le cas Lyonnais	117
Tableau 9 : Gradients de densité et densités centrales aux Etats-Unis et au Canada	118
Tableau 10 : Répartition des populations et des logements sur le territoire dijonnais.....	133
Tableau 11 : Répartition des actifs du Grand Dijon par CSP.....	133
Tableau 12 : Caractéristiques des IRIS "Bocage" et "Université"	136
Tableau 13 : Les IRIS de la Communauté Urbaine du Grand Dijon	143
Tableau 14 : Données mobilisées pour la typologie des quartiers dijonnais	157
Tableau 15 : Variables retenues pour la typologie des densités urbaines	158
Tableau 16 : Variance expliquée par les composantes principales	160
Tableau 17 : Valeurs des principales variables par cluster	162
Tableau 18 : Statistiques descriptives des variables de prix.....	186
Tableau 19 : Variables intrinsèques du modèle	188
Tableau 20 : Variables retenues pour la typologie sociale des IRIS du Grand Dijon	192
Tableau 21 : Variables environnementales ou extrinsèques.....	196
Tableau 22 : Estimation du modèle hédonique par la méthode des MCO (Modèle 2)	202
Tableau 23 : Distribution des logements selon les types d'autocorrélation spatiale locale.....	207
Tableau 24 : Résultats du Test du Facteur Commun	210
Tableau 25 : Résultats des estimations des modèles spatiaux SEM, SAR et Durbin Spatial.....	211
Tableau 26 : Conditions socio-économiques et niveau de prix immobiliers	214
Tableau 27 : Moyenne des variables dans chaque cluster.....	216
Tableau 28 : Impacts Totaux estimés pour chaque cluster	217
Tableau 29 : Variables relatives à l'âge du bâti dans les recensements INSEE de 1990, 1999 et 2010	221
Tableau 30 : IRIS ayant changé de cluster entre 1990 et 1999	222
Tableau 31 : IRIS ayant changé de cluster entre 1999 et 2010	222

Annexes de la thèse

Annexe 1

Détails des résultats de l'ACP

Part de l'inertie expliquée par composantes principales

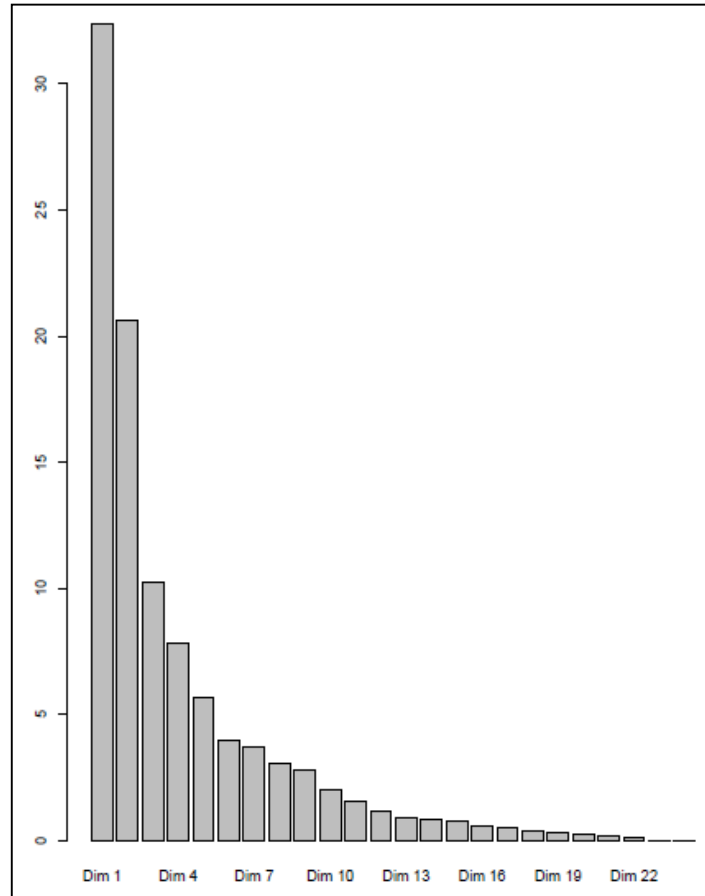


Tableau 1 : Coordonnées des variables sur les axes principaux

	Dim.1	Dim.2	Dim.3	Dim.4
Part_65P	0,21	-0,19	0,43	-0,75
Part_ETRG	-0,72	0,47	0,07	0,05
Part_CHOM	-0,80	0,43	0,11	0,11
Part_CADRE	0,39	-0,72	0,10	0,16
Part_PI	0,51	-0,65	-0,26	-0,14
Part_GD_FAM	0,12	0,81	-0,22	0,15
REV_MED	0,93	0,00	0,03	0,00
Part_VAC	-0,45	-0,54	0,44	0,19
Part_MI	0,89	0,27	0,08	-0,12
Part_APPART	-0,88	-0,27	-0,07	0,12
Part_PROPRIO	0,90	0,01	0,08	-0,29
Part_HLM	-0,59	0,71	0,02	0,05
X1949_1974	-0,42	0,39	0,34	-0,60
X1975_1981	0,16	0,24	0,11	-0,07
X1982_1989	0,33	-0,08	-0,17	0,09
X1990_1999	0,13	-0,03	-0,59	0,33
AP2000	0,31	0,08	-0,51	0,21
AV1949	-0,09	-0,69	0,40	0,37
DENS_NET	-0,68	0,38	0,08	0,00
Part_bati_IRIS	-0,58	-0,67	0,15	0,10
Part_VEGETAL	0,47	0,27	0,48	0,28
DIST_CBD	0,67	0,63	0,00	0,16
ACCESS_G	0,58	0,42	0,49	0,34
Dist_MIN	0,32	0,18	0,71	0,43

Tableau 2 : Contribution des variables aux axes principaux

	Dim.1	Dim.2	Dim.3	Dim.4
Part_65P	0,57	0,73	7,46	30,18
Part_ETRG	6,71	4,38	0,22	0,13
Part_CHOM	8,18	3,68	0,48	0,70
Part_CADRE	1,99	10,56	0,38	1,31
Part_PI	3,41	8,52	2,74	1,03
Part_GD_FAM	0,20	13,38	1,90	1,13
REV_MED	11,18	0,00	0,04	0,00
Part_VAC	2,62	5,87	7,92	1,83
Part_MI	10,10	1,47	0,23	0,79
Part_APPART	10,02	1,47	0,22	0,80
Part_PROPRIO	10,46	0,00	0,28	4,57
Part_HLM	4,44	10,09	0,01	0,13
X1949_1974	2,32	3,03	4,57	19,15
X1975_1981	0,35	1,15	0,51	0,27
X1982_1989	1,42	0,14	1,18	0,46
X1990_1999	0,22	0,02	13,97	5,64
AP2000	1,26	0,13	10,73	2,38
AV1949	0,12	9,53	6,57	7,41
DENS_NET	5,94	2,88	0,24	0,00
Part_bati_IRIS	4,30	9,15	0,92	0,50
Part_VEGETAL	2,88	1,43	9,33	4,08
DIST_CBD	5,73	8,11	0,00	1,32
ACCESS_G	4,26	3,63	9,86	6,23
Dist_MIN	1,34	0,66	20,23	9,96

Tableau 3 : Statistiques descriptives des Clusters

(** : ces variables sont données à titre informatif mais n'ont pas été utilisées pour la réalisation de l'ACP)

Clust 1	Surface IRIS en m ² **	Surface bâtie m ² **	Hauteur moy du bâti	Population en 2012 **	Part urbanisée	Surface IRIS en km ² **	Surface bâtie km ² **	Densité Brute **	Densité Nette
Moyenne	225690	25932	11,58	1867,14	0,13	0,23	0,03	10646,24	82200,23
Médiane	174585	23210	7,68	1852,82	0,13	0,17	0,02	9496,06	69063,98
Min	103423	14695	4,40	925,34	0,07	0,10	0,01	3133,84	37028,79
Max	601568	40772	26,50	2809,65	0,20	0,60	0,04	27166,58	181698,86
Ecart Type	139464	9242	7,29	519,77	0,03	0,14	0,01	6295,60	42663,79
Clust 2									
Moyenne	320038	68730	7,24	2397,39	0,24	0,32	0,07	8529,74	37105,91
Médiane	262832	66665	6,95	2384,26	0,21	0,26	0,07	7935,29	35639,85
Min	120444	27808	4,03	1525,79	0,09	0,12	0,03	3629,36	22248,82
Max	716109	123139	12,56	3997,12	0,47	0,72	0,12	16270,87	65875,44
Ecart Type	128680	22649	2,01	536,98	0,10	0,13	0,02	3374,84	9227,37
Clust 3									
Moyenne	1057495	68192	5,61	2355,00	0,12	1,06	0,07	5018,84	38899,75
Médiane	531308	63771	5,18	2145,54	0,14	0,53	0,06	3745,98	37408,88
Min	106381	14601	3,53	1009,07	0,01	0,11	0,01	300,87	14642,41
Max	4704710	165928	11,71	4659,84	0,22	4,70	0,17	19966,09	88755,36
Ecart-Type	1259195	30906	1,66	772,24	0,06	1,26	0,03	3812,62	15072,21
Clust 4									
Moyenne	6748831	93518	4,62	1889,67	0,02	6,75	0,09	504,18	19470,99
Médiane	6214929	93641	4,62	1706,50	0,01	6,21	0,09	213,73	18182,98
Min	1383069	14371	3,62	160,00	0,00	1,38	0,01	24,63	11133,43
Max	15159442	204602	6,00	4336,31	0,07	15,16	0,20	2246,76	30010,71
Ecart-Type	3971154	43384	0,66	1052,59	0,02	3,97	0,04	532,87	5010,48
Toutes données									
Moyenne	1958104	68889	6,61	2210,62	0,14	1,96	0,07	5808,80	39204,54
Médiane	435828	64348	5,56	2124,01	0,14	0,44	0,06	5535,96	32991,72
Min	103423	14371	3,53	160,00	0,00	0,10	0,01	24,63	11133,43
Max	15159442	204602	26,50	4659,84	0,47	15,16	0,20	27166,58	181698,86
Ecart-type	3227871	35512	3,56	790,95	0,10	3,23	0,04	4959,62	24802,16

Clust 1	Part 65 ans et +	Part étrangers	Part chômeurs	Part cadres	Part Prof. Inter.	Part grande famille	Revenu médian	Part log. vacants	Part maison indiv.
Moyenne	0,14	0,18	0,25	0,02	0,14	0,34	18347,35	0,06	0,06
Médiane	0,14	0,15	0,24	0,02	0,14	0,35	18147,00	0,06	0,02
Min	0,08	0,08	0,16	0,00	0,06	0,26	14287,00	0,02	0,00
Max	0,20	0,33	0,34	0,05	0,21	0,46	24294,00	0,11	0,26
Ecart Type	0,04	0,08	0,07	0,02	0,04	0,05	2939,53	0,03	0,08
Clust 2									
Moyenne	0,18	0,04	0,10	0,22	0,31	0,18	25832,84	0,10	0,13
Médiane	0,19	0,04	0,10	0,22	0,31	0,19	25340,00	0,09	0,06
Min	0,08	0,01	0,05	0,06	0,22	0,11	18259,50	0,06	0,01
Max	0,32	0,08	0,19	0,36	0,37	0,27	36579,50	0,14	0,39
Ecart Type	0,06	0,02	0,03	0,07	0,03	0,04	3850,08	0,02	0,12
Clust 3									
Moyenne	0,16	0,05	0,10	0,14	0,29	0,26	28132,28	0,05	0,33
Médiane	0,15	0,05	0,10	0,14	0,28	0,25	27408,00	0,05	0,31
Min	0,04	0,02	0,04	0,04	0,19	0,18	19994,50	0,01	0,00
Max	0,32	0,17	0,26	0,29	0,40	0,37	39304,50	0,10	0,98
Ecart-Type	0,07	0,03	0,04	0,06	0,05	0,05	5344,53	0,02	0,23
Clust 4									
Moyenne	0,16	0,02	0,06	0,19	0,29	0,31	40915,35	0,04	0,84
Médiane	0,17	0,02	0,06	0,17	0,29	0,32	39903,00	0,04	0,91
Min	0,06	0,01	0,03	0,07	0,14	0,22	29426,50	0,01	0,50
Max	0,25	0,04	0,10	0,40	0,35	0,42	57582,00	0,10	0,97
Ecart-Type	0,06	0,01	0,02	0,10	0,04	0,07	6900,63	0,02	0,13

Toutes données	Part 65 ans et +	Part étrangers	Part chômeurs	Part cadres	Part Prof. Inter.	Part grande famille	Revenu médian	Part log. vacants	Part maison indiv.
Moyenne	0,17	0,06	0,11	0,17	0,28	0,26	29025,16	0,06	0,34
Médiane	0,16	0,04	0,09	0,15	0,29	0,25	27000,50	0,06	0,23
Min	0,04	0,01	0,03	0,00	0,06	0,11	14287,00	0,01	0,00
Max	0,32	0,33	0,34	0,40	0,40	0,46	57582,00	0,14	0,98
Ecart-type	0,06	0,06	0,07	0,09	0,07	0,07	8564,76	0,03	0,32

Clust 1	Part appart	Part propriétaires	Part HLM	Logement 1949_1974	Logement X1975_1981	Logement X1982_1989	Logement X1990_1999	Logement AP2000	Logement AV1949
Moyenne	0,93	0,25	0,63	0,74	0,11	0,05	0,07	0,02	0,01
Médiane	0,97	0,25	0,62	0,82	0,10	0,01	0,01	0,00	0,01
Min	0,73	0,00	0,01	0,46	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00
Max	1,00	0,77	0,97	0,96	0,47	0,22	0,42	0,13	0,05
Ecart Type	0,08	0,23	0,26	0,19	0,12	0,06	0,12	0,04	0,01
Clust 2									
Moyenne	0,86	0,46	0,06	0,35	0,09	0,11	0,08	0,02	0,35
Médiane	0,93	0,45	0,04	0,31	0,08	0,06	0,06	0,01	0,32
Min	0,57	0,19	0,00	0,03	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00
Max	0,99	0,74	0,32	0,79	0,18	0,48	0,25	0,10	0,80
Ecart Type	0,13	0,13	0,07	0,17	0,05	0,11	0,07	0,03	0,21
Clust 3									
Moyenne	0,67	0,54	0,18	0,38	0,19	0,08	0,17	0,12	0,07
Médiane	0,69	0,52	0,13	0,37	0,11	0,05	0,08	0,07	0,03
Min	0,02	0,13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Max	1,00	0,90	0,60	0,82	0,87	0,41	0,89	0,97	0,36
Ecart-Type	0,23	0,18	0,14	0,25	0,23	0,08	0,21	0,20	0,09
Clust 4									
Moyenne	0,16	0,82	0,07	0,26	0,17	0,15	0,15	0,14	0,14
Médiane	0,09	0,84	0,06	0,24	0,18	0,15	0,13	0,13	0,13
Min	0,03	0,62	0,00	0,05	0,04	0,02	0,02	0,01	0,01
Max	0,50	0,91	0,23	0,85	0,44	0,36	0,37	0,42	0,38
Ecart-Type	0,13	0,08	0,07	0,15	0,11	0,08	0,08	0,09	0,10

Toutes données	Part appart	Part propriétaires	Part HLM	Logement 1949_1974	Logement X1975_1981	Logement X1982_1989	Logement X1990_1999	Logement AP2000	Logement AV1949
Moyenne	0,65	0,54	0,17	0,38	0,14	0,10	0,13	0,08	0,17
Médiane	0,76	0,53	0,08	0,33	0,10	0,07	0,08	0,03	0,09
Min	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Max	1,00	0,91	0,97	0,96	0,87	0,48	0,89	0,97	0,80
Ecart-type	0,32	0,23	0,22	0,24	0,16	0,10	0,15	0,14	0,19

Clust 1	Part de végétal	Distance au CBD	Accessibilité Générale	Distance minimum SBD
Moyenne	0,11	3435,03	5679,54	2461,61
Médiane	0,11	3335,35	6279,76	2220,49
Min	0,03	2138,17	3890,09	1178,27
Max	0,20	5203,15	6785,90	4251,14
Ecart Type	0,05	980,82	1179,41	1066,95
Clust 2				
Moyenne	0,09	1192,00	4948,76	2735,02
Médiane	0,08	1192,46	4805,47	2745,71
Min	0,02	0,00	3873,14	1293,48
Max	0,29	3020,12	6617,86	4445,63
Ecart Type	0,06	827,08	646,37	604,53
Clust 3				
Moyenne	0,09	3336,65	4965,76	1589,80
Médiane	0,07	3022,89	4908,43	1504,56
Min	0,00	1344,19	3496,18	0,00
Max	0,49	8042,53	7514,94	3499,91
Ecart-Type	0,09	1528,78	1002,71	950,28
Clust 4				
Moyenne	0,29	7063,27	8122,38	4006,01
Médiane	0,29	7037,10	7781,13	3572,45
Min	0,02	3397,38	4883,92	901,92
Max	0,79	11298,78	13190,25	8705,96
Ecart-Type	0,21	2228,22	1941,33	1834,95
Toutes données				
Moyenne	0,14	3477,69	5726,51	2575,43
Médiane	0,08	2906,25	5145,41	2409,03
Min	0,00	0,00	3496,18	0,00
Max	0,79	11298,78	13190,25	8705,96
Ecart-type	0,14	2578,52	1757,56	1441,17

Annexe 2

Choix du nombre de Clusters pour l'ACP

Figure 1 : Inertie inter-groupes suivant le nombre de cluster

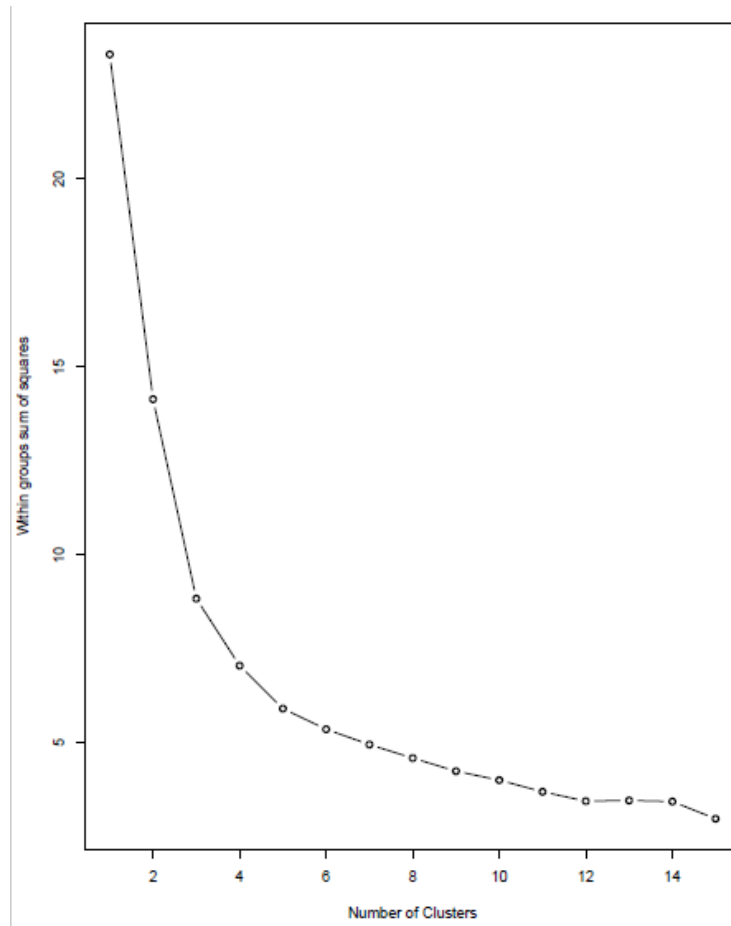
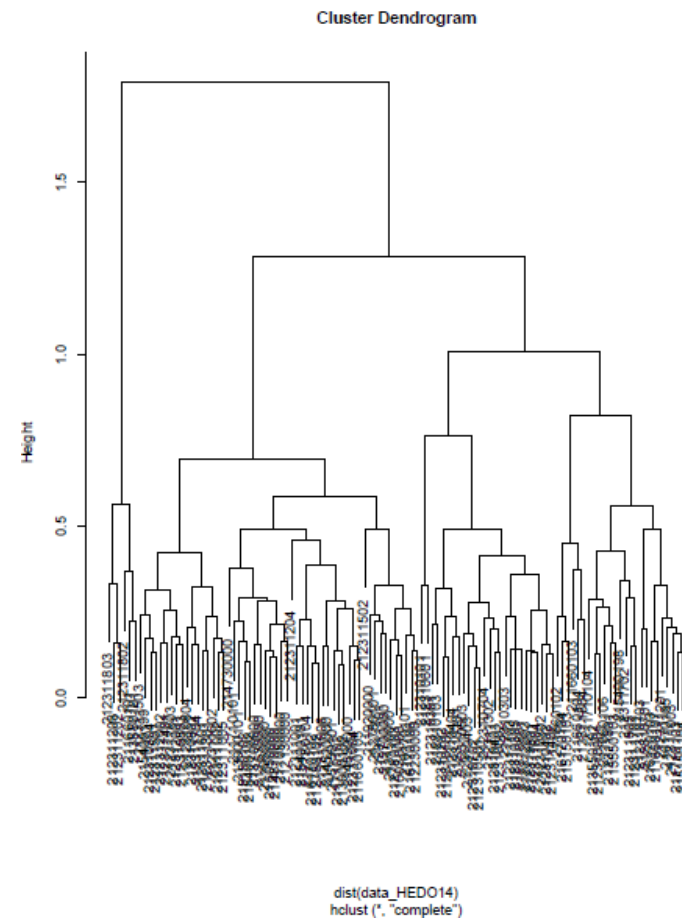


Figure 2 : Dendrogramme



Annexe 3

Description des Clusters

Cluster	Part_Cadre	Part_Empl	Part_Ouv	Part_Etrang	Part_Chom	Part_Chom15_24	Part_15_24_Chom
1	0,10	0,15	0,10	0,03	0,08	0,27	0,22
2	0,02	0,19	0,22	0,19	0,28	0,23	0,44
3	0,11	0,17	0,11	0,06	0,12	0,27	0,21
Moyenne	0,08	0,17	0,14	0,09	0,16	0,26	0,29

Cluster	Part.Niv_II	Part.Niv_III	Part.Niv_IV	Part.Niv_V	Part.Niv_VI	Part_Fam_Mono	Part_Log_Vacant	Part_Proprio	Part_Locataire	Part_HLM
1	0,16	0,15	0,18	0,24	0,27	0,10	0,05	0,78	0,21	0,06
2	0,05	0,07	0,13	0,24	0,52	0,26	0,07	0,22	0,78	0,67
3	0,20	0,16	0,18	0,20	0,26	0,17	0,08	0,44	0,54	0,14
Moyenne	0,24	0,24	0,25	0,26	0,27	0,27	0,30	0,37	0,34	0,14

Niveau VI et V bis : sorties en cours de 1er cycle de l'enseignement secondaire (6ème à 3ème) ou abandons en cours de CAP ou BEP avant l'année terminale.

Niveau V : sorties après l'année terminale de CAP ou BEP ou sorties de 2nd cycle général et technologique avant l'année terminale (seconde ou première).

Niveau IV : sorties des classes de terminale de l'enseignement secondaire (avec ou sans le baccalauréat). Abandons des études supérieures sans diplôme.

Niveau III : sorties avec un diplôme de niveau Bac + 2 ans (DUT, BTS, DEUG, écoles des formations sanitaires ou sociales, etc.).

Niveaux II et I : sorties avec un diplôme de niveau supérieur à bac+2 (licence, maîtrise, master, dea, dess, doctorat, diplôme de grande école).

Source : Définition INSEE

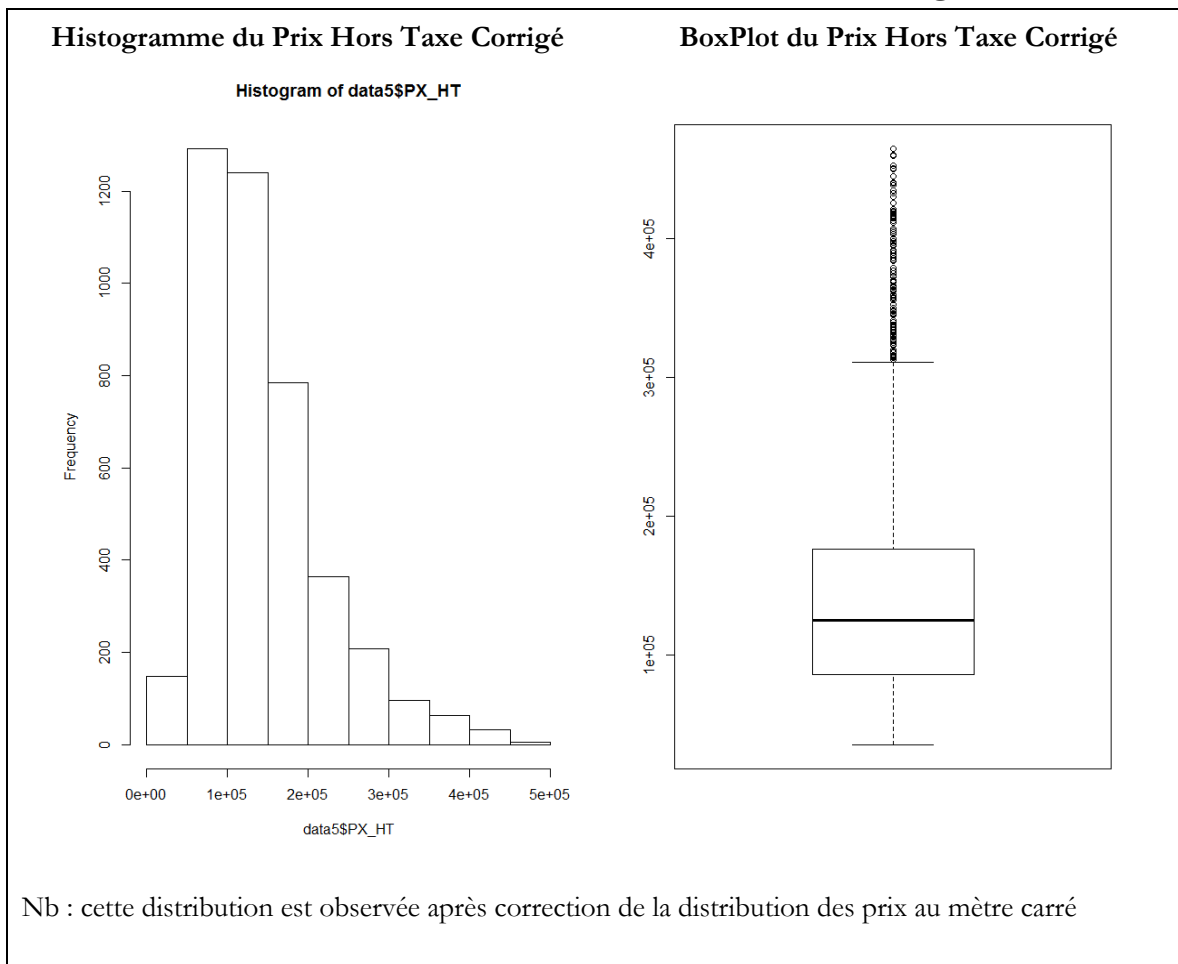
Annexe 4

Traitement des valeurs manquantes (NA) de la base Perval

Variable	Nombre de NA	Valeur de remplacement
Prix au m ²	268	Moyenne de la distribution (2 126,6 €)
Surface habitable	268	Moyenne de la distribution (68,97 m ²)
Nombre de pièces principales	3	3
Nombre de salles de bain	92	1
Nombre de parking	1070	0
Nombre de niveaux	249	2
Epoque	678	« D »
Annexe	250	« Oui »
Nombre d'annexes	250	2
Extérieur	991	« Oui »
Nombre d'extérieurs	991	1

Annexe 5

Distribution de la variable de Prix HT Corrigée



Annexe 6

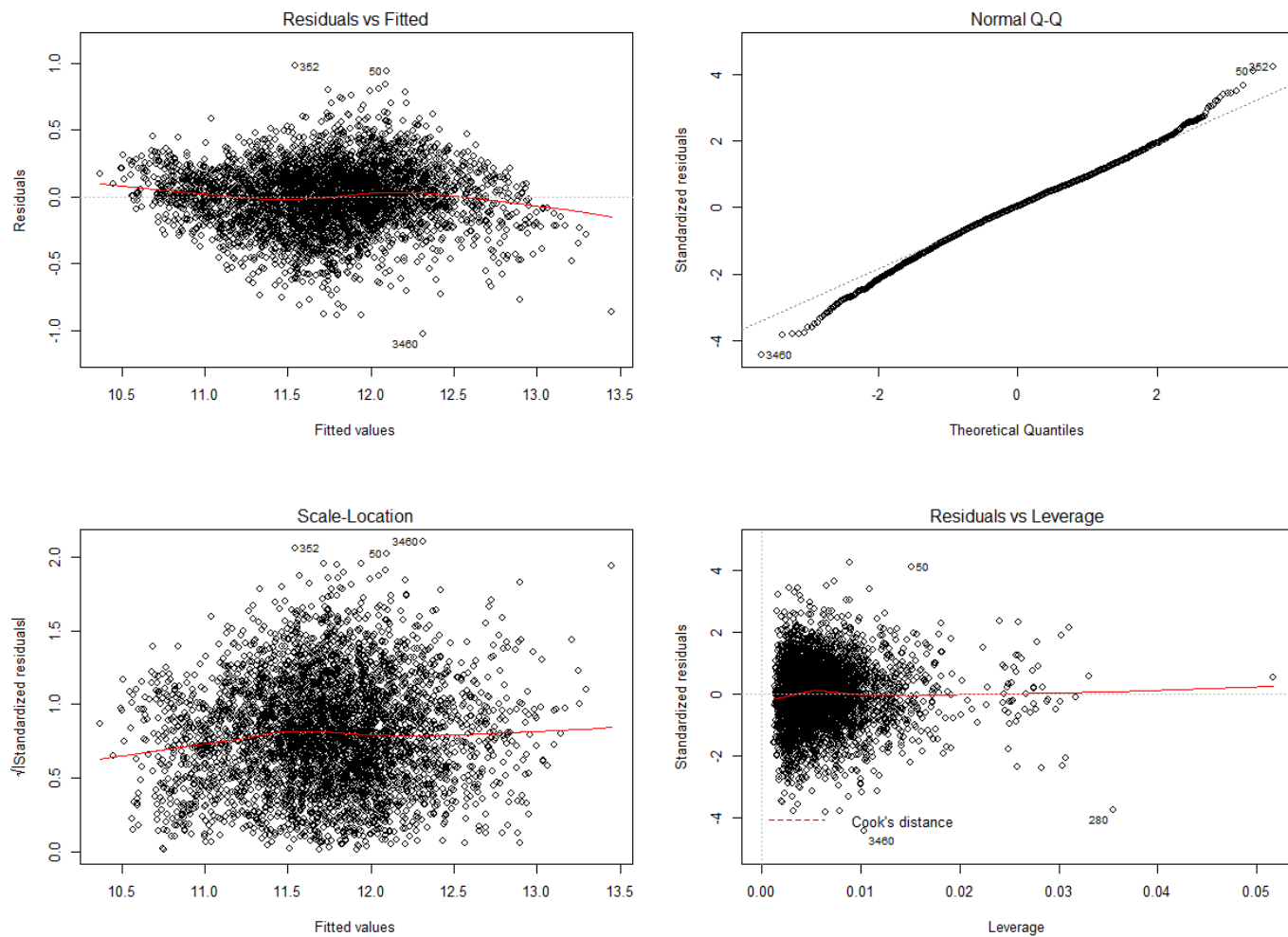
Modèle 1 estimé par les MCO

	Coefficients estimés	Std. Error	t value	p-value	Significativité
(Intercept)	10,0666	0,1243	80,9690	< 2e-16	***
log(HABSURF)	0,6413	0,0135	47,5610	< 2e-16	***
NBPPAL	0,0758	0,0045	16,9750	< 2e-16	***
NBSDB	0,0915	0,0115	7,9270	2,86E-15	***
NBNIV	-0,0081	0,0024	-3,4250	0,0006	***
Réf Epoque A					
EPOQUEB	-0,0969	0,0402	-2,4070	0,0161	*
EPOQUEC	-0,0541	0,0378	-1,4330	0,1520	
EPOQUED	-0,0997	0,0368	-2,7090	0,0068	**
EPOQUEE	-0,0868	0,0376	-2,3090	0,0210	*
EPOQUEF	0,0221	0,0389	0,5680	0,5703	
EPOQUEG	0,0497	0,0394	1,2600	0,2077	
EPOQUEH	0,1266	0,0400	3,1640	0,0016	**
EPOQUEI	0,1049	0,0401	2,6170	0,0089	**
NBPARK	0,0397	0,0069	5,7280	1,09E-08	***
ANNEXEO	-0,1465	0,0223	-6,5580	6,10E-11	***
Nb_ANNEXE	0,0339	0,0054	6,2430	4,72E-10	***
EXTERIEURO	0,0581	0,0166	3,5010	0,0005	***
Nb_EXTERIEUR	0,0295	0,0125	2,3640	0,0181	*
log(Dist_CBD)	-0,0869	0,0067	-12,9530	< 2e-16	***
log(Min_SBD)	-0,0588	0,0100	-5,8640	4,86E-09	***
Reseau14	0,0051	0,0019	2,7280	0,0064	**
Réf Clust_Kmean1					
Clust_Kmean2	-0,2056	0,0254	-8,0940	7,47E-16	***
Clust_Kmean3	-0,0550	0,0103	-5,3350	1,01E-07	***
Part_Vege	0,0485	0,0464	1,0450	0,2961	
Hauteur_Bat	-0,0145	0,0012	-11,7260	< 2e-16	***
log(DensN)	-0,0061	0,0054	-1,1250	0,2607	
Nb Obs.	4236				
R ²	0,7957				

Seuils de significativité : *** : p-value < 0,001 ; ** : 0,001 < p-value < 0,01 ; * : 0,01 < p-value < 0,05 ; ° : 0,05 < p-value < 0,1 ; sinon p-value > 0,1

Annexe 7

Analyse des résidus du Modèle 1 estimé par les MCO



Sous les hypothèses de normalité, d'indépendance et d'homoscédasticité des termes d'erreurs, les observations 50, 280, 352 et 3460 sont supprimées de notre échantillon, il passe de 4236 observations à 4232 observations.

Annexe 8

Diagnostic d'autocorrélation spatiale

Autocorrélation spatiale estimée pour les Prix au m² et les résidus de la régression de Modèle 2

Ordre de voisinage	Prix au m ²	Signif.	Résidus	Signif.
1	0,2614	***	0,1402	***
2	0,1380	***	0,0498	***
3	0,1240	***	0,0372	***
4	0,1041	***	0,0364	***
5	0,0613	***	0,0221	***
6	0,0498	***	0,0100	***
7	0,0569	***	0,0104	***
8	0,0476	***	0,0103	***
9	0,0488	***	0,0050	*
10	0,0447	***	0,0092	***
11	0,0341	***	0,0103	***
12	0,0278	***	0,0062	**
13	0,0225	***	0,0055	**
14	0,0150	***	0,0101	***
15	-0,0003		0,0004	
16	-0,0137	***	-0,0032	
17	-0,0152	***	0,0028	°
18	-0,0211	***	-0,0101	***
19	-0,0276	***	-0,0107	***
20	-0,0267	***	-0,0131	***

Seuils de significativité : *** : p-value < 0,001 ; ** : 0,001 < p-value < 0,01 ; * : 0,01 < p-value < 0,05 ; ° : 0,05 < p-value < 0,1 ; sinon p-value > 0,1

Annexe 9

Segmentation de l'échantillon par la méthode des LISA

(4236 observations)

Quantiles des écarts (en euros)								
10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%
-836,226	-497,328	-306,832	-176,090	-49,340	75,192	221,778	393,982	676,980
LH						HL		
1134 Obs						1119 Obs		



Quantiles des Prix au mètre carré (en euros)								
10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%
1425	1669,078	1839,290	1982,934	2090,260	2212,120	2355,600	2542,210	2824,412
LL			Non exploitées (1358)			HH		
339						286		

Annexe 10

Estimations pour le cluster HH

Estimation par les MCO pour le cluster HH

	Estimate	Std. Error	t-value	p-value	Signif.
(Intercept)	7,87	0,12	67,84	< 2e-16	***
log(HABSURF)	0,96	0,01	83,29	< 2e-16	***
NBPPAL	0,01	0,00	1,44	0,15	
NBSDB	0,00	0,01	-0,32	0,75	
NBNIV	0,00	0,00	1,35	0,18	
EPOQUEB	-0,02	0,02	-0,87	0,38	
EPOQUEC	0,02	0,02	0,79	0,43	
EPOQUED	-0,01	0,02	-0,48	0,63	
EPOQUEE	0,01	0,02	0,55	0,58	
EPOQUEF	0,01	0,02	0,34	0,74	
EPOQUEG	0,00	0,02	0,03	0,98	
EPOQUEH	0,01	0,02	0,62	0,54	
EPOQUEI	0,15	0,03	4,66	4,95E-06	***
NBPARK	0,00	0,01	0,32	0,75	
ANNEXO	-0,03	0,02	-1,80	0,07	°
Nb_ANNEXE	0,01	0,01	1,23	0,22	
EXTERIEURO	0,00	0,01	-0,38	0,71	
Nb_EXTERIEUR	0,00	0,01	-0,51	0,61	
log(Dist_CBD)	0,01	0,01	1,32	0,19	
log(Min_SBD)	0,00	0,01	-0,08	0,94	
Reseau14	0,00	0,00	-1,00	0,32	
Part_Vege	-0,03	0,04	-0,89	0,37	
Hauteur_Bat	0,00	0,00	0,20	0,84	
log(DensN)	0,01	0,00	2,42	0,02	*
R ²	0,99				
Nb Obs .	286				

Seuils de significativité : *** : p-value < 0,001 ; ** : 0,001 < p-value < 0,01 ; * : 0,01 < p-value < 0,05 ; ° : 0,05 < p-value < 0,1 ; sinon p-value > 0,1

Diagnostic d'autocorrélation spatiale pour le cluster HH

	Prix au M ²	Résidus
Autocorrélation estimée	0,1629	0,022
Significativité	1,54 ^e -12	0,03181

Test du facteur commun pour le cluster HH

	Durbin	SEM	SAR
Score du test	527,92	487,87	490,95

Impacts du Durbin Spatial pour le cluster HH

	Direct	Signif.	Indirect	Signif.	Total	Signif.
Log(HABSURF)	0,9759	0,97282	-0,0319	0,96535	0,9440	0,96550
NBPPAL	0,0043	0,97321	0,0021	0,97126	0,0064	0,97130
NBSDB	-0,0056	0,93611	-0,0412	0,93140	-0,0468	0,93150
NBNIV	0,0029	0,96651	0,0035	0,95515	0,0063	0,95539
EPOQUEB	0,0019	0,98014	0,0033	0,98055	0,0052	0,98054
EPOQUEC	0,0216	0,95791	0,0436	0,95240	0,0651	0,95252
EPOQUED	-0,0023	0,97100	0,0525	0,97266	0,0502	0,97263
EPOQUEE	0,0204	0,96131	0,1149	0,95976	0,1353	0,95979
EPOQUEF	0,0080	0,95756	0,0453	0,95569	0,0534	0,95573
EPOQUEG	0,0151	0,95751	0,0506	0,95319	0,0657	0,95328
EPOQUEH	0,0257	0,96162	0,1086	0,95944	0,1343	0,95948
EPOQUEI	0,1341	0,96980	0,0776	0,96561	0,2118	0,96569
NBPARK	-0,0025	0,96853	-0,0063	0,96350	-0,0088	0,96360
ANNEXO	-0,0323	0,96555	-0,0885	0,96288	-0,1208	0,96294
Nb_ANNEXE	0,0096	0,96525	0,0342	0,96322	0,0438	0,96326
EXTERIEURO	-0,0126	0,95517	-0,0794	0,95276	-0,0920	0,95280
Nb_EXTERIEUR	0,0040	0,97338	0,0034	0,97463	0,0074	0,97460
log(Dist_CBD)	-0,0360	0,95675	0,0611	0,96633	0,0251	0,96613
log(Min_SBD)	0,0390	0,97496	-0,0493	0,98727	-0,0102	0,98805
Reseau14	-0,0011	0,99261	0,0011	0,97687	-0,0001	0,97719
Part_Vege	-0,0677	0,99595	0,0810	0,97470	0,0133	0,97514
Hauteur_Bat	-0,0012	0,96916	0,0012	0,97496	0,0001	0,97485
log(DensN)	0,0011	0,96643	0,0210	0,96621	0,0221	0,96622
ρ	-0,87					
Nb Obs.	286					

Seuils de significativité : *** : p-value < 0,001 ; ** : 0,001 < p-value < 0,01 ; * : 0,01 < p-value < 0,05 ; ° : 0,05 < p-value < 0,1 ; sinon p-value > 0,1

Estimation du SEM pour le cluster HH

	Estimate	Std. Error	z-value	Pr(> z)
(Intercept)	7,8959	0,1191	66,3209	< 2,2e-16
log(HABSURF)	0,9676	0,0111	87,1999	< 2,2e-16
NBPPAL	0,0057	0,0042	1,3600	0,1738
NBSDB	-0,0018	0,0099	-0,1811	0,8563
NBNIV	0,0026	0,0022	1,1738	0,2405
EPOQUEB	-0,0165	0,0219	-0,7538	0,4509
EPOQUEC	0,0155	0,0183	0,8460	0,3976
EPOQUED	-0,0100	0,0190	-0,5268	0,5984
EPOQUEE	0,0096	0,0184	0,5217	0,6019
EPOQUEF	0,0048	0,0194	0,2463	0,8054
EPOQUEG	0,0001	0,0180	0,0076	0,9939
EPOQUEH	0,0105	0,0195	0,5356	0,5922
EPOQUEI	0,1517	0,0316	4,7950	0,0000
NBPARK	0,0019	0,0055	0,3387	0,7349
ANNEXEO	-0,0266	0,0152	-1,7467	0,0807
Nb_ANNEXE	0,0055	0,0049	1,1327	0,2574
EXTERIEURO	-0,0031	0,0121	-0,2566	0,7975
Nb_EXTERIEUR	-0,0032	0,0076	-0,4246	0,6711
log(Dist_CBD)	0,0062	0,0068	0,9081	0,3638
log(Min_SBD)	-0,0017	0,0102	-0,1681	0,8665
Reseau14	-0,0018	0,0018	-0,9817	0,3263
Part_Vege	-0,0419	0,0374	-1,1187	0,2633
Hauteur_Bat	0,0000	0,0013	0,0102	0,9919
log(DensN)	0,0092	0,0046	2,0282	0,0425
λ	0,16			
Nb Obs.	286			

Seuils de significativité : *** : p-value < 0,001 ; ** : 0,001 < p-value < 0,01 ; * : 0,01 < p-value < 0,05 ; ° : 0,05 < p-value < 0,1 ; sinon p-value > 0,1

Estimation du SAR pour le cluster HH

	Estimate	Std. Error	z-value	Pr(> z)
(Intercept)	8,1735	0,1553	52,6330	< 2,2e-16
log(HABSURF)	0,9673	0,0110	87,9377	< 2,2e-16
NBPPAL	0,0077	0,0042	1,8386	0,0660
NBSDB	-0,0058	0,0099	-0,5818	0,5607
NBNIV	0,0023	0,0022	1,0383	0,2991
EPOQUEB	-0,0203	0,0218	-0,9316	0,3515
EPOQUEC	0,0074	0,0185	0,4013	0,6882
EPOQUED	-0,0149	0,0190	-0,7823	0,4341
EPOQUEE	0,0078	0,0184	0,4242	0,6714
EPOQUEF	0,0004	0,0195	0,0213	0,9830
EPOQUEG	-0,0031	0,0180	-0,1738	0,8620
EPOQUEH	0,0106	0,0195	0,5442	0,5863
EPOQUEI	0,1510	0,0314	4,8095	0,0000
NBPARK	0,0007	0,0055	0,1354	0,8923
ANNEXEO	-0,0269	0,0151	-1,7803	0,0750
Nb_ANNEXE	0,0063	0,0048	1,3026	0,1927
EXTERIEURO	-0,0045	0,0120	-0,3753	0,7074
Nb_EXTERIEUR	-0,0030	0,0075	-0,3997	0,6894
log(Dist_CBD)	0,0112	0,0063	1,7900	0,0735
log(Min_SBD)	0,0015	0,0092	0,1590	0,8737
Reseau14	-0,0015	0,0017	-0,8754	0,3813
Part_Vege	-0,0388	0,0361	-1,0765	0,2817
Hauteur_Bat	0,0001	0,0012	0,0984	0,9216
log(DensN)	0,0088	0,0044	2,0107	0,0444
ρ	-0,028			
Nb Obs.	286			

Seuils de significativité : *** : p-value < 0,001 ; ** : 0,001 < p-value < 0,01 ; * : 0,01 < p-value < 0,05 ; ° : 0,05 < p-value < 0,1 ; sinon p-value > 0,1

Annexe 11

Estimations pour le cluster HL

Estimation par les MCO pour le cluster HL

	Estimate	Std. Error	t-value	Pr(> t)	Signif.
(Intercept)	9,6006	0,1276	75,2290	< 2 ^e -16	***
log(HABSURF)	0,8774	0,0144	61,0830	< 2 ^e -16	***
NBPPAL	0,0248	0,0053	4,6920	3,04 ^E -06	***
NBSDB	0,0539	0,0121	4,4360	1,01 ^E -05	***
NBNIV	-0,0029	0,0027	-1,0450	0,2961	
EPOQUEB	-0,0192	0,0431	-0,4460	0,6556	
EPOQUEC	0,0018	0,0408	0,0450	0,9645	
EPOQUED	-0,0194	0,0401	-0,4840	0,6282	
EPOQUEE	-0,0114	0,0411	-0,2770	0,7816	
EPOQUEF	0,0008	0,0413	0,0190	0,9851	
EPOQUEG	0,0112	0,0420	0,2680	0,7891	
EPOQUEH	0,0597	0,0421	1,4180	0,1565	
EPOQUEI	0,0223	0,0435	0,5130	0,6079	
NBPARK	0,0203	0,0074	2,7610	0,0059	**
ANNEXEO	-0,0419	0,0201	-2,0810	0,0377	*
Nb_ANNEXE	0,0061	0,0057	1,0720	0,2838	
EXTERIEURO	0,0233	0,0180	1,2950	0,1955	
Nb_EXTERIEUR	0,0164	0,0127	1,2880	0,1981	
log(Dist_CBD)	-0,0975	0,0074	-13,2230	< 2 ^e -16	***
log(Min_SBD)	-0,0712	0,0105	-6,7670	2,14 ^E -11	***
Reseau14	0,0039	0,0019	2,0670	0,0390	*
Part_Vege	0,0529	0,0496	1,0650	0,2872	
Hauteur_Bat	-0,0137	0,0014	-9,8720	< 2 ^e -16	***
log(DensN)	-0,0094	0,0055	-1,7150	0,0867	°
R ²	0,95				
Nb obs.	1119				

Seuils de significativité : *** : p-value < 0,001 ; ** : 0,001 < p-value < 0,01 ; * : 0,01 < p-value < 0,05 ; ° : 0,05 < p-value < 0,1 ; sinon p-value > 0,1

Diagnostic d'autocorrélation spatiale pour le cluster HL

	Prix au M ²	Résidus
Autocorrélation estimée	0,3612	0,2152
Significativité	< 2 ^e -16	< 2 ^e -16

Test du facteur commun pour le cluster HL

	Durbin	SEM	SAR
Score du test	852 ,52	809,90	736,83

Impacts du Durbin Spatial pour le cluster HL

	Direct	Signif.	Indirect	Signif.	Total	Signif.
log(HABSURF)	0,8833	< 2,22e-16	0,0487	0,5048	0,9319	< 2,22e-16
NBPPAL	0,0215	8,98E-06	-0,0311	0,2954	-0,0096	0,7495
NBSDB	0,0490	2,07E-05	-0,0201	0,7530	0,0288	0,7737
NBNIV	-0,0019	0,4384	-0,0313	0,0419	-0,0333	0,0415
EPOQUEB	-0,0025	0,9584	0,2003	0,3988	0,1978	0,4392
EPOQUEC	0,0291	0,4529	0,2024	0,3576	0,2315	0,3265
EPOQUED	0,0063	0,8546	0,1116	0,5959	0,1179	0,5985
EPOQUEE	0,0257	0,5029	0,0879	0,6790	0,1136	0,6142
EPOQUEF	0,0301	0,4455	0,0177	0,9313	0,0478	0,8324
EPOQUEG	0,0284	0,4592	0,1478	0,4901	0,1762	0,4425
EPOQUEH	0,0853	0,0264	0,0571	0,7914	0,1425	0,5362
EPOQUEI	0,0550	0,1766	0,0168	0,9255	0,0718	0,7402
NBPARK	0,0163	0,0253	0,0050	0,9469	0,0213	0,6609
ANNEXO	-0,0488	0,0085	-0,0372	0,7404	-0,0860	0,4937
Nb_ANNEXE	0,0060	0,2469	0,0214	0,5140	0,0273	0,4362
EXTERIEURO	0,0272	0,1306	0,0717	0,5228	0,0989	0,4128
Nb_EXTERIEUR	0,0153	0,2193	0,0464	0,5255	0,0617	0,4341
log(Dist_CBD)	0,0440	0,2987	-0,1681	0,0008	-0,1241	3,51E-09
log(Min_SBD)	0,0300	0,3672	-0,1359	0,0055	-0,1060	0,0002
Reseau14	0,0011	0,6941	0,0065	0,2246	0,0076	0,1129
Part_Vege	0,0714	0,1548	0,1658	0,3473	0,2372	0,1904
Hauteur_Bat	-0,0111	3,38E-13	-0,0034	0,4306	-0,0145	0,0011
log(DensN)	-0,0062	0,3631	-0,0268	0,1025	-0,0330	0,0419
q	0,51					
Nb Obs.	1119					

Seuils de significativité : *** : p-value < 0,001 ; ** : 0,001 < p-value < 0,01 ; * : 0,01 < p-value < 0,05 ; ° : 0,05 < p-value < 0,1 ; sinon p-value > 0,1

Estimation du SEM pour le cluster HL

	Estimate	Std. Error	z-value	Pr(> z)
(Intercept)	9,2767	0,1875	49,4690	< 2,2e-16
log(HABSURF)	0,8764	0,0133	66,0366	< 2,2e-16
NBPPAL	0,0251	0,0048	5,2747	1,33E-07
NBSDB	0,0503	0,0107	4,6817	2,85E-06
NBNIV	-0,0002	0,0025	-0,0855	0,9318
EPOQUEB	-0,0327	0,0382	-0,8574	0,3912
EPOQUEC	-0,0095	0,0366	-0,2585	0,7960
EPOQUED	-0,0266	0,0362	-0,7334	0,4633
EPOQUEE	-0,0064	0,0372	-0,1723	0,8632
EPOQUEF	0,0018	0,0373	0,0479	0,9618
EPOQUEG	-0,0020	0,0379	-0,0533	0,9575
EPOQUEH	0,0542	0,0381	1,4238	0,1545
EPOQUEI	0,0297	0,0397	0,7484	0,4542
NBPARK	0,0159	0,0067	2,3668	0,0179
ANNEXEO	-0,0407	0,0180	-2,2636	0,0236
Nb_ANNEXE	0,0038	0,0051	0,7371	0,4610
EXTERIEURO	0,0215	0,0160	1,3496	0,1772
Nb_EXTERIEUR	0,0130	0,0114	1,1398	0,2544
log(Dist_CBD)	-0,0814	0,0115	-7,0816	1,43E-12
log(Min_SBD)	-0,0426	0,0173	-2,4651	0,0137
Reseau14	0,0017	0,0024	0,7127	0,4760
Part_Vege	0,0461	0,0509	0,9071	0,3644
Hauteur_Bat	-0,0124	0,0016	-7,9585	1,78E-15
log(DensN)	-0,0079	0,0065	-1,2143	0,2246
λ	0,58			
Nb Obs.	1119			

Seuils de significativité : *** : p-value < 0,001 ; ** : 0,001 < p-value < 0,01 ; * : 0,01 < p-value < 0,05 ; ° : 0,05 < p-value < 0,1 ; sinon p-value > 0,1

Estimation du SAR pour le cluster HL

	Estimate	Std. Error	z-value	Pr(> z)
(Intercept)	9,0831	0,1823	49,8166	< 2,2e-16
log(HABSURF)	0,8658	0,0144	59,9393	< 2,2e-16
NBPPAL	0,0256	0,0052	4,9170	8,79E-07
NBSDB	0,0521	0,0119	4,3618	1,29E-05
NBNIV	-0,0027	0,0027	-0,9826	0,3258
EPOQUEB	-0,0272	0,0424	-0,6423	0,5206
EPOQUEC	-0,0049	0,0401	-0,1233	0,9019
EPOQUED	-0,0287	0,0395	-0,7254	0,4682
EPOQUEE	-0,0169	0,0404	-0,4176	0,6762
EPOQUEF	-0,0083	0,0407	-0,2032	0,8390
EPOQUEG	0,0054	0,0413	0,1306	0,8961
EPOQUEH	0,0503	0,0414	1,2127	0,2252
EPOQUEI	0,0153	0,0428	0,3568	0,7213
NBPARK	0,0210	0,0072	2,8980	0,0038
ANNEXEO	-0,0403	0,0198	-2,0351	0,0418
Nb_ANNEXE	0,0053	0,0056	0,9440	0,3451
EXTERIEURO	0,0248	0,0177	1,4056	0,1598
Nb_EXTERIEUR	0,0139	0,0125	1,1155	0,2646
log(Dist_CBD)	-0,1003	0,0073	-13,7594	< 2,2e-16
log(Min_SBD)	-0,0760	0,0104	-7,2902	3,10E-13
Reseau14	0,0044	0,0018	2,3975	0,0165
Part_Vege	0,0500	0,0488	1,0254	0,3052
Hauteur_Bat	-0,0133	0,0014	-9,7754	< 2,2e-16
log(DensN)	-0,0080	0,0054	-1,4725	0,1409
ρ	0,052			
Nb Obs.	1119			

Seuils de significativité : *** : p-value < 0,001 ; ** : 0,001 < p-value < 0,01 ; * : 0,01 < p-value < 0,05 ; ° : 0,05 < p-value < 0,1 ; sinon p-value > 0,1

Annexe 12

Estimations pour le cluster LH

Estimation par les MCO pour le cluster LH

	Estimate	Std. Error	t-value	Pr(> t)	Signif.
(Intercept)	8,7685	0,2103	41,6880	< 2 ^e -16	***
log(HABSURF)	0,9553	0,0244	39,1270	< 2 ^e -16	***
NBPPAL	0,0013	0,0070	0,1880	0,8513	
NBSDB	0,0595	0,0187	3,1810	0,0015	**
NBNIV	-0,0030	0,0035	-0,8410	0,4006	
EPOQUEB	0,0971	0,0785	1,2380	0,2160	
EPOQUEC	0,1196	0,0762	1,5700	0,1167	
EPOQUED	0,0754	0,0753	1,0010	0,3170	
EPOQUEE	0,1113	0,0760	1,4640	0,1434	
EPOQUEF	0,2136	0,0781	2,7360	0,0063	**
EPOQUEG	0,2944	0,0801	3,6740	0,0003	***
EPOQUEH	0,3002	0,0833	3,6060	0,0003	***
EPOQUEI	0,1788	0,1068	1,6730	0,0945	°
NBPARK	0,0229	0,0108	2,1240	0,0339	*
ANNEXEO	-0,1357	0,0387	-3,5090	0,0005	***
Nb_ANNEXE	0,0207	0,0086	2,4090	0,0161	*
EXTERIEURO	-0,0417	0,0263	-1,5870	0,1128	
Nb_EXTERIEUR	0,0682	0,0215	3,1750	0,0015	**
log(Dist_CBD)	-0,0972	0,0107	-9,1080	< 2 ^e -16	***
log(Min_SBD)	-0,0652	0,0156	-4,1860	3,07 ^E -05	***
Reseau14	0,0048	0,0025	1,8940	0,0585	°
Part_Vege	0,1281	0,0709	1,8080	0,0708	°
Hauteur_Bat	-0,0159	0,0022	-7,1790	1,28 ^E -12	***
log(DensN)	0,0026	0,0092	0,2830	0,7774	
R ²	0,85				
Nb Obs.	1134				

Seuils de significativité : *** : p-value < 0,001 ; ** : 0,001 < p-value < 0,01 ; * : 0,01 < p-value < 0,05 ; ° : 0,05 < p-value < 0,1 ; sinon p-value > 0,1

Diagnostic d'autocorrélation spatiale pour le cluster LH

	Prix au M ²	Résidus
Autocorrélation estimée	0,3193	0,1942
Significativité	< 2 ^e -16	< 2 ^e -16

Test du facteur commun pour le cluster LH

	Durbin	SEM	SAR
Score du test	435,80	411,48	388,43

Impacts du Durbin Spatial pour le cluster LH

	Direct	Signif.	Indirect	Signif.	Total	Signif.
log(HABSURF)	0,9588	< 2,22e-16	0,2757	0,0184	1,2344	< 2,22e-16
NBPPAL	-0,0021	0,7598	-0,0554	0,1156	-0,0574	0,1239
NBSDB	0,0535	0,0023	-0,0706	0,4444	-0,0171	0,8217
NBNIV	-0,0006	0,9187	0,0210	0,1777	0,0204	0,2135
EPOQUEB	0,1337	0,0587	0,1133	0,8347	0,2470	0,6627
EPOQUEC	0,1505	0,0311	0,4351	0,4041	0,5855	0,2875
EPOQUED	0,1118	0,0995	0,1299	0,8024	0,2418	0,6531
EPOQUEE	0,1514	0,0283	0,1816	0,7261	0,3329	0,5402
EPOQUEF	0,2249	0,0015	0,3921	0,4514	0,6170	0,2590
EPOQUEG	0,2624	0,0004	0,4690	0,3598	0,7314	0,1762
EPOQUEH	0,3096	5,43E-05	0,2226	0,6760	0,5322	0,3416
EPOQUEI	0,2253	0,0226	0,2964	0,6305	0,5217	0,4154
NBPARK	0,0235	0,0236	-0,0236	0,5497	-1,9491E-05	0,9469
ANNEXO	-0,1359	0,0002	-0,3143	0,1209	-0,4501	0,0387
Nb_ANNEXE	0,0154	0,0453	0,0856	0,0227	0,1010	0,0111
EXTERIEURO	-0,0227	0,3582	-0,1953	0,1791	-0,2180	0,1618
Nb_EXTERIEUR	0,0458	0,0267	0,1942	0,0902	0,2400	0,0507
log(Dist_CBD)	-0,0313	0,5792	-0,0756	0,2186	-0,1068	1,3346E-05
log(Min_SBD)	-0,0128	0,8615	-0,0826	0,2355	-0,0954	0,0027
Reseau14	0,0026	0,4515	0,0046	0,4979	0,0071	0,2477
Part_Vege	0,1000	0,1422	0,3511	0,1521	0,4511	0,0676
Hauteur_Bat	-0,0140	1,02E-07	-0,0096	0,1193	-0,0236	0,0001
log(DensN)	0,0042	0,6827	0,0351	0,2470	0,0393	0,1740
q	0,44					
Nb Obs.	1134					

Seuils de significativité : *** : p-value < 0,001 ; ** : 0,001 < p-value < 0,01 ; * : 0,01 < p-value < 0,05 ; ° : 0,05 < p-value < 0,1 ; sinon p-value > 0,1

Estimation SEM pour le cluster LH

	Estimate	Std. Error	z-value	Pr(> z)
(Intercept)	8,6337	0,2956	29,2088	< 2,2e-16
log(HABSURF)	0,9402	0,0224	41,9195	< 2,2e-16
NBPPAL	0,0025	0,0064	0,3963	0,6919
NBSDB	0,0621	0,0172	3,6146	0,0003
NBNIV	-0,0025	0,0032	-0,7681	0,4424
EPOQUEB	0,1160	0,0701	1,6546	0,0980
EPOQUEC	0,1139	0,0685	1,6625	0,0964
EPOQUED	0,0920	0,0678	1,3563	0,1750
EPOQUEE	0,1257	0,0685	1,8353	0,0665
EPOQUEF	0,1974	0,0706	2,7966	0,0052
EPOQUEG	0,2381	0,0729	3,2686	0,0011
EPOQUEH	0,2870	0,0762	3,7684	0,0002
EPOQUEI	0,1870	0,0978	1,9113	0,0560
NBPARK	0,0215	0,0100	2,1532	0,0313
ANNEXEO	-0,1164	0,0348	-3,3418	0,0008
Nb_ANNEXE	0,0104	0,0080	1,3065	0,1914
EXTERIEURO	-0,0199	0,0235	-0,8451	0,3981
Nb_EXTERIEUR	0,0443	0,0195	2,2712	0,0231
log(Dist_CBD)	-0,0807	0,0165	-4,9048	9,35E-07
log(Min_SBD)	-0,0580	0,0268	-2,1684	0,0301
Reseau14	0,0039	0,0031	1,2323	0,2178
Part_Vege	0,0936	0,0711	1,3171	0,1878
Hauteur_Bat	-0,0141	0,0025	-5,6531	1,58E-08
log(DensN)	0,0029	0,0105	0,2815	0,7783
λ	0,56			
Nb Obs.	1134			

Seuils de significativité : *** : p-value < 0,001 ; ** : 0,001 < p-value < 0,01 ; * : 0,01 < p-value < 0,05 ; ° : 0,05 < p-value < 0,1 ; sinon p-value > 0,1

Estimation SAR pour le cluster LH

	Estimate	Std. Error	z-value	Pr(> z)
(Intercept)	5,6792	0,3638	15,6103	< 2,2e-16
log(HABSURF)	0,9392	0,0231	40,5830	< 2,2e-16
NBPPAL	-0,0007	0,0066	-0,1029	0,9181
NBSDB	0,0590	0,0177	3,3429	0,0008
NBNIV	-0,0015	0,0033	-0,4574	0,6474
EPOQUEB	0,1182	0,0741	1,5939	0,1110
EPOQUEC	0,1431	0,0720	1,9879	0,0468
EPOQUED	0,1050	0,0712	1,4745	0,1403
EPOQUEE	0,1440	0,0719	2,0033	0,0451
EPOQUEF	0,2195	0,0737	2,9761	0,0029
EPOQUEG	0,2786	0,0757	3,6814	0,0002
EPOQUEH	0,3169	0,0787	4,0285	5,61E-05
EPOQUEI	0,2464	0,1011	2,4370	0,0148
NBPARK	0,0286	0,0102	2,7994	0,0051
ANNEXO	-0,1253	0,0365	-3,4295	0,0006
Nb_ANNEXE	0,0134	0,0081	1,6574	0,0974
EXTERIEURO	-0,0207	0,0249	-0,8342	0,4042
Nb_EXTERIEUR	0,0484	0,0203	2,3806	0,0173
log(Dist_CBD)	-0,1045	0,0101	-10,3483	< 2,2e-16
log(Min_SBD)	-0,0494	0,0148	-3,3365	0,0008
Reseau14	0,0053	0,0024	2,2322	0,0256
Part_Vege	0,1853	0,0673	2,7541	0,0059
Hauteur_Bat	-0,0133	0,0021	-6,3276	2,49E-10
log(DensN)	0,0226	0,0090	2,5088	0,0121
Q	0,25			
Nb Obs.	1134			

Seuils de significativité : *** : p-value < 0,001 ; ** : 0,001 < p-value < 0,01 ; * : 0,01 < p-value < 0,05 ; ° : 0,05 < p-value < 0,1 ; sinon p-value > 0,1

Annexe 13

Estimations pour le cluster LL

Estimation par les MCO pour le cluster LL

	Estimate	Std. Error	t-value	Pr(> t)	Signif.
(Intercept)	8,9331	0,2521	35,4300	< 2e-16	***
log(HABSURF)	0,9863	0,0428	23,0670	< 2e-16	***
NBPPAL	0,0023	0,0114	0,2050	0,8375	
NBSDB	0,0525	0,0310	1,6930	0,0915	°
NBNIV	-0,0091	0,0030	-2,9850	0,0031	**
EPOQUEB	-0,0315	0,0876	-0,3590	0,7195	
EPOQUEC	-0,0625	0,0741	-0,8430	0,4000	
EPOQUED	-0,0859	0,0690	-1,2440	0,2144	
EPOQUEE	-0,0514	0,0692	-0,7420	0,4584	
EPOQUEF	-0,1137	0,0803	-1,4170	0,1576	
EPOQUEG	-0,0888	0,0833	-1,0660	0,2872	
EPOQUEH	0,0841	0,1086	0,7740	0,4392	
EPOQUEI	-0,0401	0,1071	-0,3750	0,7081	
NBPARK	0,0136	0,0140	0,9710	0,3321	
ANNEXEO	-0,0762	0,0932	-0,8170	0,4144	
Nb_ANNEXE	0,0297	0,0117	2,5440	0,0114	*
EXTERIEURO	0,0080	0,0326	0,2440	0,8076	
Nb_EXTERIEUR	0,0116	0,0279	0,4170	0,6771	
log(Dist_CBD)	-0,0935	0,0132	-7,0940	8,65E-12	***
log(Min_SBD)	-0,0678	0,0159	-4,2750	2,54E-05	***
Reseau14	-0,0048	0,0037	-1,2990	0,1948	
Part_Vege	-0,1152	0,0749	-1,5380	0,1250	
Hauteur_Bat	-0,0150	0,0015	-10,2840	< 2e-16	***
log(DensN)	-0,0168	0,0099	-1,6950	0,0911	°
R ²	0,91				
Nb Obs.	339				

Seuils de significativité : *** : p-value < 0,001 ; ** : 0,001 < p-value < 0,01 ; * : 0,01 < p-value < 0,05 ; ° : 0,05 < p-value < 0,1 ; sinon p-value > 0,1

Diagnostic d'autocorrélation spatiale

	Prix au M ²	Résidus
Autocorrélation estimée	0,6217	0,4014
Significativité	< 2 ^e -16	< 2 ^e -16

Test du facteur commun

	Durbin	SEM	SAR
Score du test	363,81	342,25	311,78

Impacts du Durbin Spatial pour le cluster LL

	Direct	Signif.	Indirect	Signif.	Total	Signif.
log(HABSURF)	0,9590	< 2,22e-16	-0,3920	< 2,22e-16	0,5670	0,1072
NBPPAL	0,0086	0,3483	0,2172	0,3483	0,2258	0,0111
NBSDB	0,0760	0,0066	0,1015	0,0066	0,1774	0,5082
NBNIV	-0,0056	0,0419	-0,0434	0,0419	-0,0489	0,0275
EPOQUEB	-0,1471	0,0618	-0,7462	0,0618	-0,8934	0,2568
EPOQUEC	-0,1379	0,0562	-0,8805	0,0562	-1,0184	0,1816
EPOQUED	-0,1574	0,0108	-0,8834	0,0108	-1,0408	0,1065
EPOQUEE	-0,1252	0,0430	-0,7175	0,0430	-0,8427	0,1937
EPOQUEF	-0,1931	0,0082	-0,9659	0,0082	-1,1590	0,1147
EPOQUEG	-0,1841	0,0137	-1,3471	0,0137	-1,5312	0,0414
EPOQUEH	-0,3072	0,0211	-3,7212	0,0211	-4,0284	0,0355
EPOQUEI	-0,0463	0,6212	-0,9829	0,6212	-1,0292	0,2164
NBPARK	0,0111	0,3554	0,0069	0,3554	0,0180	0,8125
ANNEXO	0,0004	0,9719	0,5785	0,9719	0,5789	0,4973
Nb_ANNEXE	0,0218	0,0198	0,1255	0,0198	0,1473	0,0463
EXTERIEURO	0,0027	0,9247	-0,1017	0,9247	-0,0990	0,7658
Nb_EXTERIEUR	0,0210	0,4693	0,1010	0,4693	0,1220	0,6785
log(Dist_CBD)	-0,0344	0,5024	-0,2206	0,5024	-0,2549	1,23E-06
log(Min_SBD)	0,0974	0,0391	-0,1874	0,0391	-0,0899	0,1086
Reseau14	0,0005	0,8902	-0,0015	0,8902	-0,0010	0,9634
Part_Vege	-0,1176	0,0735	0,4223	0,0735	0,3048	0,2822
Hauteur_Bat	-0,0085	7,71E-08	0,0041	7,71E-08	-0,0044	0,5436
log(DensN)	-0,0117	0,2180	-0,1376	0,2180	-0,1493	0,0020
ρ	0,57					
Nb Obs.	339					

Seuils de significativité : *** : p-value < 0,001 ; ** : 0,001 < p-value < 0,01 ; * : 0,01 < p-value < 0,05 ; ° : 0,05 < p-value < 0,1 ; sinon p-value > 0,1

Estimation du SEM pour le cluster LL

	Estimate	Std. Error	z-value	Pr(> z)
(Intercept)	7,8739	0,3171	24,8328	< 2,2e-16
log(HABSURF)	0,9863	0,0306	32,1979	< 2,2e-16
NBPPAL	-0,0066	0,0082	-0,8014	0,4229
NBSDB	0,0608	0,0220	2,7683	0,0056
NBNIV	-0,0024	0,0022	-1,1082	0,2678
EPOQUEB	-0,1145	0,0618	-1,8522	0,0640
EPOQUEC	-0,0764	0,0517	-1,4789	0,1392
EPOQUED	-0,0855	0,0493	-1,7368	0,0824
EPOQUEE	-0,0701	0,0494	-1,4193	0,1558
EPOQUEF	-0,1091	0,0574	-1,9006	0,0574
EPOQUEG	-0,0863	0,0591	-1,4593	0,1445
EPOQUEH	-0,0252	0,0787	-0,3202	0,7488
EPOQUEI	0,0214	0,0763	0,2802	0,7793
NBPARK	0,0087	0,0104	0,8360	0,4032
ANNEXEO	-0,0654	0,0651	-1,0049	0,3150
Nb_ANNEXE	0,0165	0,0086	1,9110	0,0560
EXTERIEURO	0,0121	0,0228	0,5281	0,5974
Nb_EXTERIEUR	0,0127	0,0196	0,6504	0,5154
log(Dist_CBD)	-0,0395	0,0265	-1,4944	0,1351
log(Min_SBD)	0,0073	0,0277	0,2623	0,7931
Reseau14	0,0006	0,0034	0,1848	0,8534
Part_Vege	-0,1669	0,0680	-2,4541	0,0141
Hauteur_Bat	-0,0101	0,0015	-6,9409	3,90E-12
log(DensN)	-0,0065	0,0093	-0,6959	0,4865
λ	0,78			
Nb Obs.	339			

Seuils de significativité : *** : p-value < 0,001 ; ** : 0,001 < p-value < 0,01 ; * : 0,01 < p-value < 0,05 ; ° : 0,05 < p-value < 0,1 ; sinon p-value > 0,1

Estimation du SAR pour le cluster LL

	Estimate	Std. Error	z-value	Pr(> z)
(Intercept)	4,6489	0,4221	11,0134	< 2,2e-16
log(HABSURF)	0,9818	0,0354	27,7741	< 2,2e-16
NBPPAL	-0,0035	0,0094	-0,3763	0,7067
NBSDB	0,0698	0,0257	2,7146	0,0066
NBNIV	-0,0038	0,0025	-1,4887	0,1366
EPOQUEB	-0,1471	0,0728	-2,0198	0,0434
EPOQUEC	-0,1200	0,0615	-1,9519	0,0509
EPOQUED	-0,1262	0,0572	-2,2087	0,0272
EPOQUEE	-0,1105	0,0574	-1,9243	0,0543
EPOQUEF	-0,1927	0,0668	-2,8825	0,0039
EPOQUEG	-0,1400	0,0690	-2,0280	0,0426
EPOQUEH	-0,0146	0,0899	-0,1622	0,8711
EPOQUEI	-0,0477	0,0886	-0,5383	0,5904
NBPARK	0,0128	0,0116	1,1038	0,2697
ANNEXEO	-0,0849	0,0771	-1,1005	0,2711
Nb_ANNEXE	0,0247	0,0096	2,5602	0,0105
EXTERIEURO	0,0169	0,0270	0,6267	0,5309
Nb_EXTERIEUR	-0,0031	0,0231	-0,1351	0,8925
log(Dist_CBD)	-0,1230	0,0114	-10,7855	< 2,2e-16
log(Min_SBD)	-0,0617	0,0131	-4,7035	2,56E-06
Reseau14	0,0002	0,0031	0,0749	0,9403
Part_Vege	-0,0295	0,0631	-0,4680	0,6398
Hauteur_Bat	-0,0092	0,0013	-7,0686	1,57E-12
log(DensN)	-0,0180	0,0082	-2,1931	0,0283
Q	0,39			
Nb Obs.	339			

Seuils de significativité : *** : p-value < 0,001 ; ** : 0,001 < p-value < 0,01 ; * : 0,01 < p-value < 0,05 ; ° : 0,05 < p-value < 0,1 ; sinon p-value > 0,1

Annexe 14

Choix du nombre de clusters optimal pour les trois années

Méthode	Année	Nb clusters	Distance
"elbow criterion"	2010	3	
	1999	3	
	1990	3	
"dendrogramme"	2010	3 ou 5	
	1999	3	
	1990	3	
"ward"	2010	3	euclidienne
	1999	3	euclidienne
	1990	2	euclidienne
"complete"	2010	2	euclidienne
	1999	3	euclidienne
	1990	3	euclidienne
"centroid"	2010	6	euclidienne
	1999	3	euclidienne
	1990	4	euclidienne
"k-mean"	2010	2	euclidienne
	1999	2	euclidienne
	1990	3	euclidienne

Annexe 15

Description des Clusters

Cluster 2010	Part_Agri10	Part_Arti10	Part_Psup10	Part_Pi10	Part_Emp10	Part_Ouv10	Part_Chom10	Part10_etrangers	Part10_Proprio	Part10_LocaHLM	Part10_Vacance
1	0	0,06	0,19	0,28	0,25	0,16	0,07	0,04	0,77	0,07	0,05
2	0	0,02	0,03	0,15	0,3	0,27	0,23	0,16	0,23	0,67	0,06
3	0	0,03	0,16	0,28	0,25	0,17	0,1	0,06	0,41	0,11	0,1
Moy 2010	0	0,04	0,16	0,26	0,26	0,17	0,11	0,06	0,53	0,16	0,08

Cluster 1999	Part_Agri99	Part_Arti99	Part_Psup99	Part_Pi99	Part_Emp99	Part_Ouv99	Part_Chom99	Part99_etrangers	Part99_Proprio	Part99_LocaHLM	Part99_Vacance
1	0,01	0,05	0,15	0,27	0,27	0,17	0,08	0,04	0,75	0,05	0,05
3	0	0,02	0,03	0,12	0,28	0,31	0,24	0,15	0,18	0,73	0,1
2	0	0,05	0,14	0,25	0,27	0,18	0,11	0,05	0,39	0,1	0,1
Moy 1999	0	0,05	0,13	0,24	0,27	0,19	0,11	0,06	0,51	0,16	0,08

Cluster 1990	Part_Agri90	Part_Arti90	Part_Psup90	Part_Pi90	Part_Emp90	Part_Ouv90	Part_Chom90	Part90_etrangers	Part90_Proprio	Part90_LocaHLM	Part90_Vacance
2	0,01	0,09	0,13	0,23	0,25	0,21	0,07	0,03	0,77	0,04	0,03
1	0	0,02	0,03	0,14	0,28	0,35	0,19	0,22	0,16	0,76	0,03
3	0	0,05	0,13	0,21	0,28	0,21	0,09	0,07	0,42	0,09	0,06
Moy 1990	0,01	0,06	0,12	0,21	0,27	0,23	0,09	0,07	0,53	0,15	0,05

Annexe 16

IRIS ayant connu la plus grande augmentation de leur bâti récent

IRIS ayant connu la plus grande augmentation de leur bâti récent
(construit après 1981) entre 1990 et 1999

DEPCOM	NOM_COM	DCOMIRIS	NOM_IRIS	Diff9099_AP81
21231	DIJON	212312002	CONCORDE	1,00
21231	DIJON	212312003	CLOS DE POUILLY	1,00
21231	DIJON	212312001	CHARLES DE GAULLE	0,98
21171	CHEVIGNY-SAINT-SAUVEUR	211710103	CENTRE VILLE - CLOS ST SAUVEUR	0,40
21231	DIJON	212311802	LOCHERES	0,38
21171	CHEVIGNY-SAINT-SAUVEUR	211710104	CHATEAU - VISITATION	0,35
21231	DIJON	212310701	LENTILLERES	0,34
21166	CHENOVE	211660105	VIEUX BOURG - GRAND CRUS	0,34
21231	DIJON	212310601	UNIVERSITES	0,33
21278	FONTAINE-LES-DIJON	212780104	MAJNONI	0,33
21223	DAIX	212230000	DAIX	0,32
21231	DIJON	212311704	SACRE COEUR	0,27
21231	DIJON	212310404	VOLTAIRE	0,26
21355	LONGVIC	213550102	BOURG-VALENTIN-PREVOTS	0,24
21231	DIJON	212310704	ABATTOIRS	0,24
21231	DIJON	212310502	PARC DES SPORTS	0,22
21231	DIJON	212310503	CHAMPMAILLOT	0,21
21390	MARSANNAY-LA-COTE	213900102	CHAMPAGNE HAUTE	0,20
21231	DIJON	212310501	LYAUTEY	0,20
21105	BRESSEY-SUR-TILLE	211050000	BRESSEY-SUR-TILLE	0,20
21605	SENNECEY-LES-DIJON	216050000	SENNECEY-LES-DIJON	0,18
21106	BRETENIERE	211060000	BRETENIERE	0,17
21231	DIJON	212311002	LARREY	0,15
21278	FONTAINE-LES-DIJON	212780101	VIEUX VILLAGE	0,15
21231	DIJON	212310303	REPUBLIQUE	0,15

Tableau : quantiles de la variation de la part du bâti construit après 1981 entre 1990 et 1999

10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%
0,00	0,02	0,04	0,05	0,07	0,09	0,11	0,15	0,27

IRIS ayant connu la plus grande augmentation de leur bâti récent
(construit après 1990) entre 1999 et 2010

DEPCOM	NOM_COM	DCOMIRIS	NOM_IRIS	Diff9910_AP90
21231	DIJON	212319801	LA TOISON D OR	1,00
21540	SAINT- APOLLINAIRE	215400198	NORD EST	0,75
21515	QUETIGNY	215150101	ATRIAS-VIEUX VILLAGE	0,34
21231	DIJON	212310503	CHAMPMAILLOT	0,25
21231	DIJON	212311702	STALINGRAD	0,25
21231	DIJON	212311703	CASERNES	0,24
21166	CHENOVE	211660102	PETIGNYS - CHAUFFERIE	0,23
21166	CHENOVE	211660105	VIEUX BOURG - GRAND CRUS	0,22
21263	FENAY	212630000	FENAY	0,20
21617	TALANT	216170106	MONTOILLOTS-LOGIS DE FRANCE-Z ARTISANALE	0,20
21231	DIJON	212310702	PETITES ROCHES	0,18
21370	MAGNY-SUR-TILLE	213700000	MAGNY-SUR-TILLE	0,17
21485	PLOMBIERES-LES- DIJON	214850000	PLOMBIERES-LES-DIJON	0,17
21231	DIJON	212310502	PARC DES SPORTS	0,16
21171	CHEVIGNY-SAINT- SAUVEUR	211710104	CHATEAU - VISITATION	0,16
21231	DIJON	212311804	CASTELNAU	0,16
21231	DIJON	212311701	BALZAC	0,15
21231	DIJON	212311303	TANNERIES	0,15
21278	FONTAINE-LES- DIJON	212780101	VIEUX VILLAGE	0,14
21231	DIJON	212310901	ARSENAL	0,14
21171	CHEVIGNY-SAINT- SAUVEUR	211710101	BREUIL - FLEURS	0,13
21617	TALANT	216170102	MARONNIERS-NERUDA	0,12
21231	DIJON	212310401	PETIT CITEAUX	0,12
21231	DIJON	212310801	CASTEL	0,12
21231	DIJON	212311601	LA CHARMETTE	0,12
21231	DIJON	212311502	LES HAUTS DE MONTCHAPET	0,12

Tableau : quantiles de la variation de la part du bâti construit après 1990 entre 1999 et 2010

10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%
-0,03	0,00	0,01	0,02	0,03	0,05	0,09	0,12	0,17

Abstract

Over the last fifteen years, the Compact City model has emerged in most urban planning documents. This new urban model intends to respond to the limits of the Spread City whose spatial organization is no longer sustainable in an environmental (pollution, land take) or social (socio-spatial segregation) perspectives. In an objective of controlling urban growth, Compact City is realized primarily through densification of existing urban spaces. However, this urban model, as advocated by policy makers, appears in opposition to household's aspirations in terms of housing, individual dwelling remaining people's gold standard. The purpose of this thesis deals both with the understanding of dense urban areas formation and identification of conditions of individuals' acceptance to urban density. To this purpose, we place ourselves in the theoretical framework of Urban Economic addressing agents' location choices. We mobilize these theories to identify the key determinants of residential location and analyze the spatial organization that follows (dense or spread). This literature leads us to consider different types of density: structural density, population density and social density. This thesis highlights various methodological challenges associated with the treatment and analysis of urban densities. To illustrate this, we realize a first empirical study that links density levels to theoretical determinants of residential location. To realize the latter, we carry a typology on Dijon urban area neighborhoods and use a net density ratio to assess land use intensity. The study of Urban Economic literature also leads us to note that the density is rarely considered as a direct determinant of individual location choice. Although, when part of agents' trade-off, two visions are opposed. The first suggests that household express preference for low density and green amenities while the second values density for smoothing social interactions. To test these hypotheses, we run a second empirical study using the method of hedonic prices applied to housing. Relying on the methods and tools of spatial econometrics, we estimate the valuation of the density on the Grand Dijon and identify the conditions for its acceptance by individuals. This thesis sheds light on the conditions of realization and acceptance of current planning policies aiming at achieving Compact City.

Key-words: urban densities, residential choice, Urban Economic, spatial analysis, hedonic model, agglomeration of Grand Dijon, urban development policies

Résumé

Depuis une quinzaine d'années, le modèle de Ville Compacte s'est progressivement imposé dans la plupart des documents de planification et d'aménagement des espaces urbains. Ce nouveau modèle de ville entend répondre aux limites de la Ville Étendue dont l'organisation spatiale n'apparaît plus en adéquation avec les enjeux environnementaux (pollution, artificialisation des sols) et sociaux (ségrégation socio-spatiale) actuels. Dans un objectif de maîtrise de la croissance urbaine, la Ville Compacte se réalise principalement par une densification du tissu urbain existant. Pour autant, ce modèle urbain prôné par les décideurs publics se heurte aux arbitrages des agents et aux aspirations des individus en termes d'habitat, l'idéal résidentiel restant la maison individuelle.

Le propos de la thèse réside d'une part, dans la compréhension de la formation d'espaces urbains denses et d'autre part, dans l'identification des conditions d'acceptabilité de la densité par les individus. Dans cette optique, nous nous plaçons dans le cadre théorique de la microéconomie urbaine traitant des choix de localisation des ménages. Nous mobilisons ces théories afin d'identifier les principaux déterminants des choix résidentiels et d'analyser l'organisation spatiale - dense ou dispersée - qui en découle. Notre synthèse nous amène à considérer différents types de densité : les densités de bâti, de population et les densités sociales. La thèse met ainsi en évidence divers enjeux méthodologiques associés au traitement et à l'analyse des densités urbaines. L'étude des théories d'Economie Urbaine nous amène également à constater que la densité n'est que très rarement considérée comme un déterminant direct des choix de localisation individuels. Lorsque celle-ci est directement intégrée dans les arbitrages des agents, deux visions s'opposent alors. La première suggère que les individus expriment une préférence pour les espaces peu denses et verts tandis que la seconde envisage une valorisation de la densité pour les interactions sociales qu'elle facilite et amplifie.

Deux études empiriques appliquées à la communauté urbaine du Grand Dijon sont menées afin d'illustrer ces résultats. L'objet de la première étude est de rapprocher les niveaux et types de densité observés et les déterminants théoriques de localisation résidentielle. Nous réalisons pour cela une typologie portant sur les quartiers dijonnais et mobilisons une mesure de densité nette pour évaluer l'intensité d'occupation de l'espace. La seconde étude empirique s'intéresse à la valorisation des densités par les ménages. Cette évaluation est réalisée par l'estimation d'un modèle hédonique spatial appliqué aux prix immobiliers. En nous appuyant sur les méthodes et outils de l'économétrie spatiale, nous estimons la valeur des différents types de densité et identifions les conditions de son acceptabilité par les individus. La thèse apporte des éclairages sur les conditions de réalisation et d'acceptation des politiques d'aménagement actuelles visant la Ville Compacte.

Mots - clés : densités urbaines, choix résidentiel, Economie Urbaine, données spatiales, modèle hédonique, agglomération dijonnaise, politiques d'aménagement urbain